

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет "ЛЭТИ"

В. П. БОЛЬШАКОВ Т. В. ИЛЬЧЕНКО А. В. ЧАГИЦА

**ВЫПОЛНЕНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ  
В СИСТЕМЕ "КОМПАС"**

Учебное пособие

Санкт-Петербург  
Издательство СПбГЭТУ "ЛЭТИ"  
2012

УДК 744.4  
ББК Ж2-5-05  
Б79

**Большаков В. П., Ильченко Т. В., Чагина А. В.**

Б79 Выполнение ассоциативных чертежей деталей в системе “КОМПАС”:  
Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, 2012. 60 с.

ISBN 978-5-7629-1215-0

Приведены краткие сведения по твердотельному моделированию в системе автоматизированного проектирования КОМПАС. Представлены основные правила нанесения размеров и примеры выполнения твердотельных моделей и ассоциативных чертежей деталей.

Предназначено для самостоятельной работы студентов всех технических направлений, изучающих дисциплину “Инженерная компьютерная графика”.

УДК 744.4  
ББК Ж2-5-05

Рецензенты: кафедра инженерной и компьютерной графики  
НИУ ИТМО, доц. Г. Г. Хайдаров (СПбГТИ (ТУ)).

Утверждено  
редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

ISBN 978-5-7629-1215-0

© СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, 2012

## 1. ВВЕДЕНИЕ В ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Трехмерное твердотельное моделирование является единственным средством, которое обеспечивает создание наиболее полной электронной модели изделия. ГОСТ 2.052–2006 “Электронная модель изделия” устанавливает следующие термины с соответствующими определениями:

- *электронная геометрическая модель* – модель, описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от формы и размеров;
- *твердотельная модель* – трехмерная электронная модель, представляющая форму изделия как результат композиции заданного множества геометрических элементов с применением элементов булевой алгебры к этим геометрическим элементам;
- *геометрический элемент* – линия, точка, плоскость, поверхность, геометрическая фигура и геометрическое тело.

Содержание раздела дает представление о возможностях твердотельного моделирования деталей в системе КОМПАС-3D LT.

### 1.1. Формирование основания модели детали

В общем случае порядок создания модели (рис. 1.1) включает формирование основания (*a*), приклеивание и вырезание дополнительных элементов (*б*), построение массивов элементов и зеркальное копирование (*в*), создание дополнительных конструктивных элементов (*г*).



Рис. 1.1. Этапы создания твердотельной модели детали

Формирование отдельных трехмерных объектов начинается с создания эскиза – плоской фигуры, на основе которой образуется объемное тело. Эскиз может располагаться в одной из стандартных плоскостей проекций, на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, положение которой задано пользователем. Эскиз создается на плоскости сред-

ствами двумерного редактора и состоит из одного контура или нескольких контуров. При построении эскиза под контуром понимается любой линейный графический объект или совокупность последовательно соединенных линейных объектов (отрезков, ломаных, дуг и т. д.). Основные требования к контурам в эскизах:

- контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек;
- контур в эскизе изображается стилем линии **Основная**;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты, при этом один контур должен быть наружным, другие – вложенными в него.

При построении эскиза в системе КОМПАС-3D доступны все команды построения и редактирования изображения, а также сервисные возможности. Исключением является невозможность ввода некоторых технологических обозначений и объектов оформления.

По умолчанию в эскизе включен параметрический режим. В этом режиме наносятся параметрические размеры, управляющие положением выносных линий, привязанных к определенным точкам эскиза. С изменением параметрических размеров изменяется геометрия контуров в эскизе.

В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трехмерной модели опираться на существующую чертежно-конструкторскую документацию.

Объемные элементы образуются в результате операций – формообразующих перемещений эскизов. В основе операций лежат показанные на рис. 1.2 способы создания трехмерных объектов.



Рис. 1.2. Основные формообразующие операции создания трехмерных объектов

Построение трехмерной модели детали начинается с создания основания – ее первого формообразующего элемента. Основание есть у любой де-

тали, и оно всегда одно. При построении основания можно использовать любую из показанных на рис. 1.2 формообразующих операций.

Форма основания детали определяется из конструкции будущей детали. При выборе формы основания деталь разбивается на составляющие ее формообразующие элементы (призмы, цилиндры, конусы, торы, кинематические элементы и т. д.). При этом, как правило, мелкие конструктивные элементы (фаски, скругления, проточки и т. п.) из рассмотрения исключаются.

Чаще всего в качестве основания используют самый крупный из формообразующих элементов. Если в составе детали есть несколько сопоставимых по размерам элементов, то в качестве основания можно использовать любой из них.

## 1.2. Добавление и удаление материала детали

Добавление материала детали – это создание в ней новых тел, а также приклеивание к имеющемуся телу (телам) новых элементов. Тело детали – это область, ограниченная гранями детали. Считается, что эта область заполнена однородным материалом детали.

Удаление материала детали – это вырезание формообразующих элементов из тел. Как новое тело, так и приклеиваемый или вырезаемый элемент могут являться элементами одного из следующих типов:

- элемент выдавливания,
- элемент вращения,
- элемент по сечениям,
- кинематический элемент.

Построение любого элемента начинается с создания эскиза.

После того как создание эскиза завершено, необходимо указать, каким способом требуется перемещать эскиз в пространстве для получения элемента нужного типа, т. е. выбрать вид формообразующей операции.

Во время выполнения операции добавления над эскизом можно указать, будет ли создаваемый элемент являться отдельным телом или его необходимо приклеить – объединить с другими телами.

Отличие операций удаления материала от операций добавления состоит в том, что результатом удаления является не создание нового тела или объединение тел, а вычитание или пересечение.


Вычитание формообразующего элемента из тела – это удаление материала, находящегося внутри поверхности элемента.


Пересечение формообразующего элемента и тела – это удаление материала, находящегося снаружи поверхности элемента.

Чтобы выполнить операции вырезания из детали формообразующих элементов, можно вызвать команды из группы **Операции – Вырезать**. Кнопки для вызова этих команд находятся на панели **Редактирование детали**.

### 1.3. Дополнительные конструктивные элементы

К командам создания дополнительных элементов относятся операции создания фасок, скруглений, круглых отверстий, уклонов и ребер жесткости.

Команда **Фаска**  позволяет создать фаску на указанных ребрах детали (рис. 1.3, б). Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями.

Команда **Скругление**  позволяет скруглить указанные ребра детали (рис. 1.3, в).

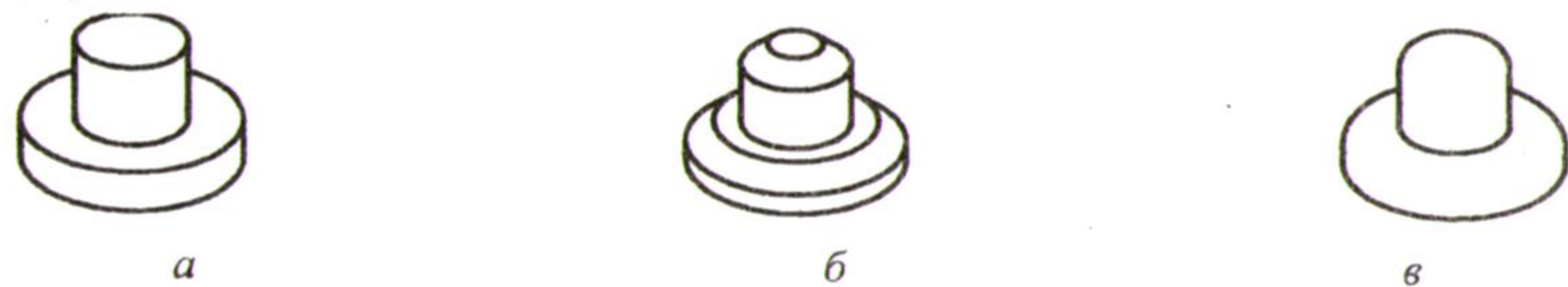



Рис. 1.3. Построения на исходном объекте а: б – фаска; в – скруглений

Команда **Отверстие**  служит для создания круглого отверстия со сложным профилем. Перед вызовом этой команды требуется выделить плоскую грань, на которой должно располагаться отверстие. Фантом отверстия с заданными параметрами отображается в окне детали. Точка привязки отверстия (помечена на эскизе красным цветом) по умолчанию располагается в начале локальной системы координат грани, на которой создается это отверстие.

Чтобы разместить отверстие в нужном месте грани, раскройте поле **p** в **Строке параметров объектов** и укажите положение отверстия мышью или введите координаты центра отверстия в поле **p**.

На рис. 1.4 показано несколько из предлагаемых 14 вариантов форм

круглых отверстий, которые строятся с помощью команды **Отверстие**. Буквами обозначены параметры, которым присваиваются необходимые числовые значения.

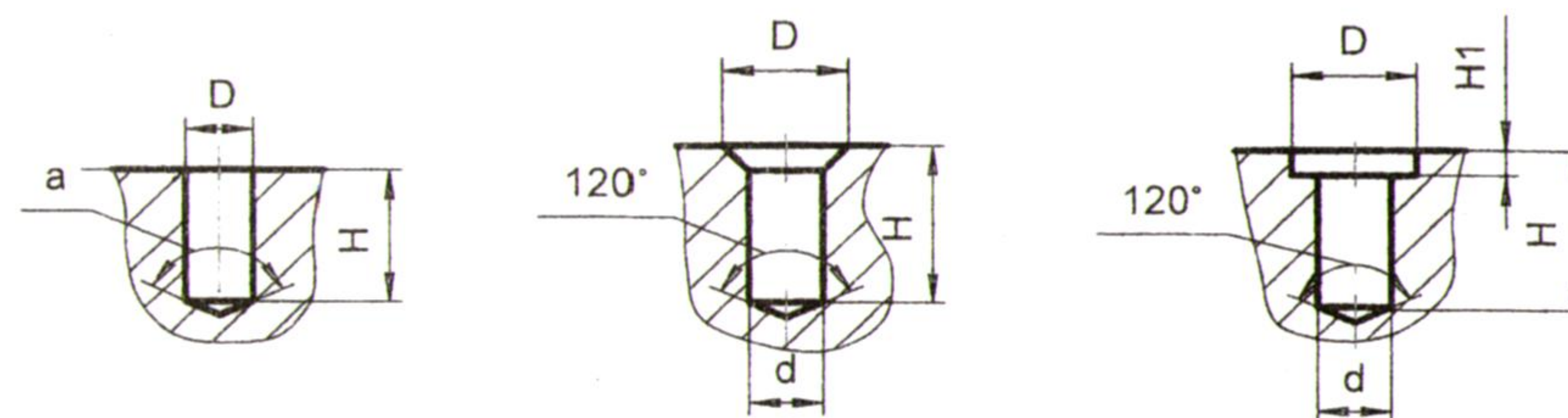



Рис. 1.4. Примеры круглых отверстий, которые строятся с помощью команды **Отверстие**

Команда **Уклон**  позволяет придать уклон плоским граням, перпендикулярным основанию, или цилиндрическим граням, образующие которых перпендикулярны основанию. Команда **Уклон** позволяет наклонить отдельные грани (рис. 1.5).

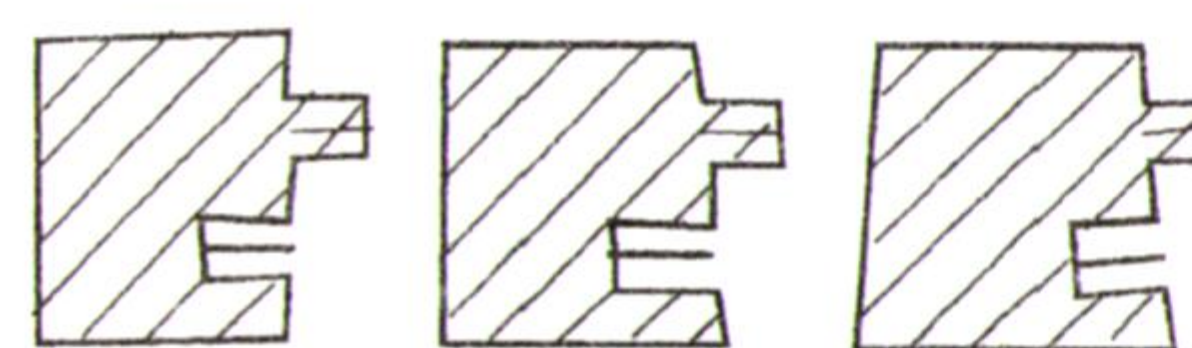


Рис. 1.5. Результат при выполнении команды **Уклон**

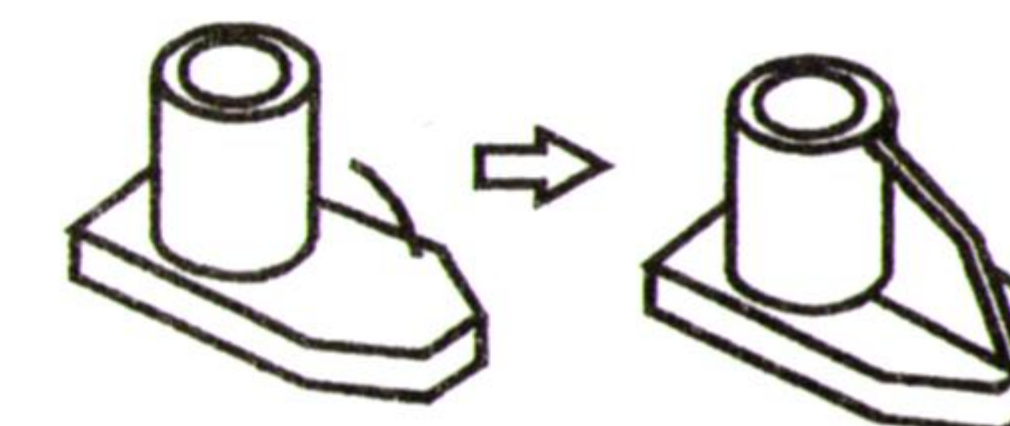


Рис. 1.6. Результат при выполнении команды **Ребро жесткости**

Команда **Ребро жесткости**  позволяет создавать ребра жесткости детали (рис. 1.6). В эскизе операции **Ребро жесткости** должен быть один разомкнутый контур.

### 1.4. Система координат и плоскости проекций

В каждом файле детали существует система координат и проекционные плоскости, определяемые этой системой. Название этих объектов появляется в окне **Дерево модели** после создания нового файла детали. Окно **Дерево модели** является графическим интерфейсом для управления процессом создания и редактирования модели изделия. Изображение системы координат появляется посередине окна построения модели; чтобы увидеть изображение проекционных плоскостей, нужно выделить их в **Дерево модели**.

Плоскости показываются на экране в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях; такое отображение позволяет увидеть расположение плоскости в пространстве. Плоскости проекций и систему координат невозможно удалить из файла модели. Их можно переименовать, а также отключить их показ в окне модели.

В системе КОМПАС-3D при ориентации **Изометрия XYZ** координатные оси и плоскости проекций расположены, как показано на рис. 1.7, а. Эта ориентация не совпадает с требованиями ГОСТ 2.317–69 (рис. 1.7, б).

При выполнении чертежа детали необходимо правильно выбрать главное изображение. Согласно ГОСТ 2.305–68, в качестве главного принимается изображение на фронтальной плоскости проекций. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме, размерах и функциональном назначении предмета.

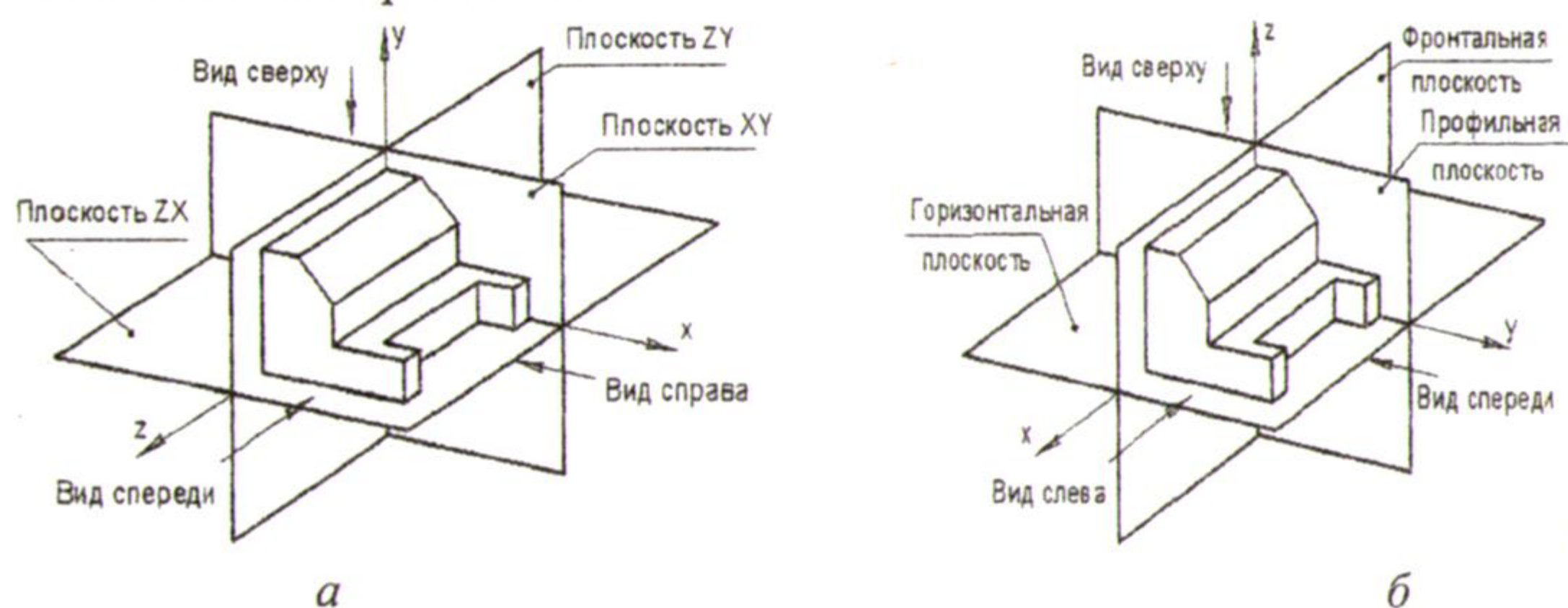


Рис. 1.7. Ориентация координатных осей и плоскостей проекций:  
а – в системе КОМПАС-3D; б – по ГОСТ 2.317–69

При создании трехмерной модели от выбора главного вида зависит форма основания моделируемой детали и эскиза этого основания. Для оптимизации процедур 3D-моделирования следует:

- рационально располагать модель относительно начала координат;
- обоснованно выбирать плоскость проекций для создания эскиза основания.

На рис. 1.8 показана связь между аксонометрическим изображением расположением эскиза и стандартными видами (при различных ориентациях главного вида).

На основе анализа изображений на рис. 1.8 можно сделать следующие рекомендации по выбору начальной ориентации плоскостей проекций при создании моделей:

– в общем случае целесообразен выбор ориентации **Изометрия XYZ**, при этом изображение в эскизе плоскости **YZ** должно быть перевернуто;

Ориентация на панели Вид/Изометрия	Эскиз в плоскости	Стандартные виды при ориентации главного вида		
		Спереди	Снизу	Справа
XYZ				
XYZ				
YZX Диметрия				
XYZ				
YZX Диметрия				

Рис. 1.8. Связь между аксонометрическим изображением, расположением эскиза и стандартными видами

– выбор ориентации **Изометрия YZX** оправдан при необходимости получения аксонометрии в прямоугольной диметрической проекции;

– ориентацию **Изометрия ZXY** при выполнении учебных заданий, рассматриваемых в данном пособии, не применять.

### 1.5. Настройка параметров и расчет характеристик моделей

Определение и задание свойств детали. Щелкните правой кнопкой мыши в любом пустом месте окна модели. Из контекстного меню вызовите команду **Свойства** (рис. 1.9).

Введите обозначение (например, ПМИГ.ХХХХХХ.312), наименование детали (Опора), определите или задайте ее цвет, выберите марку материала (рис. 1.10). Нажмите кнопку **Создать объект**.

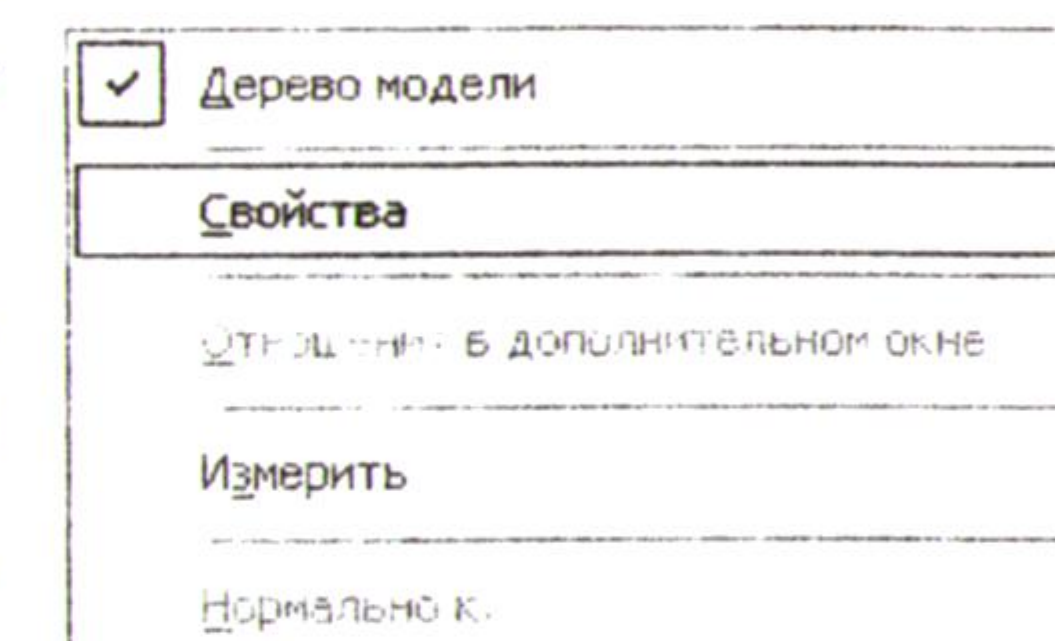


Рис. 1.9. Контекстное меню выбора команды **Свойства**

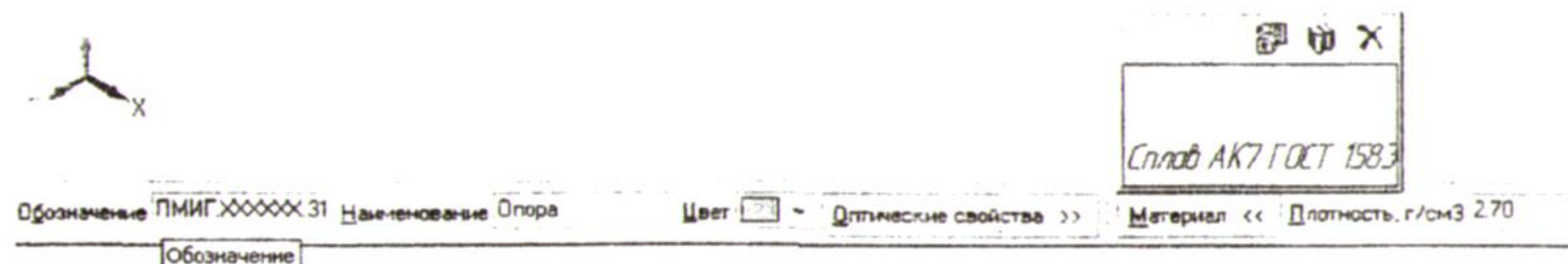


Рис. 1.10. Задание свойств детали

**Управление свойствами поверхности модели.** Очень часто параллельные грани детали сливаются на полутонном изображении. Восприятие такого изображения можно улучшить, если свойства параллельных граней сделать разными. Чтобы задать свойства поверхности (степень блеска, прозрачность и т. д.) через контекстное меню выбора команды **Свойства**, необходимо вызвать панель настройки оптических свойств (рис. 1.11, а). Настроив свойства поверхности, необходимо подтвердить сделанные изменения.

**Выбор материала.** При работе с деталью можно выбрать материал, из которого она должна изготавливаться. Через контекстное меню выбора команды **Свойства**, необходимо вызвать панель **Материал** (рис. 1.11, б). На этой панели кнопка **Выбрать из списка материалов** позволяет выбрать материал из справочного файла плотностей. В окне **Плотность материалов** (рис. 1.11, в) можно раскрыть нужный раздел и указать марку материала.

Расположенная на панели **Материал** кнопка **Выбрать из справочника материалов** позволяет обратиться к справочнику материалов и сортаментов.

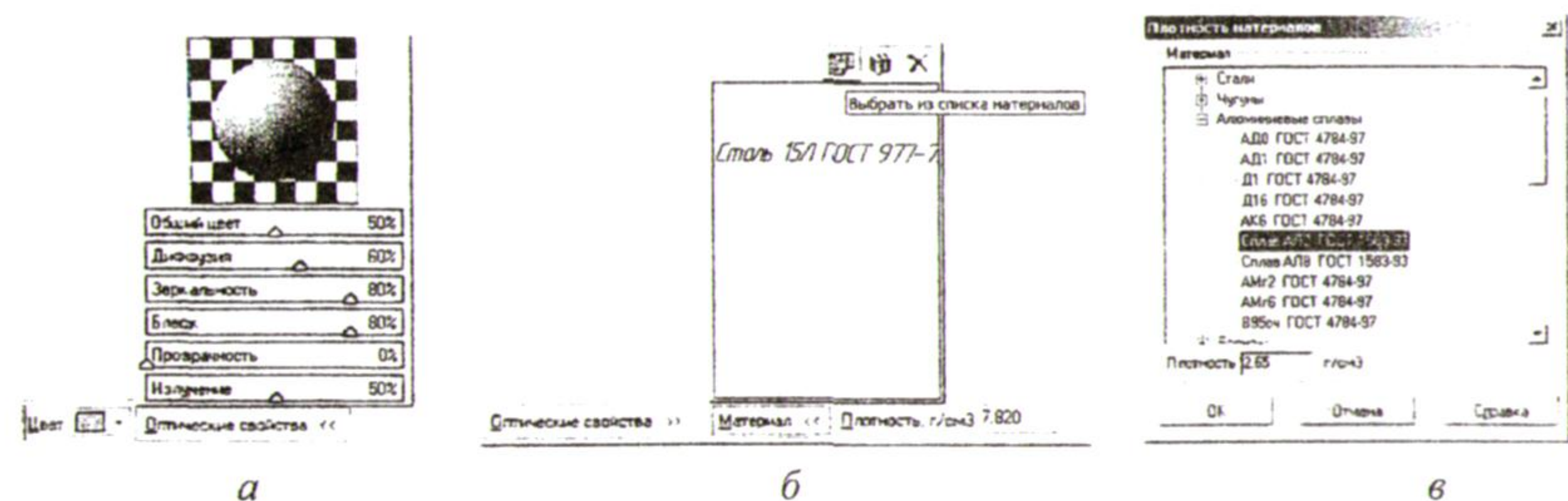


Рис. 1.11. Панели: а – настройки оптических свойств; б – **Материал**; в – **Плотность материалов**

**Расчет массоцентровочных характеристик модели.** Поддерживаются расчеты массы, площади поверхности, объема, координат центра масс, плоскостных, осевых и центробежных моментов инерции. Для осуществления расчета на инструментальной панели **Измерения** необходимо нажать соот-

ветствующую кнопку.

## 1.6. Создание ассоциативных видов

Многие трехмерные модели деталей создаются с целью получения конструкторской документации, в том числе чертежей деталей

В системе КОМПАС-3D имеется возможность создания ассоциативных чертежей трехмерных деталей. В таких чертежах все виды связаны с моделью так, что изменения в модели приводят к изменению изображения в каждом ассоциативном виде.

Ассоциативное изображение формируется в обычном чертеже. В нем создаются выбранные пользователем ассоциативные виды и разрезы (сечения) трехмерной детали. Виды автоматически располагаются в проекционной связи. При необходимости связь можно отключить – это дает возможность произвольного размещения видов в чертеже.

**Стандартные виды.** Для создания в текущем чертеже стандартных видов детали вызовите команду **Вставка–Вид с модели–Стандартные** (рис. 1.12) или нажмите кнопку **Стандартные виды** на панели **Ассоциативные виды**.

После вызова команды на экране появится стандартный диалог выбора файла для открытия. Выберите деталь для создания видов и откройте файл. В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритных прямоугольников видов.

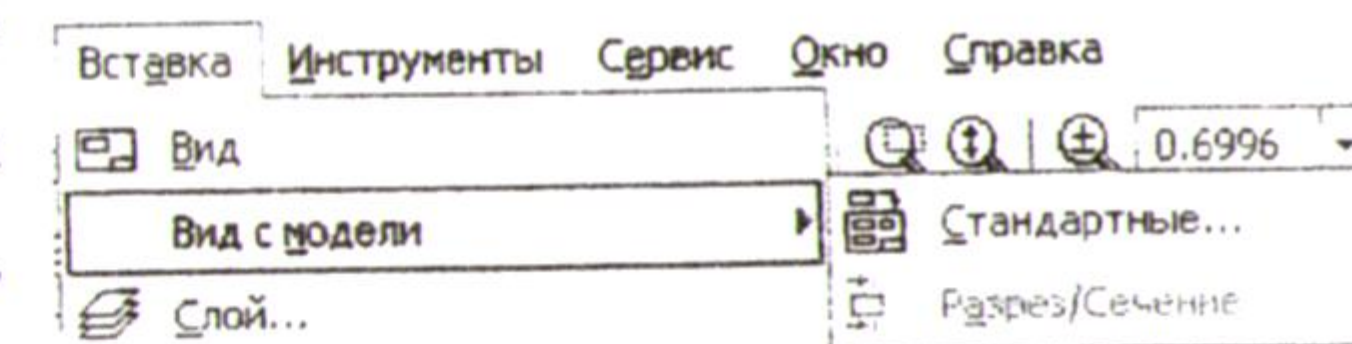


Рис. 1.12. Кнопки вызова стандартных видов

На Панели свойств появятся элементы управления (рис. 1.13), которые позволяют задать параметры создаваемых видов.

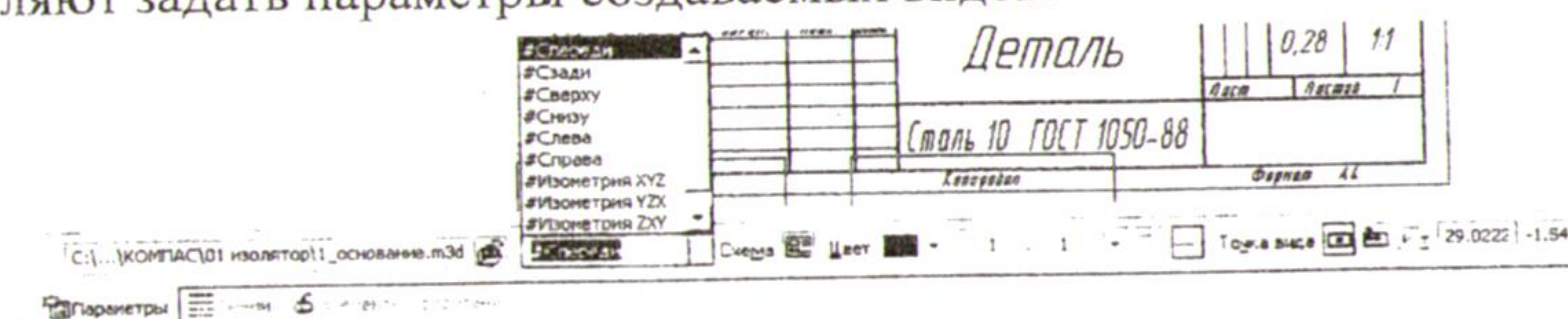


Рис. 1.13. Элементы управления параметрами задаваемых видов

В окне **Ориентация главного вида** с помощью раскрывающегося списка можно выбрать требуемую ориентацию главного вида.

После нажатия кнопки **Схема** на экране появится диалоговое окно (рис. 1.14), в котором можно установить необходимый набор стандартных видов.

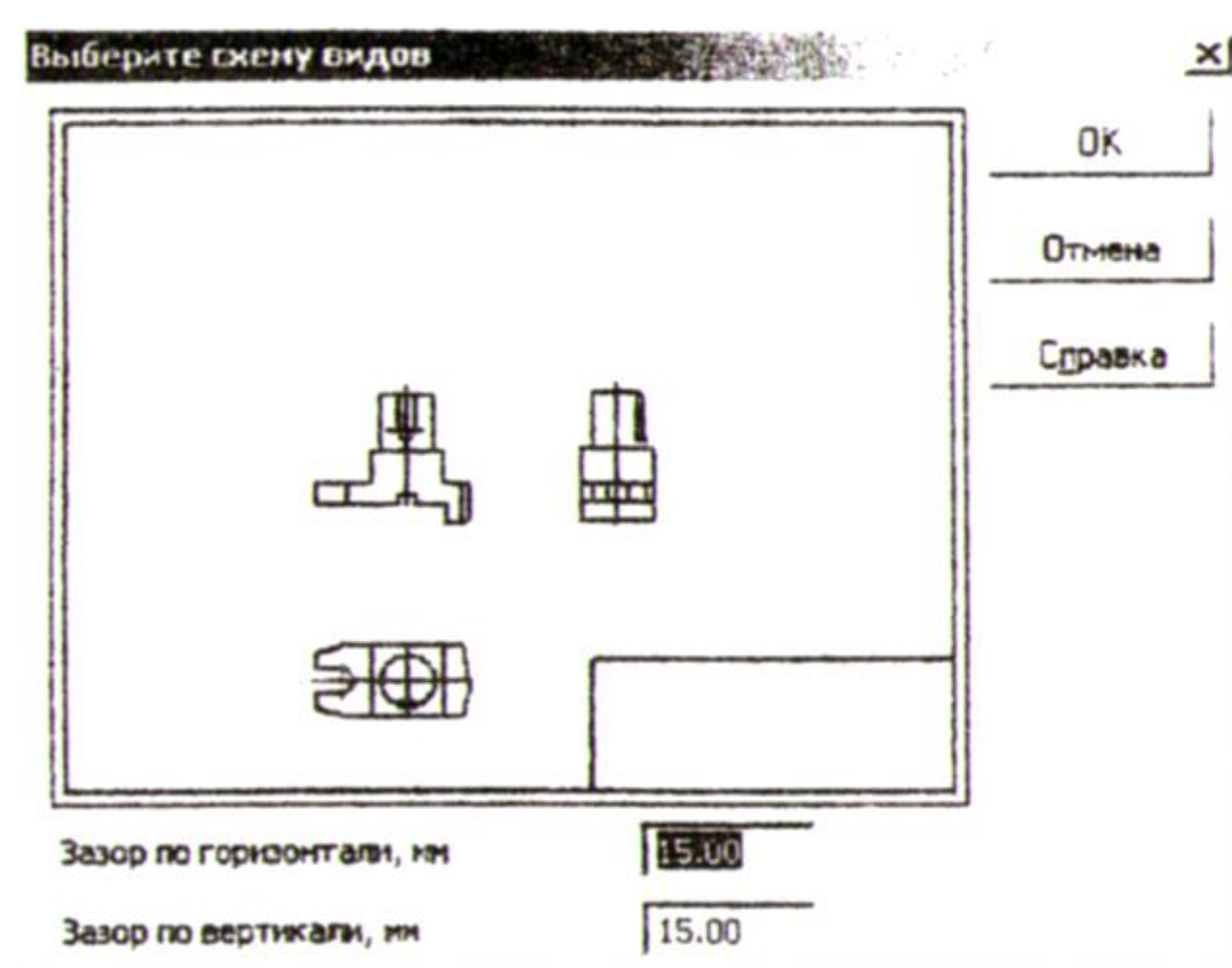


Рис. 1.14. Диалоговое окно  
**Выберите схему видов**

включить или отключить отображение линий невидимого контура, установить отрисовку линий переходов.

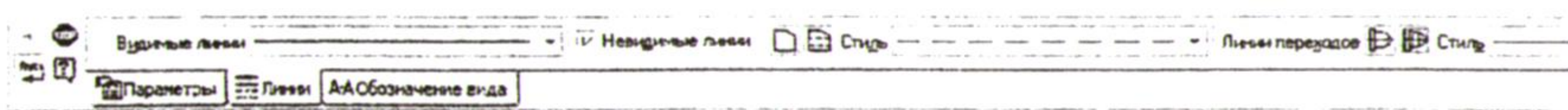


Рис. 1.15. Вкладка **Параметры**

После выбора нужных стандартных видов и настройки их параметров укажите положение точки привязки изображения – начало координат главного вида. В чертеж будут вставлены выбранные виды детали, в основную надпись чертежа передадутся следующие сведения из документа-детали:

- обозначение;
- масса;
- материал.

## 2. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

### 2.1. Основные требования и определения

Основанием для определения размеров изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Размер на чертеже – число, показывающее истинную величину изделия или его элементов независимо от масштаба и точности.

При нанесении размеров необходимо учитывать следующие основные требования:

- общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия;
- каждый размер на чертеже указывают только один раз;
- линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения;
- угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например:  $4^\circ$ ,  $4^\circ 30'$ ,  $4^\circ 30' 40''$ ;

– при выполнении рабочих чертежей деталей, изготавливаемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающего механически обработанные поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке;

– размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой размерной цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный.

Размеры разделяют по разным признакам:

- действительные, установленные измерением с допустимой погрешностью;
- номинальные, относительно которых определяют предельные размеры и которые служат началом отсчета отклонений;
- исполнительные (рабочие), подлежащие обязательному выполнению по данному чертежу;
- справочные, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом.

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «\*», а в технических

требованиях записывают: «\* Размеры для справок». Если все размеры на чертеже справочные, их знаком «\*» не отмечают, а в технических требованиях записывают: «Размеры для справок».

К справочным размерам на чертежах деталей относят следующие:

- один из размеров замкнутой размерной цепи;
- размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок;
- размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются обозначением материала, приведенным в графе 3 основной надписи.

Размеры на чертежах, в общем случае, наносят с их предельными отклонениями. В курсе «Инженерная графика» предельные отклонения на чертежах не наносят, т. е. указывают только номинальные размеры. При установлении номинальных размеров у конструируемых изделий необходимо стремиться к сокращению номиналов размеров. При уменьшении разнообразия в размерах упрощается производственный процесс, уменьшается число необходимого режущего и измерительного инструмента, в результате может быть снижена стоимость изготовления изделия.

При назначении номинальных размеров необходимо учитывать требования ГОСТ 6636–69.

## 2.2. Основные правила нанесения размеров

Правила нанесения размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307–68. Рассмотрим некоторые из них.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным.

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально.

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Размерную линию, как правило, с обоих концов завершают стрелками.

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм и выбраны

в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Поэтому меньшие размеры ставят ближе к контуру изображения, чем большие размеры.

Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 2.1.

При недостатке места для стрелок на размерных линиях стрелки наносят, как показано на рис. 2.2. Можно заменять стрелки засечками или четкими точками.

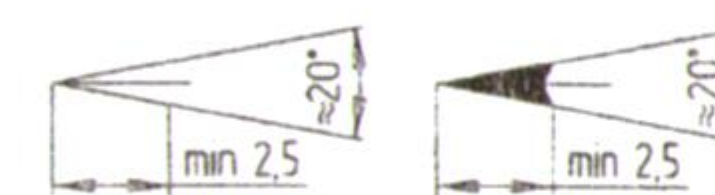


Рис. 2.1. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов

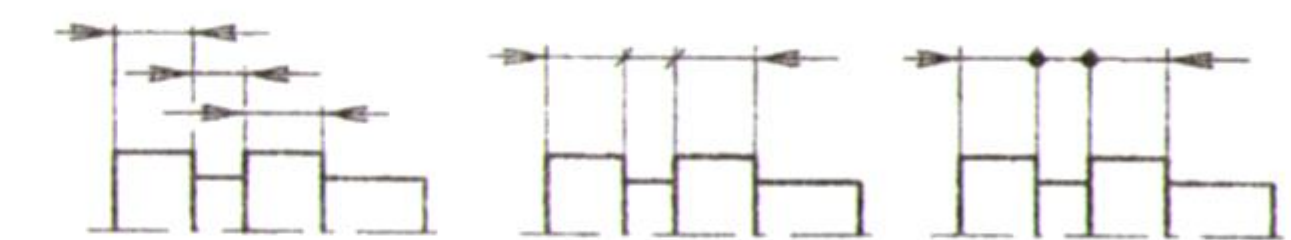


Рис. 2.2. Выполнение размерных линий при недостатке места для стрелок

При указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак « $\emptyset$ » (рис. 2.3). При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий. Если размерное число внутри окружности не помещается, его выносят за пределы окружности (рис. 2.3).

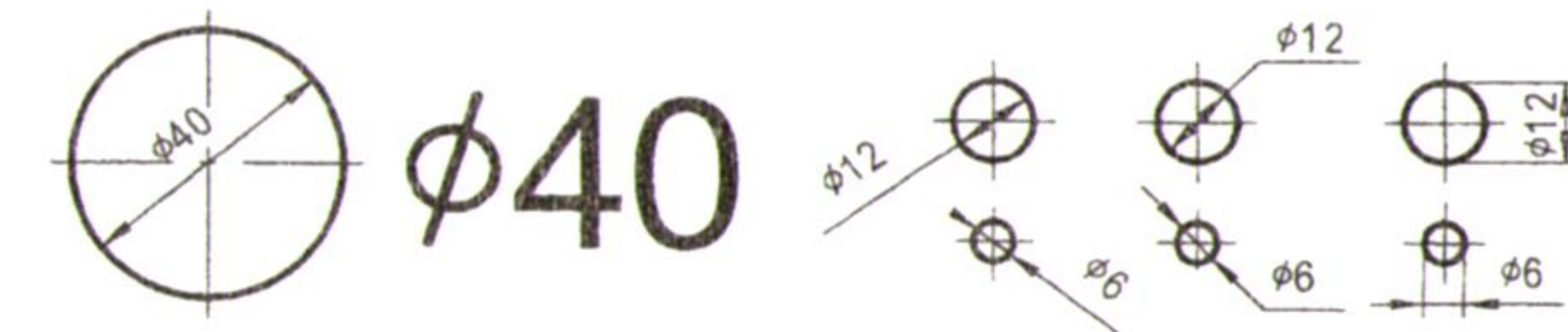


Рис. 2.3. Нанесение размера диаметра

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву  $R$  (рис. 2.4). Размерную линию для указания радиуса проводят, как правило, из центра дуги и оканчивают стрелкой с одной стороны, упирающейся в точку дуги окружности.

При большом значении радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом  $90^\circ$  (рис. 2.4). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение

ние центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 2.4).

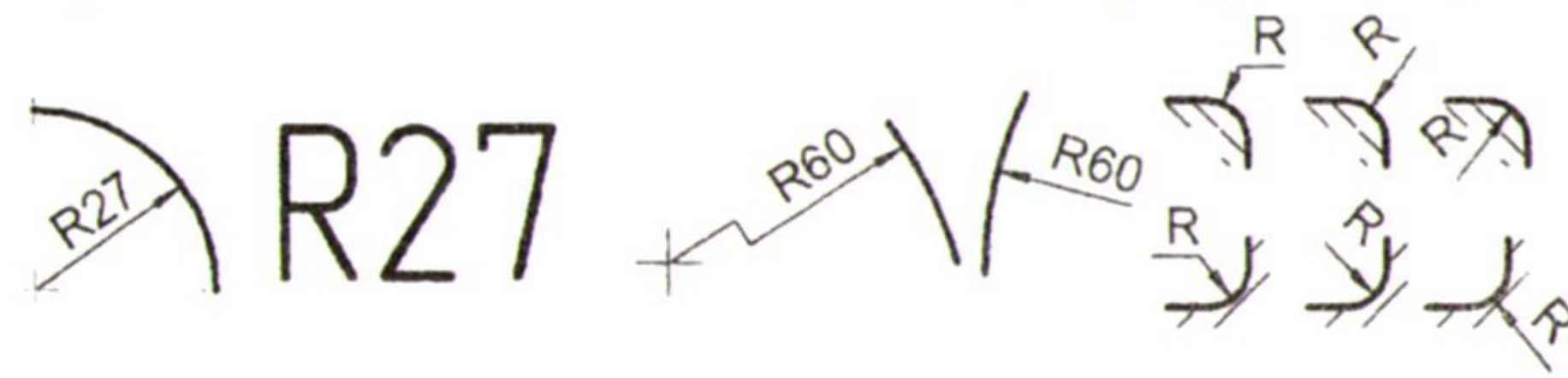


Рис. 2.4. Нанесение размера радиуса

Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «Сфера» или знак «О», например «Сфера  $\varnothing 18$ , OR12». Диаметр знака «Сфера» равен высоте размерных чисел на чертеже.

Перед размерным числом, указывающим сторону квадратного элемента, наносят знак «□» (рис. 2.5). При этом высота знака равна высоте цифр.

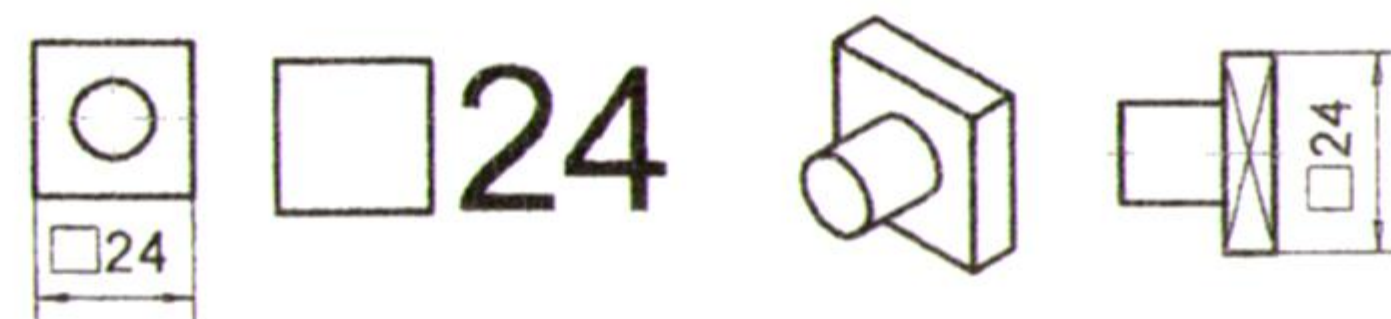


Рис. 2.5. Нанесение размера квадратного элемента

При изображении детали в одной проекции размер ее толщины  $s$  или длины  $l$  наносят, как показано на рис. 2.6.



Рис. 2.6. Нанесение размера толщины  $s$  и длины  $l$

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа над ними располагают в шахматном порядке (рис. 2.7).

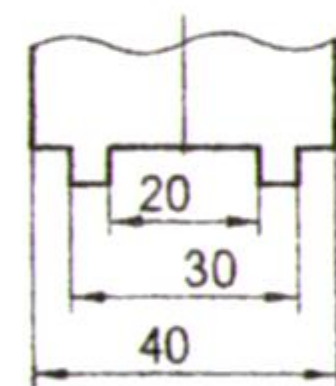


Рис. 2.7. Расположение размерных чисел при нанесении нескольких параллельных размерных линий

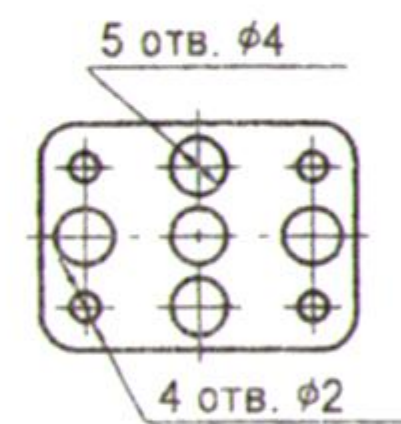


Рис. 2.8. Нанесение размеров одинаковых элементов

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 2.8).

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (рис. 2.9).

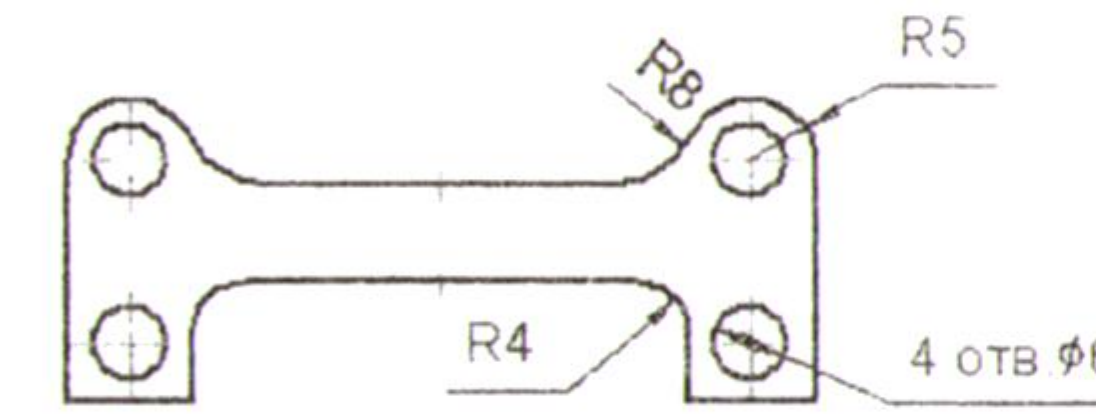


Рис. 2.9. Нанесение размеров симметрично расположенных элементов

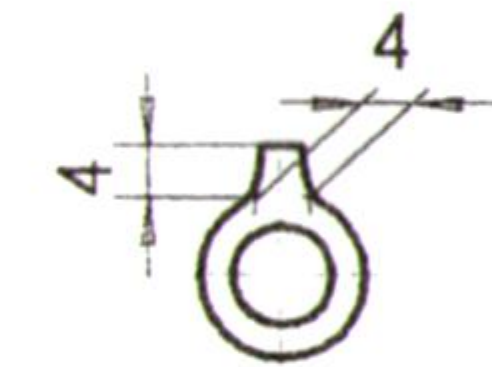


Рис. 2.10. Смещение размерной линии

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.

В случае, показанном на рис. 2.10, размерные и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

Размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на рис. 2.11, а. Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам – линейными и угловыми размерами или двумя линейными размерами (рис. 2.11, б).

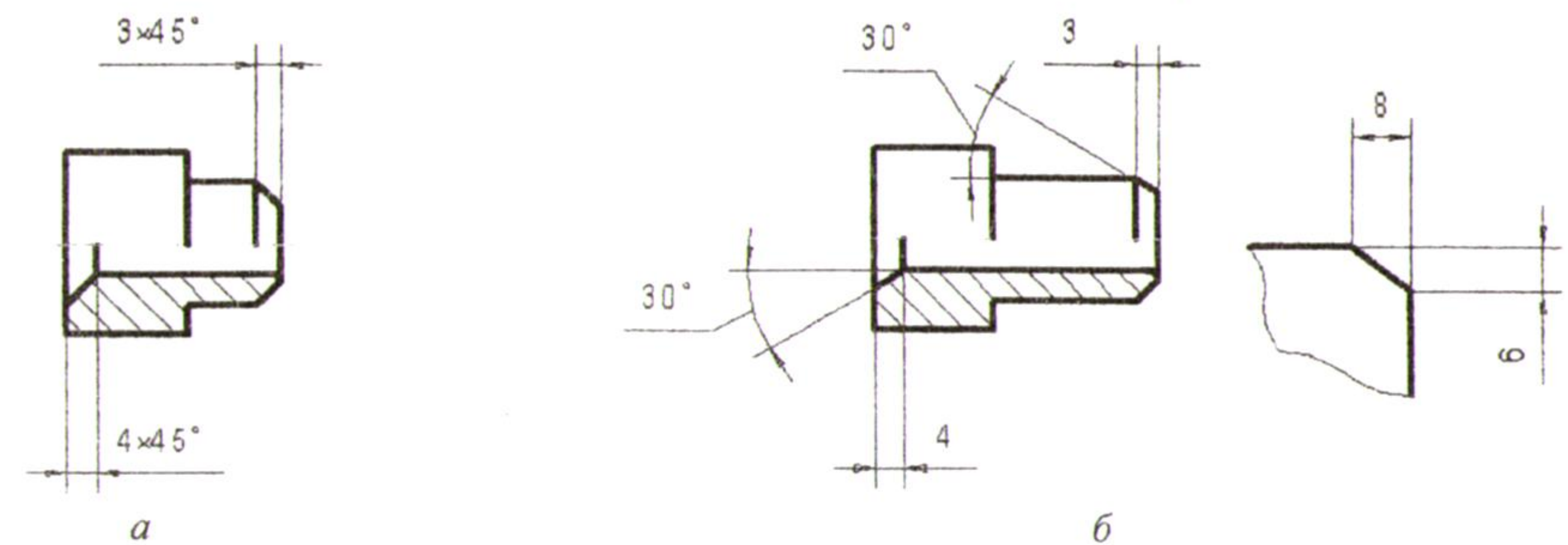


Рис. 2.11. Нанесение размера фаски:  
а – под углом  $45^\circ$ ; б – под углами не  $45^\circ$

Если на изображении совмещается вид с разрезом, то размеры, относящиеся к виду, помещают со стороны вида, а размеры, относящиеся к разрезу, помещают со стороны разреза (рис. 2.11).

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу

(пазу, выступу, отверстию и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая на том изображении, где форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 2.12);

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рис. 2.13, а).

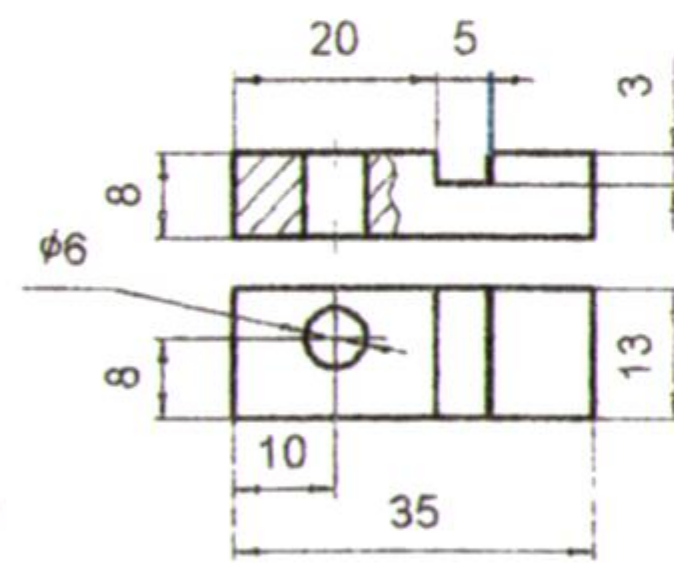


Рис. 2.12. Группировка размеров паза

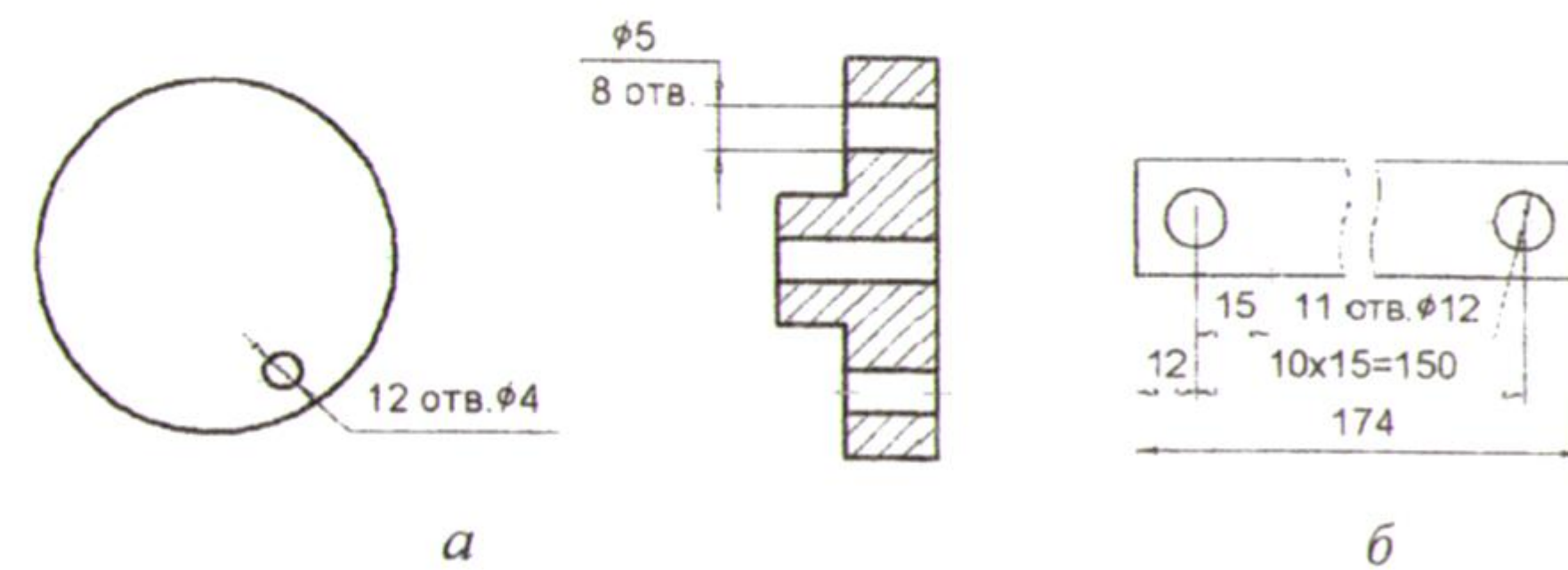


Рис. 2.13. Нанесение размеров элементов:  
а – по окружности; б – вдоль оси

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 2.13, б).

Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий (рис. 2.14).

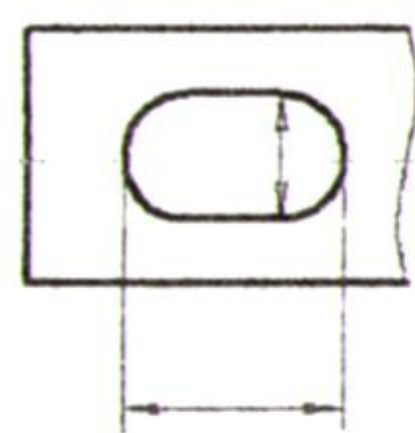


Рис. 2.14. Размер радиуса дуги не наносится

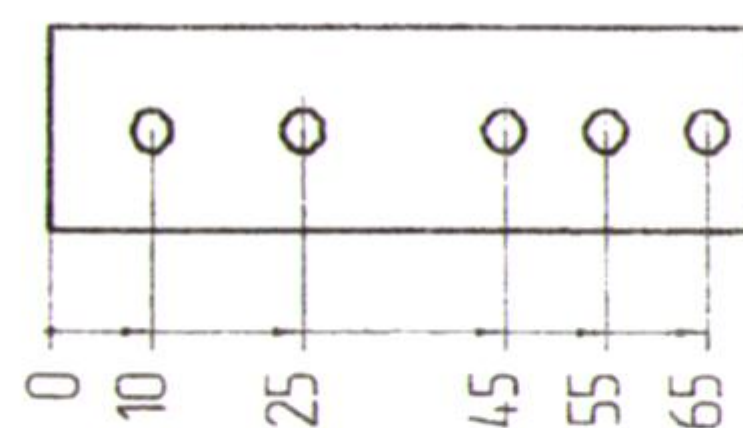


Рис. 2.15. Нанесение от общей базы большого количества размеров

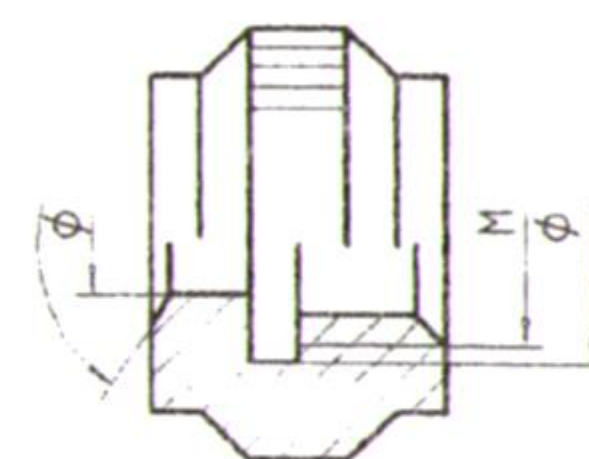


Рис. 2.16. Выполнение обрывов размерных линий

При большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные размеры, как показано на рис. 2.15, при этом проводят общую размерную линию от отметки «0» и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов.

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом и обрыв размерной линии делают дальше оси (рис. 2.16).

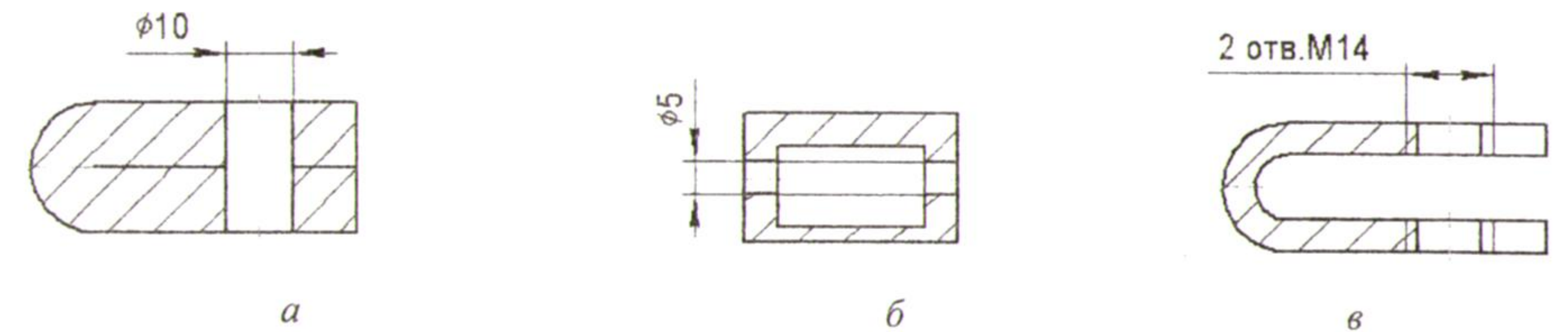


Рис. 2.17. Нанесение размеров для одинаковых элементов

Одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия (например, отверстия), рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка (рис. 2.17, а) или если эти элементы соединены тонкими линиями (рис. 2.17, б). При отсутствии этих условий указывают полное количество элементов (рис. 2.17, в).

### 2.3. Полуавтоматическое нанесение размеров

Размеры выражают основные геометрические характеристики объектов. Размеры бывают четырех основных типов: линейные, угловые, диаметральные, радиальные. Линейные размеры делятся на горизонтальные, вертикальные, параллельные, повернутые. Размерное обозначение для линейного размера может включать знак «Ø». Различают способы нанесения размеров от одной или нескольких общих баз, цепи размеров.

Двумерные редакторы предоставляют средства нанесения размеров, которые существенно упрощают этот трудоемкий процесс. Наиболее распространенным является режим полуавтоматического нанесения размеров. В этом режиме пользователю необходимо указать нужный элемент и установить размерное число в требуемую точку. На основе этих данных система автоматически формирует выносные и размерные линии и рассчитывает размерное число. Вид размеров и способов их ввода в базу данных определяется набором размерных переменных. Размерными переменными можно управлять. В большинстве систем предусматривается возможность создания ассоциативных размеров, которые автоматически пересчитываются и перерисо-

ываются при редактировании соответствующих фрагментов изображений.

**Размеры линейные.** В таблице перечислены типы линейных размеров, полуавтоматическое нанесение которых обеспечивается в двумерных редакторах.

Тип линейного размера	Пример нанесения размера
Обычный	
Несколько размеров от общей базы	
Цепь размеров	
С общей размерной базой	
С обрывом размерной линии	
Параллельный (размерная линия параллельна отрезку 12)	
Повернутый (размерная линия повернута на заданный угол)	

При вводе обычного (одиночного) горизонтального или вертикального размера необходимо указать точки 1 и 2 выхода выносных линий и точку 3 пересечения размерной линии со второй выносной линией. Система автоматически располагает выносные линии параллельно друг другу, а размерную линию – перпендикулярно им. Если длина размерной линии меньше суммарной длины двух стрелок, стрелки автоматически будут сформированы снаружи выносных линий.

Если нужно, чтобы размерная надпись сформировалась автоматически с простановкой квалитета и значений допусков, то пользователю следует выбрать из меню параметров задание квалитета.

Если отсутствует необходимость автоматического формирования размерной надписи, то текст надписи вводит пользователь, при этом по умолчанию предлагается надпись, содержащая только точное значение размера,

измеренное по координатам выносных линий.

Система автоматически определяет длину введенной размерной надписи, исходя из параметров текста. Если надпись помещается между выносными линиями, запрашивается подтверждение на такое ее размещение. В противном случае или при отказе пользователю предлагаются следующие варианты:

1. Указать положение надписи (по умолчанию).
2. Разместить надпись на полке.
3. Ручное размещение надписи.

**Размеры угловые.** На рис. 2.18 схематично показаны пять типов угловых размеров, полуавтоматическое нанесение которых поддерживается в двумерных редакторах. При вводе обычного (одиночного) углового размера отмечаются два непараллельных отрезка, между которыми нужно нанести размер, затем точка на размерной дуге, положение которой определяет радиус и сектор размерной линии. «Резиновые» окружности и радиус указывают



Рис. 2.18. Типы угловых размеров

текущее положение размера на чертеже. Режим установки параметров размера аналогичен рассмотренному ранее случаю нанесения линейных размеров. При автоматическом вводе размерной надписи в ней будут проставлены знаки градуса и минуты, а в случае ручного ввода текста эти символы должен вводить пользователь.

**Размеры диаметральные** рекомендуется проставлять только на окружности. Для ввода диаметрального размера необходимо указать точку на элементе. Размерная линия пройдет через центр окружности и указанную точку. Последовательность выбора параметров размера такая же, как и при простановке линейных размеров. Знак диаметра подставляется в текст размерной надписи автоматически. При необходимости размерная надпись может быть полностью введена с клавиатуры.

**Размеры радиальные** сопровождаются прописной буквой *R*, размещаемой перед размерным числом, при этом стрелка на размерной линии должна

упираться в дугу. Способ нанесения размера при различных положениях размерных линий (стрелок) определяется наибольшим удобством чтения. Для ввода нужного типа размера выбирают соответствующий вариант из меню.

Размеры толщины  $s$  или длины  $l$  можно нанести при помощи команды **Линия-выноска** со страницы **Обозначения**. При этом целесообразен следующий порядок действий:

- вызовите команду **Линия-выноска**;
- на панели свойств во вкладке **Параметры** раскройте окно **Стрелка** и выберите строку **Вспомогательная точка**;
- на вкладке **Текст** введите толщину или длину детали по типу  $s3$  или  $l200$ ;
- внутри контура детали укажите курсором точку начала линии-выноски, а затем точку начала полки;
- нажмите кнопку **Создать объект** на Панели свойств;
- размеры конусности и уклона наносятся аналогично размерам толщины и длины. При вводе текста дополнительно используется команда **Вставить спецзнак**.

### 3. ПРИМЕРЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ АССОЦИАТИВНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

#### 3.1. Формулировка учебных задач и пример представления исходных данных

Исходные графические данные для выполнения вариантов 1–24 учебных задач приведены в приложении, а для варианта 31 – в таблице.

ВАРИАНТ 31		Виды						Элементы дерева модели	
		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Снизу		Справа
Данные по нанесению размеров в видах									
Количество размеров	Горизонтальные	4	2	–	4	3	4	1	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	2	1	–	2	4	5	2	Операция выдавливания: 2
	Диаметральные	1	–	–	–	–	–	–	Операция выдавливания: 3
	Радиальные	5	–	1	2	2	2	–	Операция выдавливания: 4
	Фасок	1	1	–	–	–	–	–	Вырезать элемент выдавл.: 1
	Прочие	2	1	–	1	–	–	–	Вырезать элемент выдавл.: 2
Задание		31.1	31.2			31.3			
31.1. Пластина								2 отв. $\phi 16$ 	
31.3. Крышка									
31.2. Опора								Отверстие и дугу вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу $8^\circ$	
Примечание. Линейные размеры могут включать знак « $\phi$ »									

Остановимся на формулировках учебных задач:

1. По заданному изображению выполнить твердотельную модель и ассоциативный чертеж пластины. Материал: Лист АДО 3 ГОСТ 21631–76.

2. Создать твердотельную модель опоры, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке. В ассоциативном чертеже выполнить профильный разрез. Материал: Сплав АК7 ГОСТ 1583–93.

3. По заданному изображению выполнить твердотельную модель и ассоциативный чертеж детали «Крышка». Материал: Сталь 15Л ГОСТ 977–88.

4. По заданному изображению выполнить твердотельную модель и ассоциативный чертеж детали «Кронштейн». Материал: Сталь 15Л ГОСТ 977–88.

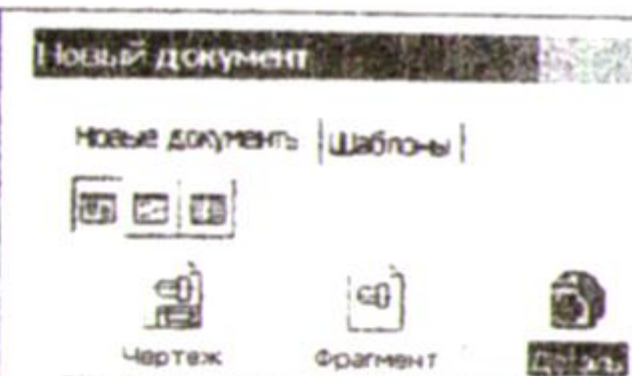
При выполнении задач 1–3 необходимо учитывать представленные данные по нанесению размеров в видах. При выполнении задачи 3 следует также выполнять рекомендации по содержанию дерева модели.

При назначении размеров необходимо учитывать требования ГОСТ 6636–69.

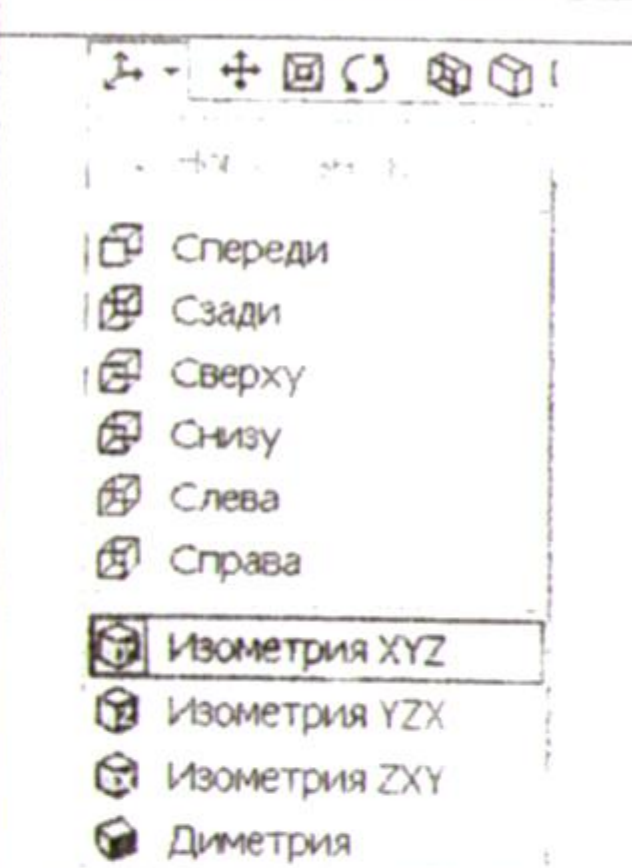
### 3.2. Моделирование и выполнение чертежа пластины

#### 3.2.1. Создание модели

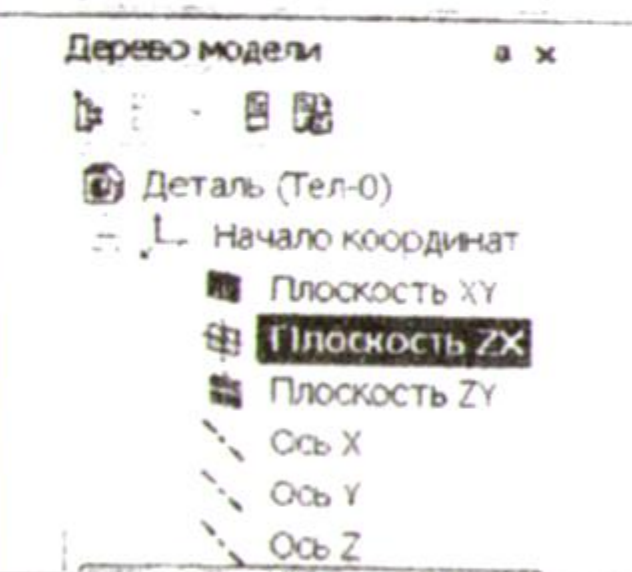
1. Для создания модели новой детали выполните команду **Файл / Создать / Деталь** или нажмите кнопку **Создать** на **Стандартной панели**. В открывшемся окне выберите тип нового документа.



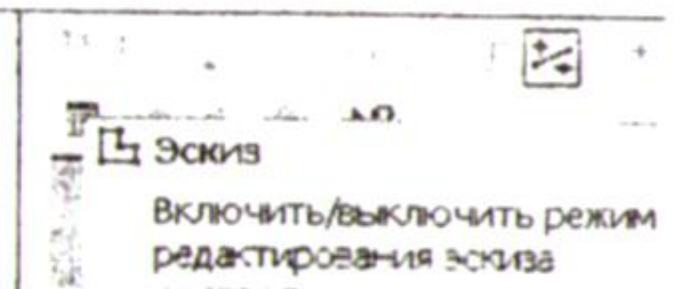
2. На панели **Вид** нажмите кнопку списка справа от кнопки **Ориентация** и укажите вариант **Изометрия XYZ**.



3. В Дереве модели укажите **Плоскость ZX**.



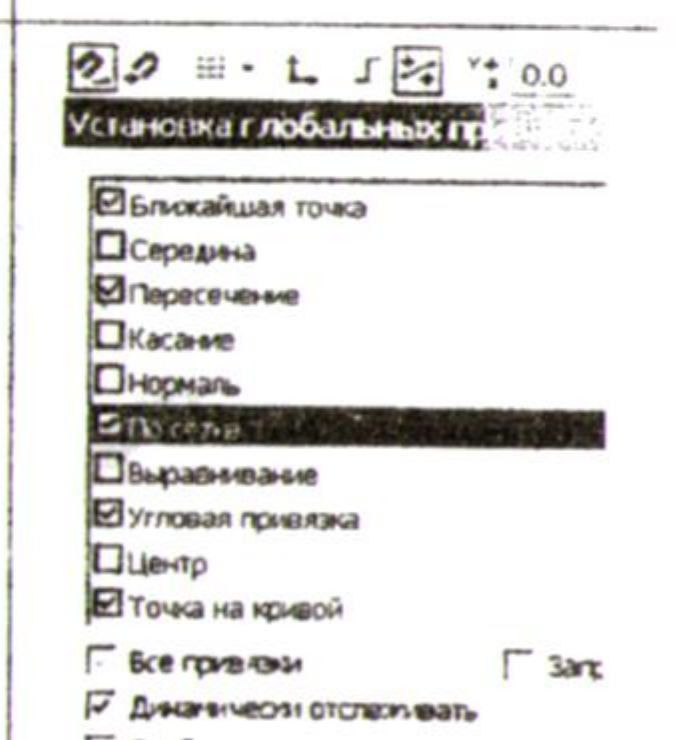
4. Нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. **Плоскость ZX** станет параллельной экрану.



5. В появившейся Компактной панели нажмите кнопку переключения **Геометрия** для вызова соответствующей **Инструментальной панели**.



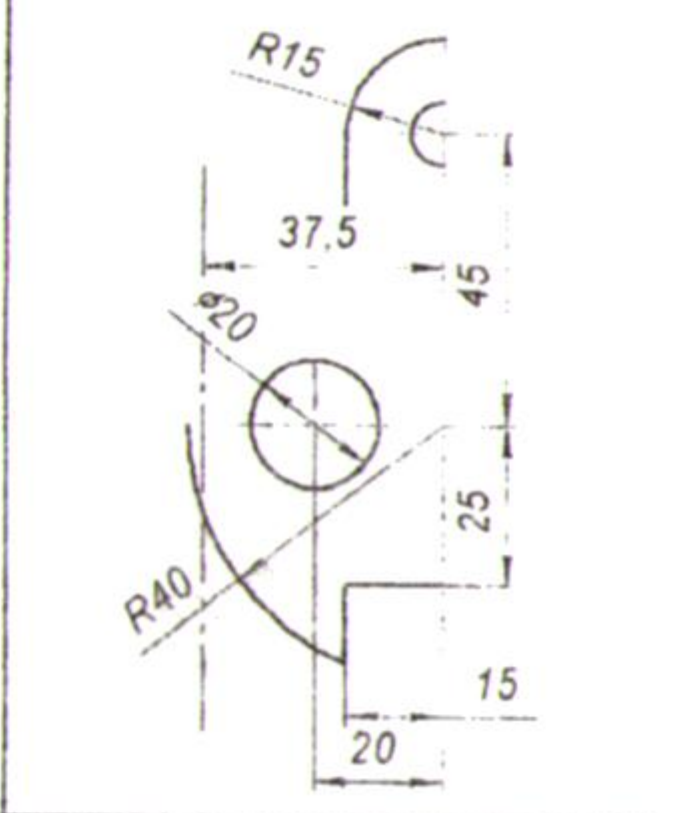
6. На панели **Глобальные привязки** включите привязку **По сетке**, а также режим **Изображение сетки на экране**.



7. В режиме **Геометрия** с помощью команд **Непрерывный ввод объектов**, **Дуга**, **Окружность**, **Отрезок** по сетке начните выполнение эскиза.

Осевые линии нарисуйте, выбрав соответствующий стиль. Нанесите параметрические размеры.

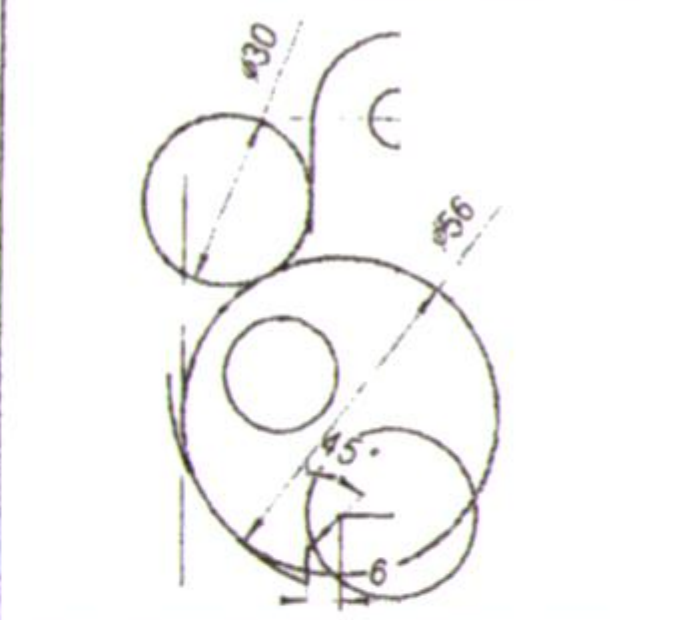
Используя команду **Выровнять по границе** с панели **Редактирование**, получите стык дуги  $R40$  и вертикального отрезка в одной точке.



8. Используя команду **Окружность, касательная к 2 кривым**, постройте окружность заданного диаметра, например 56 мм.

Используя команду **Окружность, касательная к 2 кривым**, постройте окружность заданного диаметра, например 30 мм.

Постройте фаску по размерам, используя команду **Фаска**.

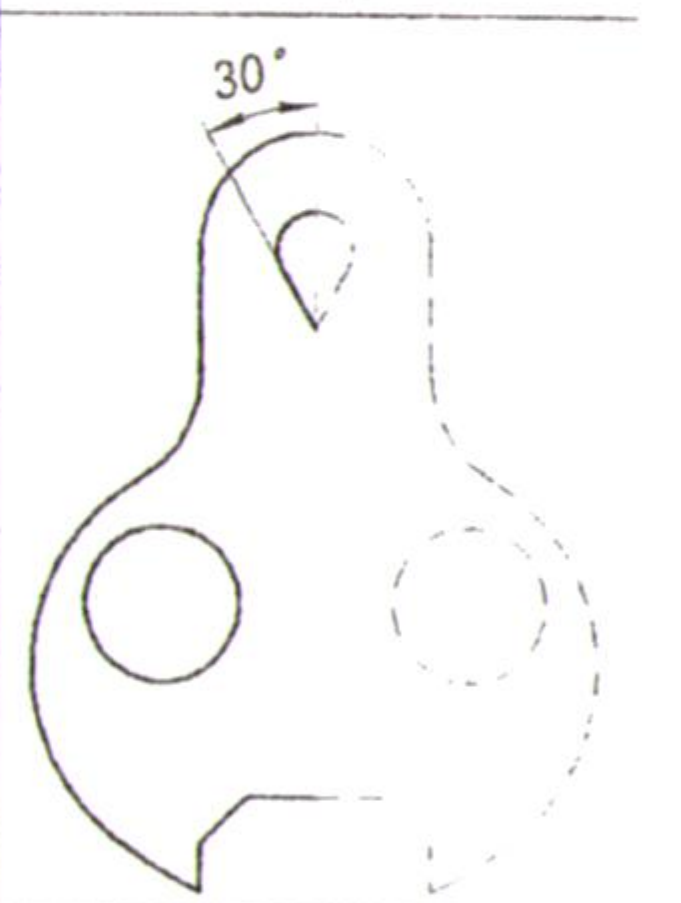


9. Вызовите команду **Редактор / Удалить / Часть кривой** и состыкуйте дуги.

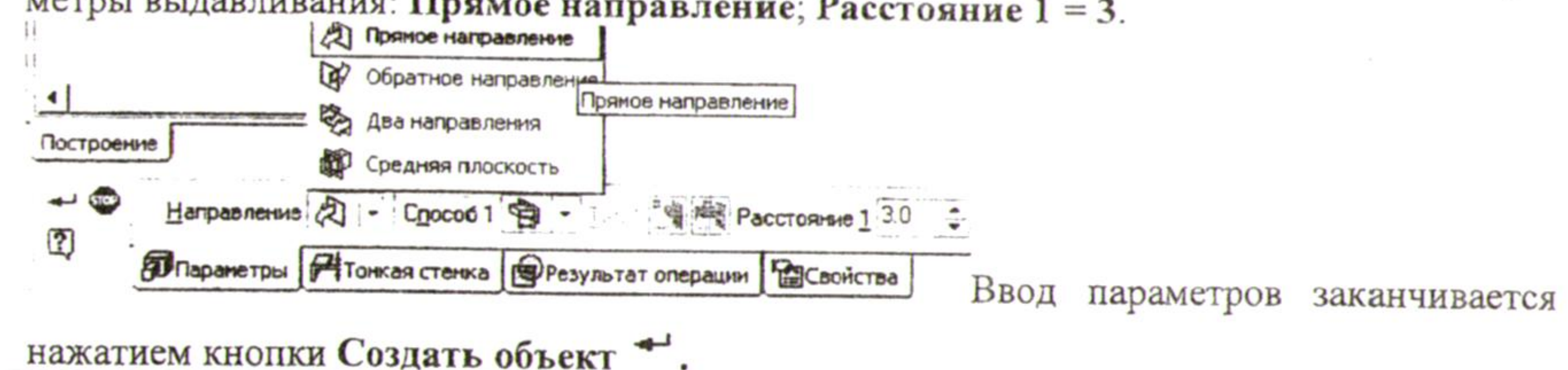
Используя команду **Касательный отрезок через внешнюю точку**, постройте отрезок через точку на осевой. Задайте угол между отрезком и осевой.

Выполните команду **Редактор / Выделить все** и **Редактор / Симметрия**.

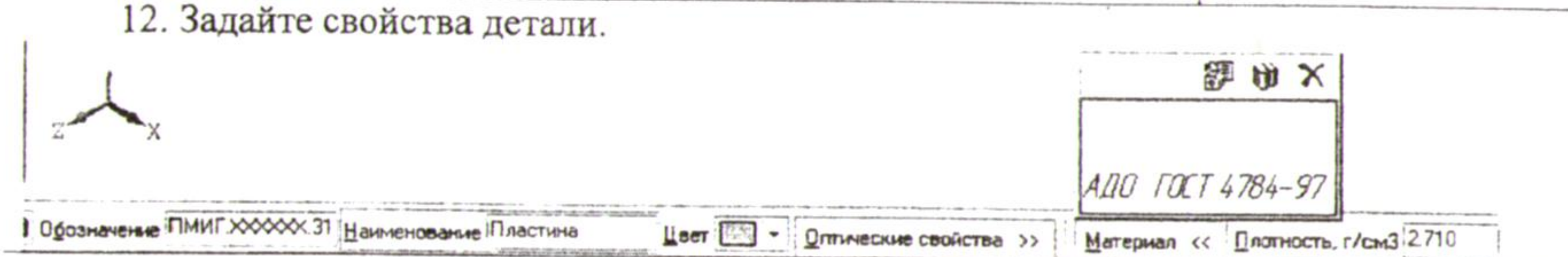
Заканчивается эскиз повторным нажатием кнопки **Эскиз**.



10. Нажмите кнопку **Операция выдавливание** на панели **Редактирования детали**. Внизу экрана появляется **Панель свойств**, на которой устанавливаем параметры выдавливания: **Прямое направление**; **Расстояние 1 = 3**.

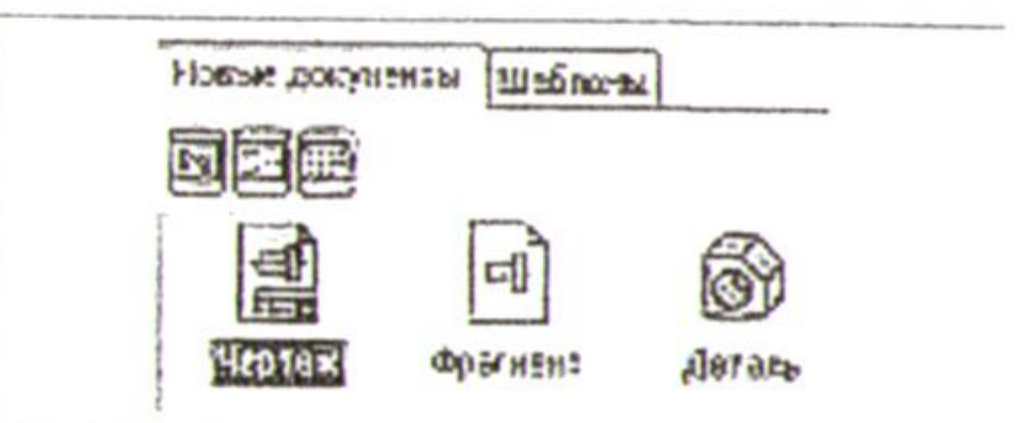


11. После выбора на панели **Вид** команды **Полутоновое изображение** получится показанное изображение основания пластины. Сохраните файл с именем **Пластина**.

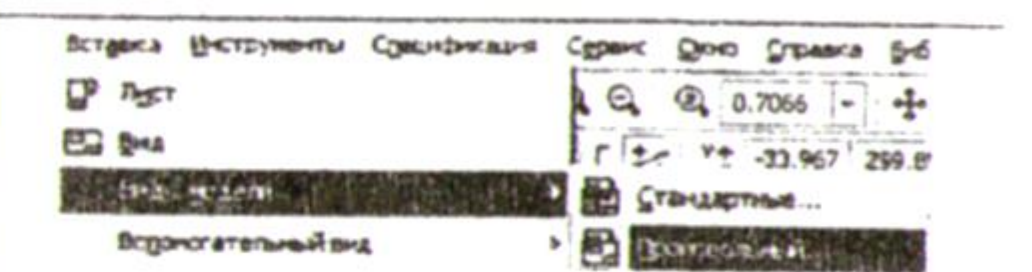


### 3.2.2. Ассоциативный чертеж

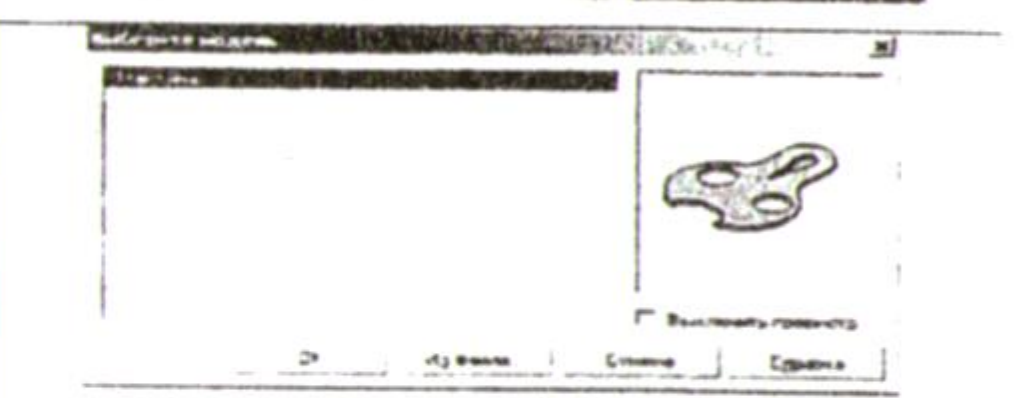
1. Для создания чертежа выполните команду **Файл / Создать / Чертеж**. Сохраните чертеж на диске под именем **Пластина** в той же папке, что и файл трехмерной модели.



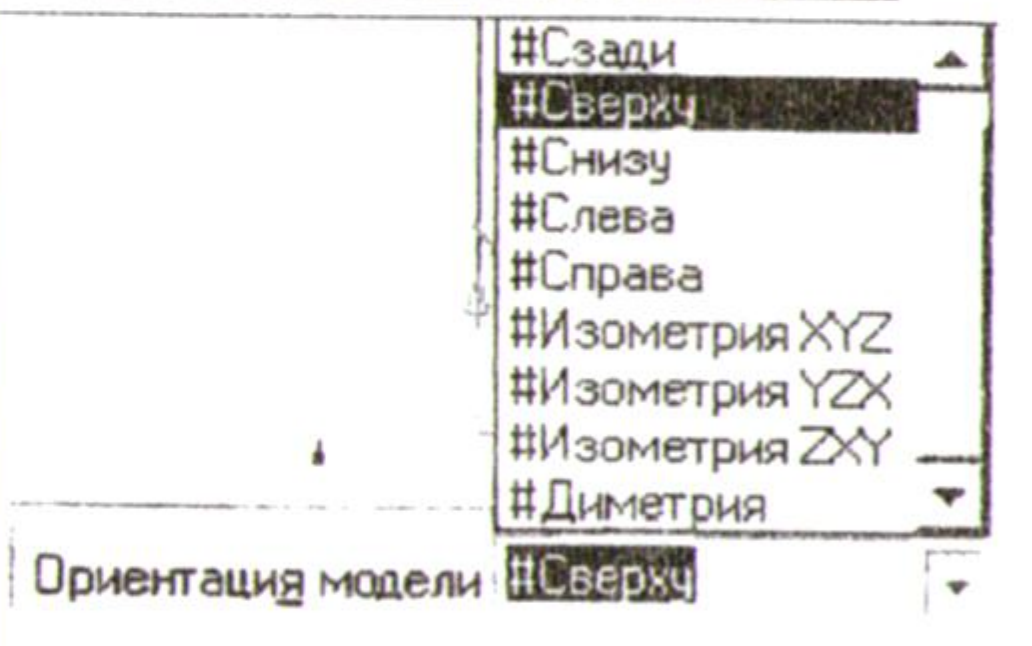
2. Для создания единственного вида выполните команду **Вставка / Вид с модели / Произвольный**.



3. Откройте документ **Пластина**.

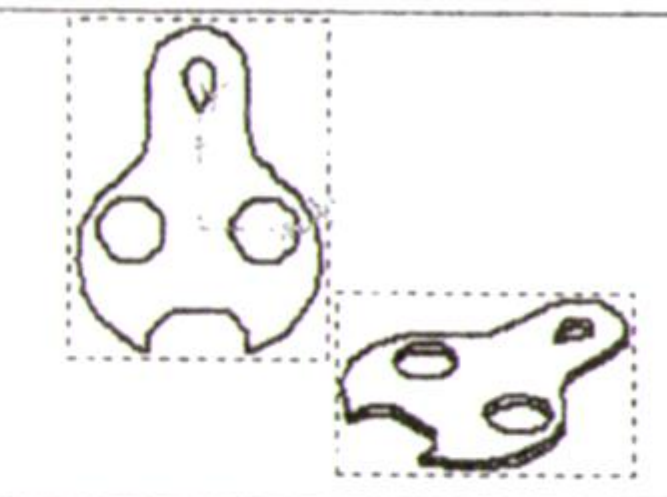


4. На вкладке **Параметры** Панели свойств в поле **Ориентация главного вида** отображается название ориентаций модели на главном виде чертежа. По умолчанию для построения главного вида выбрана ориентация **Спереди**. Вы можете определить для построения вида спереди любую другую ориентацию модели, выбрав ее из списка ориентаций. Задайте **Сверху**.

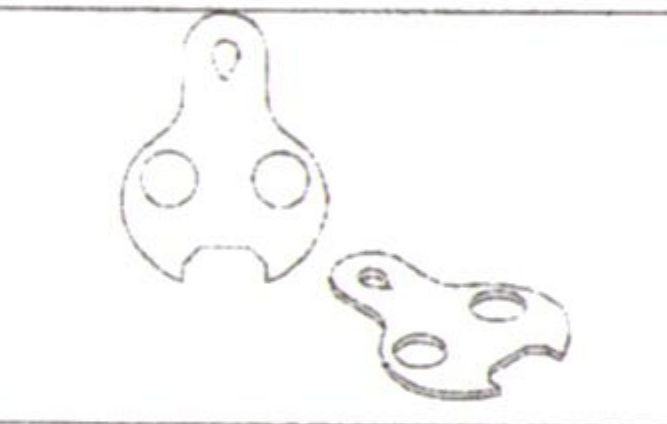


Расположите фантом в поле чертежа.

5. Для включения в чертеж аксонометрической проекции выполните команду **Вставка / Вид с модели / Произвольный**. Откройте документ **Пластина**. На вкладке **Параметры** Панели свойств в поле **Ориентация главного вида** задайте **Изометрия XYZ**. Расположите фантом изометрии в поле чертежа.



6. Для обеспечения соответствия плоского изображения пластины и аксонометрической проекции по ГОСТ 2.317-69 выполните команду **Симметрия** для изображения **Изометрия XYZ**.



На рис. 3.1 представлен пример выполнения ассоциативного чертежа пластины.

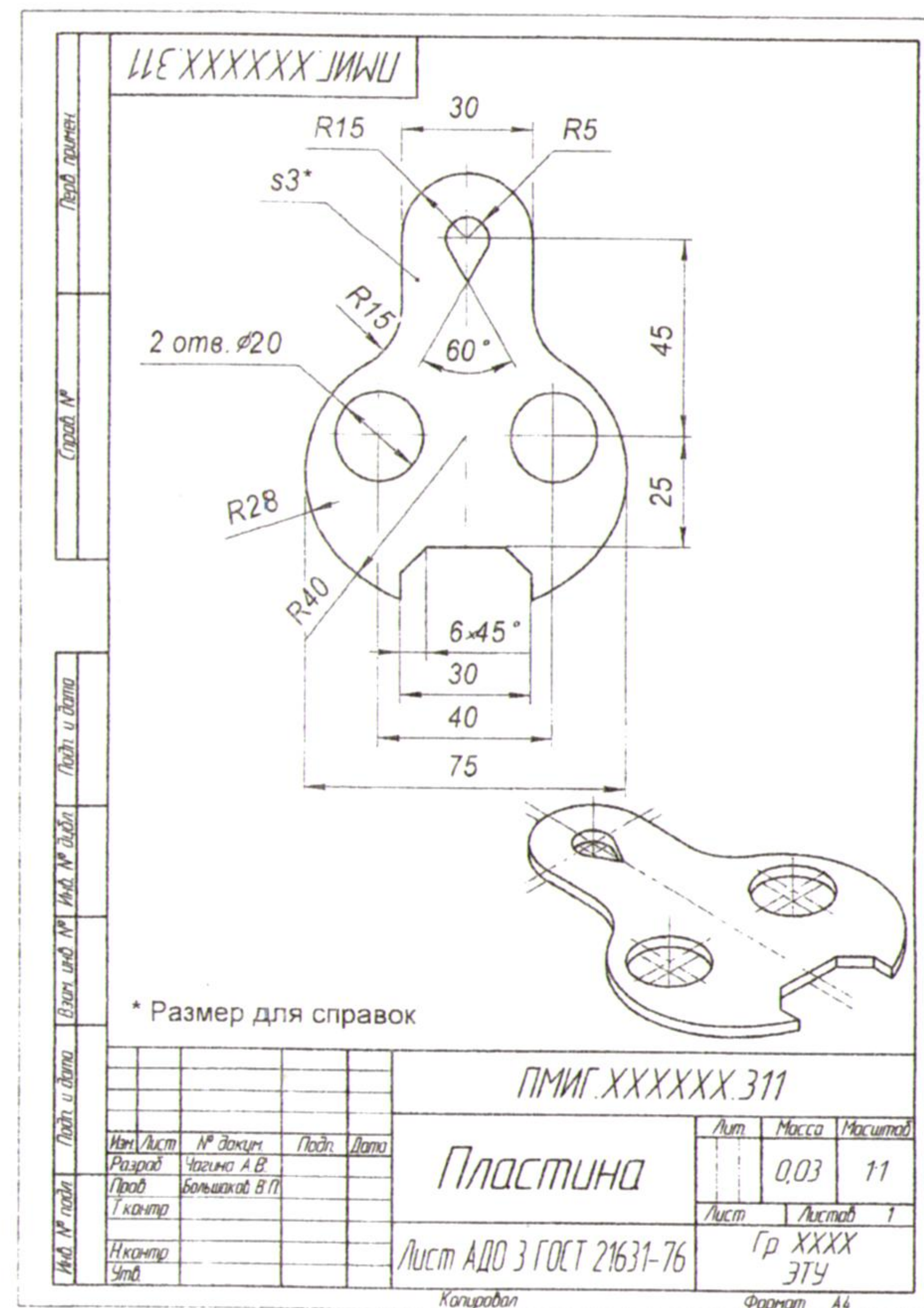
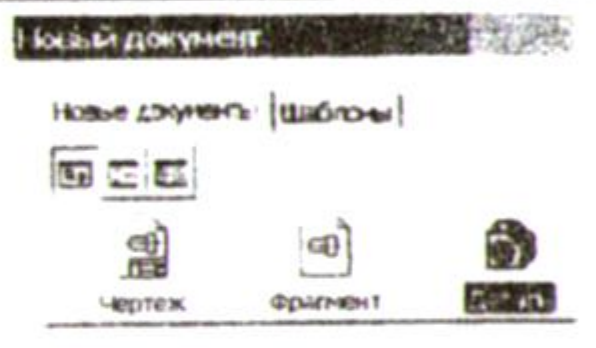
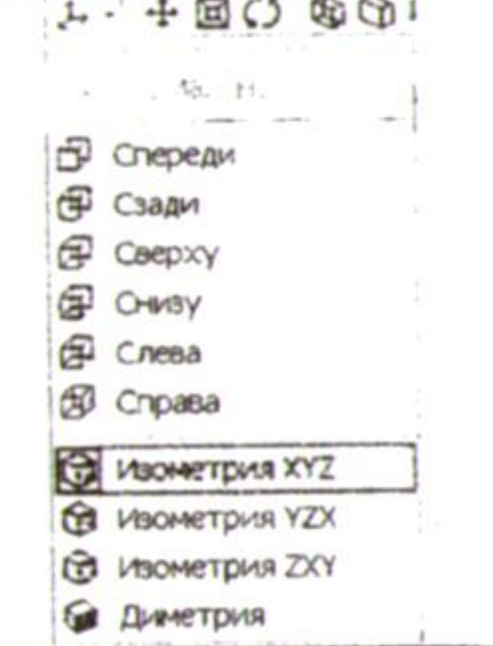
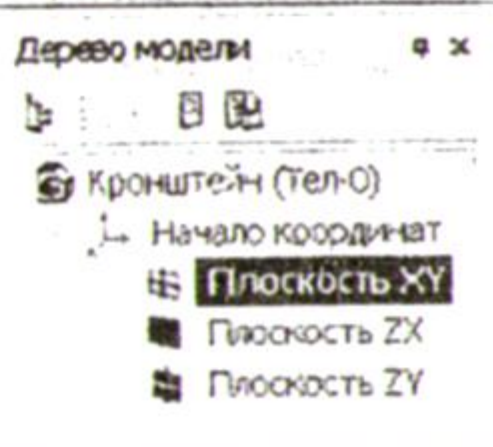
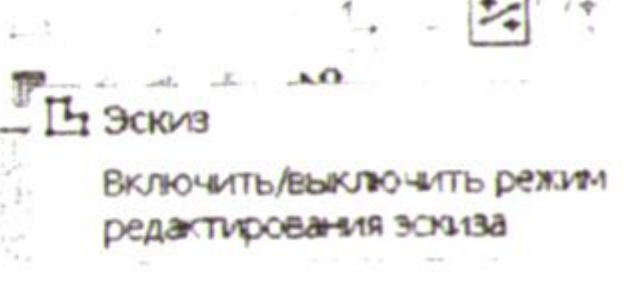

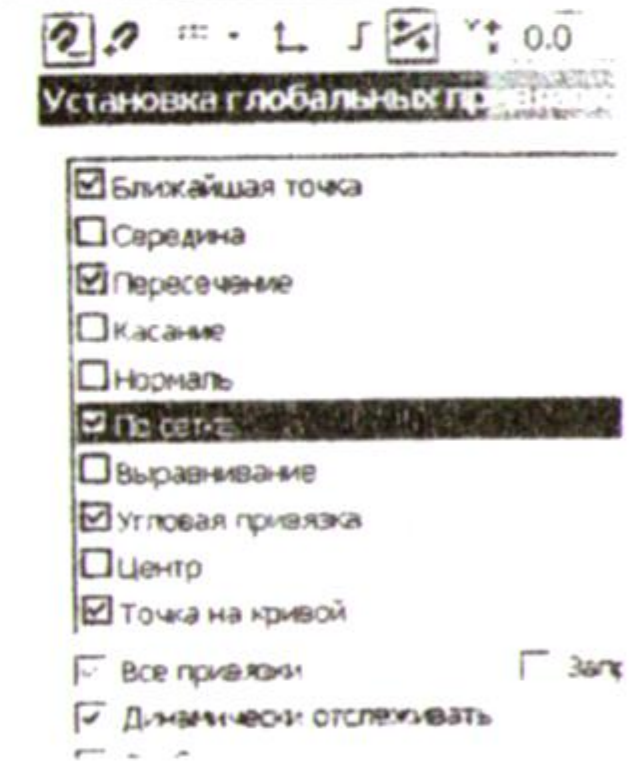


Рис. 3.1. Чертеж пластины

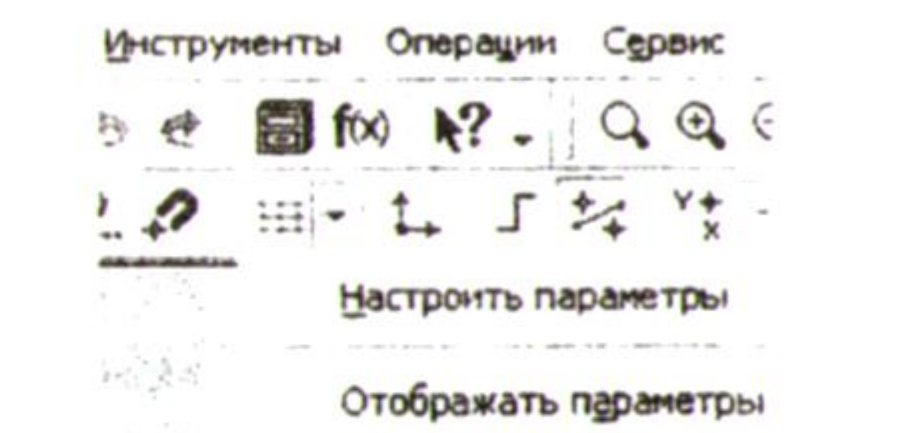
Следует отметить одну особенность чертежа: заданная форма пластины такова, что на чертеже отсутствует вертикальный габаритный размер.

### 3.3. Моделирование и выполнение чертежа опоры

#### 3.3.1. Создание модели

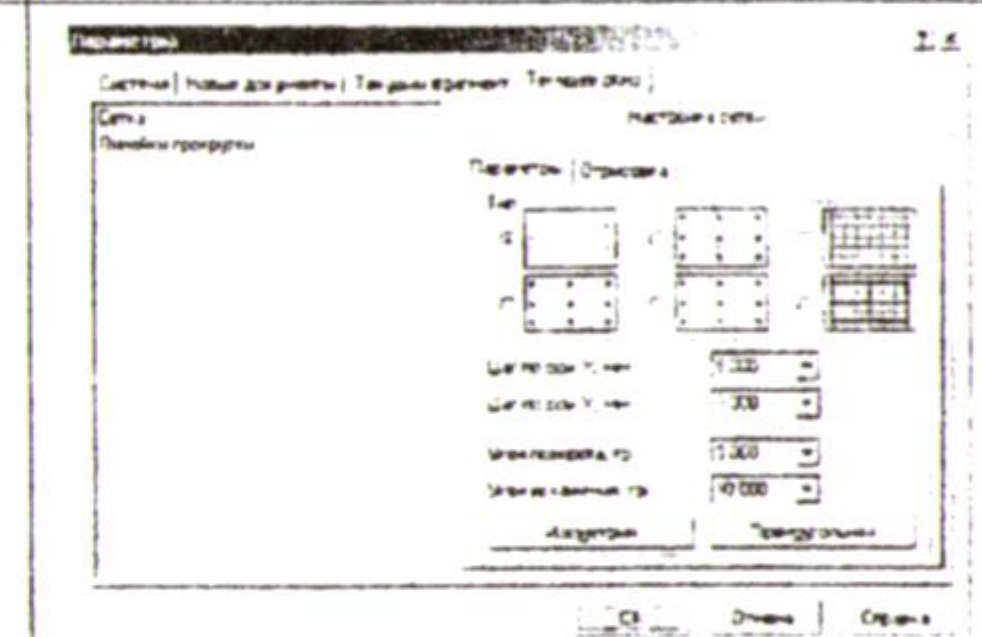
<p>1. Для создания модели новой детали выполните команду <b>Файл / Создать</b> или нажмите кнопку <b>Создать</b> на <b>Стандартной панели</b>. В открывшемся окне выберите тип нового документа <b>Деталь</b>.</p>	
<p>2. На панели <b>Вид</b> нажмите кнопку списка справа от кнопки <b>Ориентация</b> и укажите вариант <b>Изометрия XYZ</b>.</p>	
<p>3. В Дереве модели укажите <b>Плоскость XY</b>.</p>	
<p>4. Нажмите кнопку <b>Эскиз</b> на панели <b>Текущее состояние</b>. <b>Плоскость XY</b> станет параллельной экрану.</p>	
<p>5. В появившейся Компактной панели нажмите кнопку переключения <b>Геометрия</b> для вызова соответствующей <b>Инструментальной панели</b>.</p>	
<p>6. На панели <b>Глобальные привязки</b> включите привязку <b>По сетке</b>, а также режим <b>Изображение сетки на экране</b>.</p>	

7. Вызовите команду **Настроить параметры**.

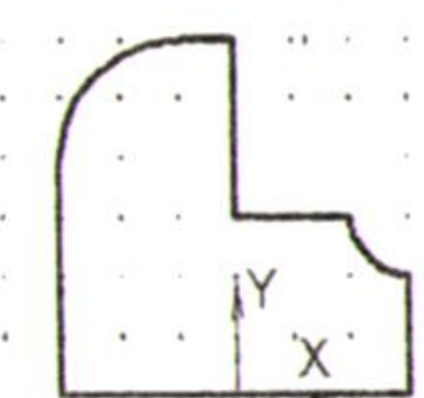


8. В активном окне выполните установку параметров сетки:

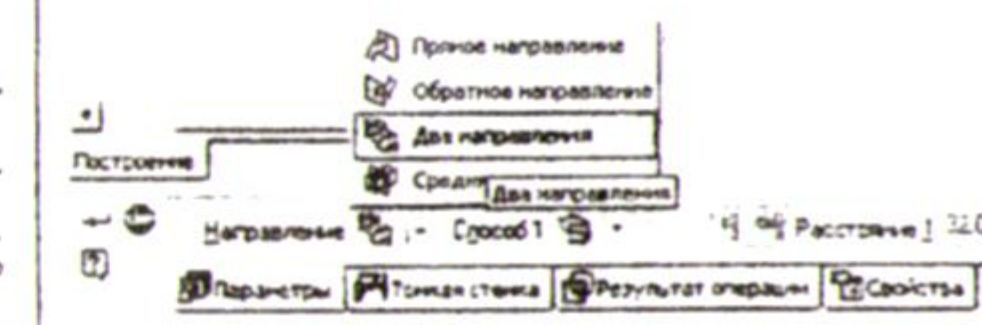
Шаг по оси X: **8.000**;  
Шаг по оси Y: **8.000**.



9. В режиме **Геометрия** с помощью команд **Непрерывный ввод объектов** и **Дуга** по сетке нарисуйте эскиз основания детали. Заканчивается эскиз повторным нажатием кнопки **Эскиз**.



10. Нажмите кнопку **Операция выдавливание** на панели **Редактирования детали**. Внизу экрана появляется **Панель свойств**, на которой устанавливаем параметры выдавливания: **Два направления**; **Расстояние 1 – 32.0**; **Расстояние 2 – 32.0**. Ввод параметров заканчивается нажатием кнопки **Создать объект**.

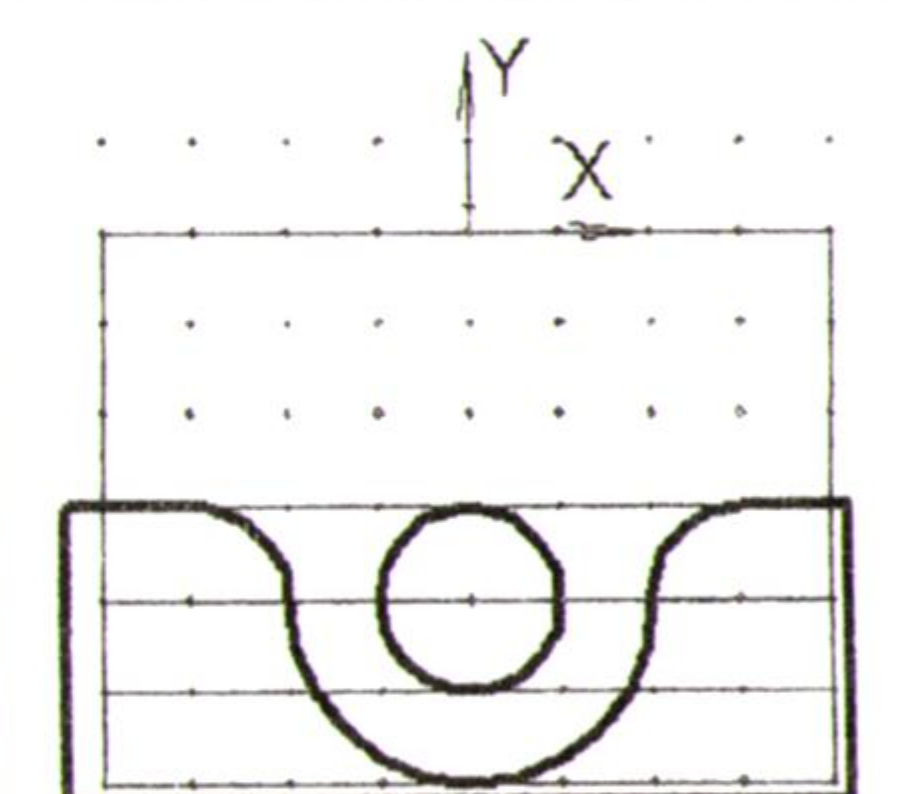


11. После выбора на панели **Вид** команды **Полутонное изображение** получится показанное изображение основания опоры.




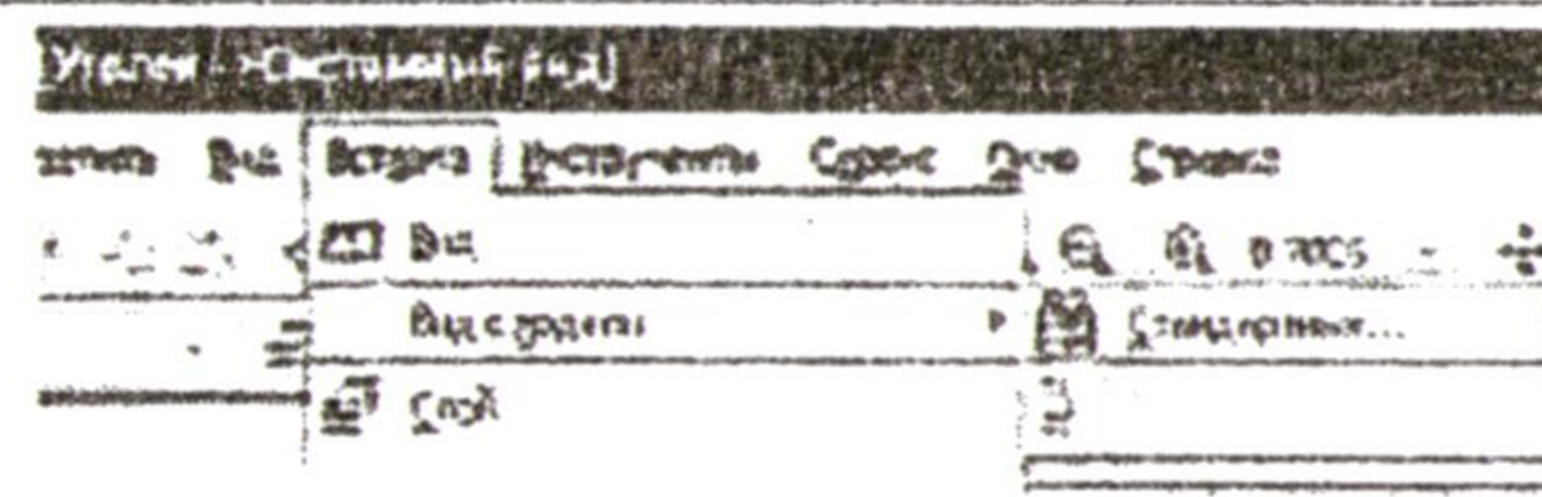
12. Для удаления материала из основания в Дереве модели укажите **Плоскость ZY**. Нажмите кнопку **Эскиз**. **Плоскость ZY** станет параллельной экрану. В появившейся **Компактной панели** нажмите кнопку переключения **Геометрия** для вызова соответствующей **Инструментальной панели**.


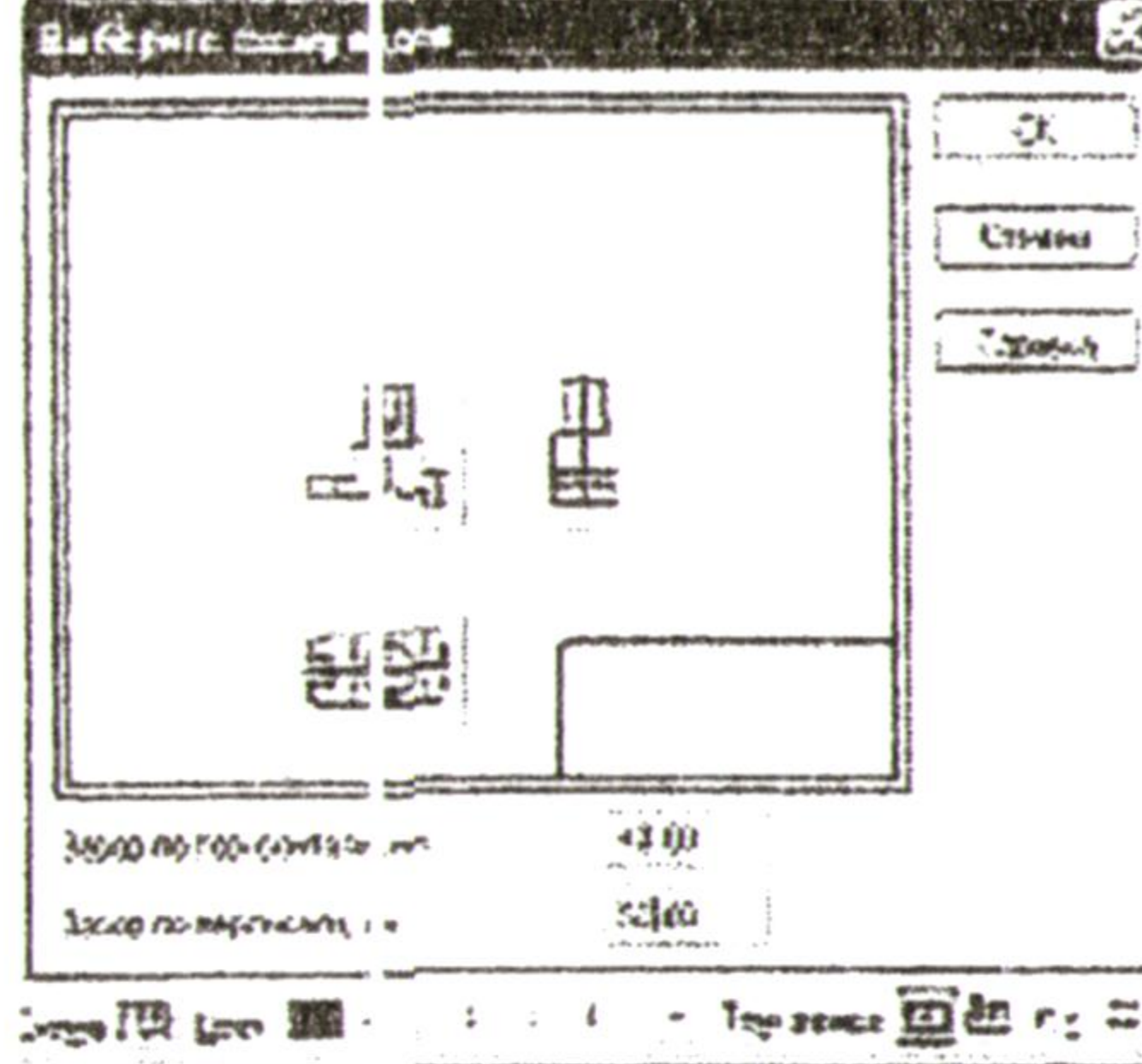
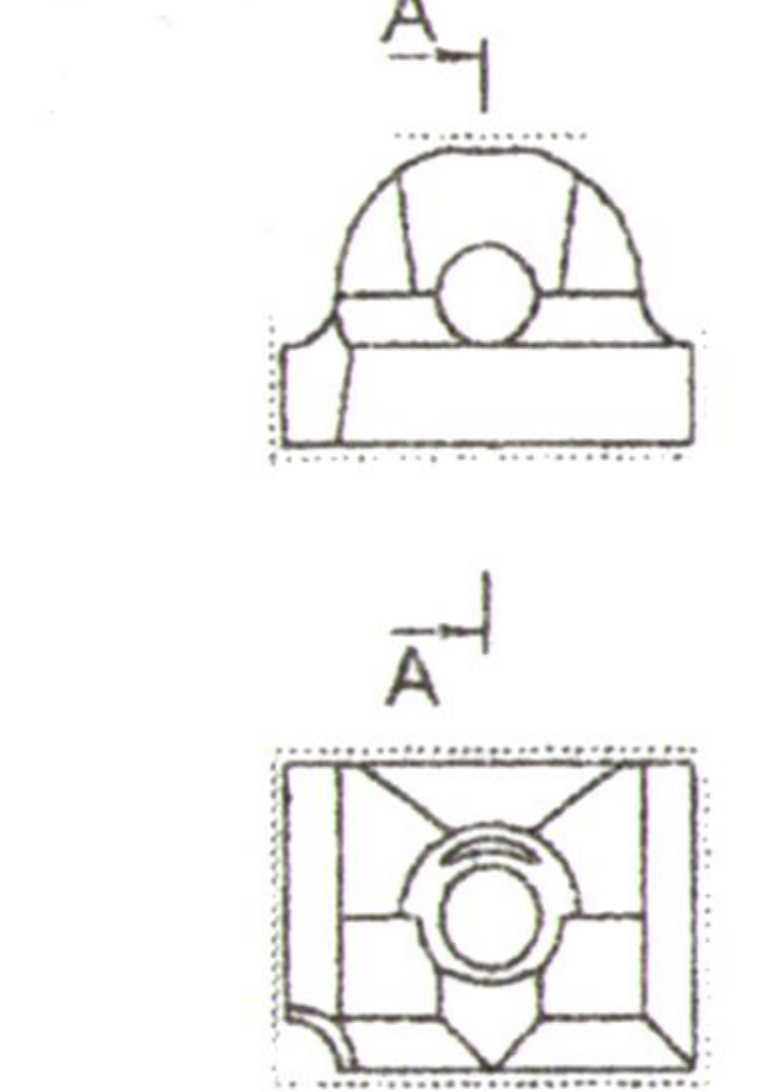
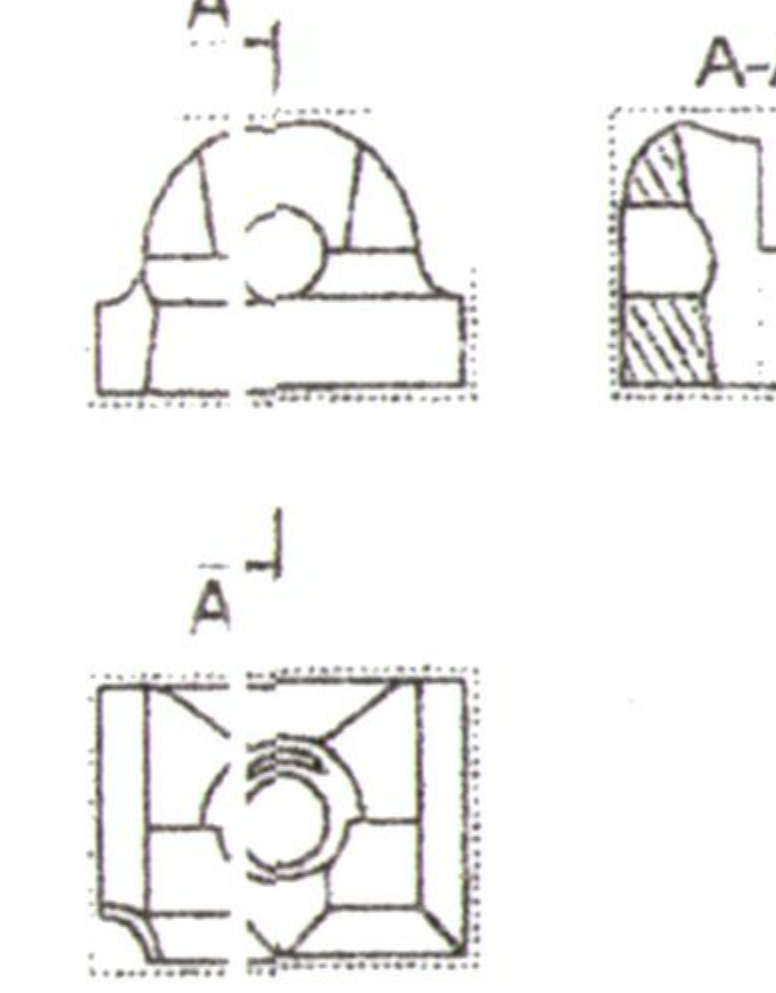
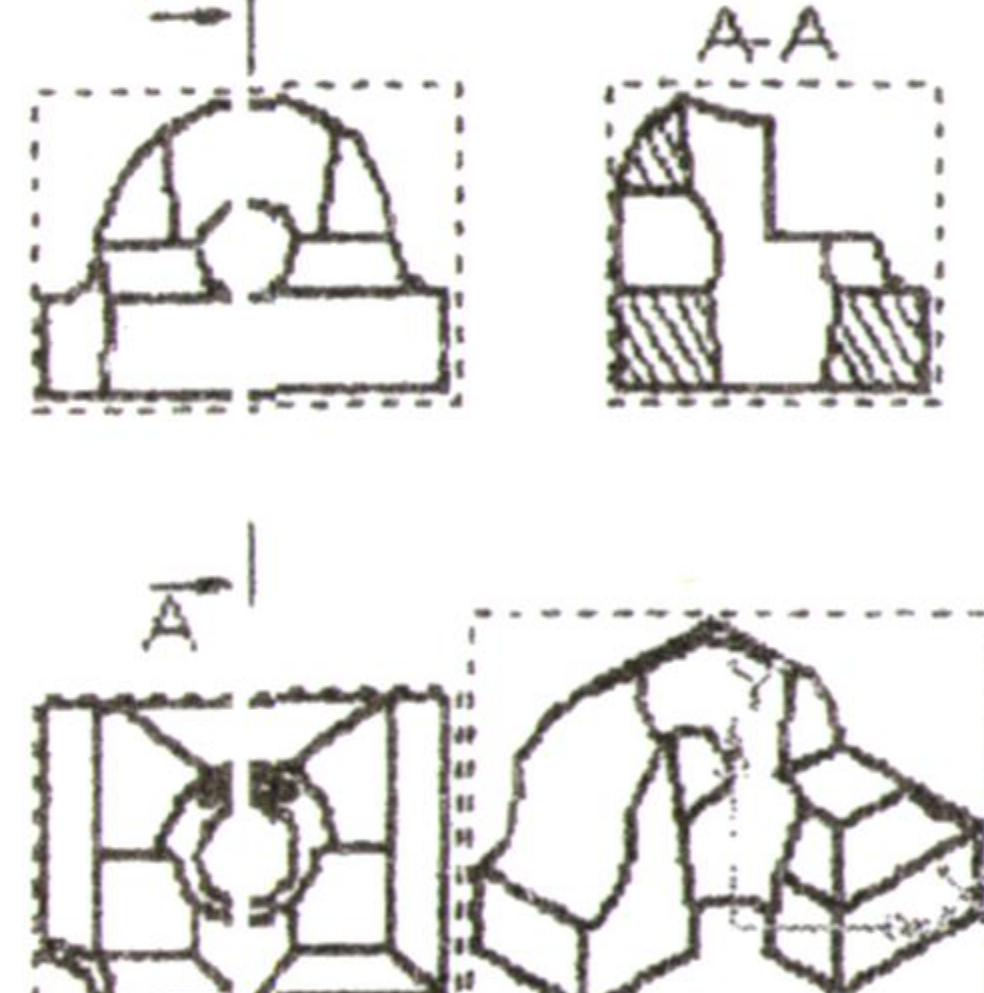
Используя команды **Непрерывный ввод объектов**, **Дуга**, **Окружность**, прорисуйте элементы для последующего вырезания. Заканчивается эскиз повторным нажатием кнопки **Эскиз**.



<p>13. Нажмите на <b>Инструментальной панели</b> кнопку <b>Вырезать выдавливанием</b> . В <b>Панели свойств</b> укажите следующие параметры: <b>Два направления</b>, <b>Через все</b>. Ввод параметров заканчивается нажатием кнопки <b>Создать объект</b>.</p> <p>После нажатия кнопки <b>Полутоновое изображение</b> на <b>Панели управления</b> получится следующее показанное изображение создаваемой модели.</p>	
<p>14. Выберите <b>Плоскость ZY</b>. Выполните эскиз в виде двух окружностей.</p> <p>Нажмите кнопку <b>Вырезать выдавливанием</b> . В <b>Панели свойств</b> укажите следующие параметры: <b>Обратное направление</b>, <b>Через все</b>, <b>Уклон наружу</b>, <b>Угол 2: 8.0</b>.</p>	
<p>15. Ввод параметров заканчивается нажатием кнопки <b>Создать объект</b>.</p> <p>После нажатия кнопки <b>Полутоновое изображение</b> получится следующее показанное изображение создаваемой модели.</p> <p>Сохраните файл с именем <b>Опора</b>.</p>	
<p>16. Задайте свойства детали. Обозначение: ПМИГ.XXXXXX.312. Наименование: Опора. Материал: Сплав АК7 ГОСТ 1593–93.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="252 997 341 1060">  </div> <div data-bbox="994 976 1187 1102">  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;">         Обозначение: ПМИГ.XXXXXX.312    Наименование: Опора    Цвет:     Оптические свойства &gt;&gt;    Материал &lt;&lt;    Плотность: г/см3 2.70     </div>	
<p>17. Для формирования выреза выберите <b>Плоскость ZX</b>. В созданном эскизе нарисуйте 2 отрезка. Закрыв эскиз, в меню <b>Операции</b> выберите команду <b>Сечение по эскизу</b>. После нажатия кнопки <b>Создать объект</b> получим модель с вырезом.</p> <p>Сохраните файл с именем <b>Опора_1</b>.</p>	

### 3.3.2. Ассоциативный чертеж

<p>1. Для создания чертежа выполните команду <b>Файл / Создать / Чертеж</b>.</p> <p>Сохраните чертеж на диске под именем <b>Опора</b> в той же папке, что и файл трехмерной модели.</p>	
<p>2. Для создания стандартных видов выполните команду <b>Вставка / Вид с модели / Стандартные</b>.</p> <p>Откройте документ <b>Опора</b>.</p>	

<p>3. На вкладке <b>Параметры</b> панели свойств в поле <b>Ориентация главного вида</b> задайте <b>Справа</b>. Включите флажок <b>Линии переходов</b>.</p>	
<p>4. Нажмите кнопку <b>Схема видов</b>. В поля <b>Зазор по горизонтали</b> и <b>Зазор по вертикали</b> введите расстояние между видами в горизонтальном направлении <b>40 мм</b> и вертикальном – <b>50 мм</b>, укажите курсором на пунктирную габаритную рамку вида слева (по ГОСТ 2.305–68). Нажмите кнопку <b>ОК</b>. Расположите фантом стандартных видов в поле чертежа. На чертеже останутся 2 вида: главный и сверху.</p>	
<p>5. Сделайте текущим <b>Проекционный вид 1</b>. Включите привязку <b>Выравнивание</b>. На панели <b>Обозначения</b> включите кнопку <b>Линия разреза</b>. Укажите на вертикали, проходящей через центр отверстия, 2 точки, через которые должна пройти линия разреза. Перемещением курсора расположите стрелки слева от линии сечения.</p>	
<p>6. После этого система перейдет в режим автоматического построения разреза – укажите его положение на чертеже. Система создаст новый вид и сделает его текущим.</p>	
<p>7. Для включения в чертеж аксонометрической проекции выполните команду <b>Вставка / Вид с модели / Произвольный</b>. Откройте документ <b>Опора_1</b>. На вкладке <b>Параметры</b> панели свойств в поле <b>Ориентация главного вида</b> задайте <b>Изометрия XYZ</b>. Расположите фантом изометрии в поле чертежа.</p>	

Создаваемый ассоциативный чертеж в системе КОМПАС-3D может иметь определенные отступления от требований ЕСКД (например, на разрезе штрихуются ребра жесткости), устранить которые в получаемых изображениях невозможно, так как изображения недоступны для редактирования.

Чтобы создаваемый чертеж полностью соответствовал требованиям ЕСКД, необходимо разрушить ассоциативные связи в видах и выполнить необходимое редактирование. После этого редактирования, нанесения осевых линий и размеров чертеж принимает вид, показанный на рис. 3.2.

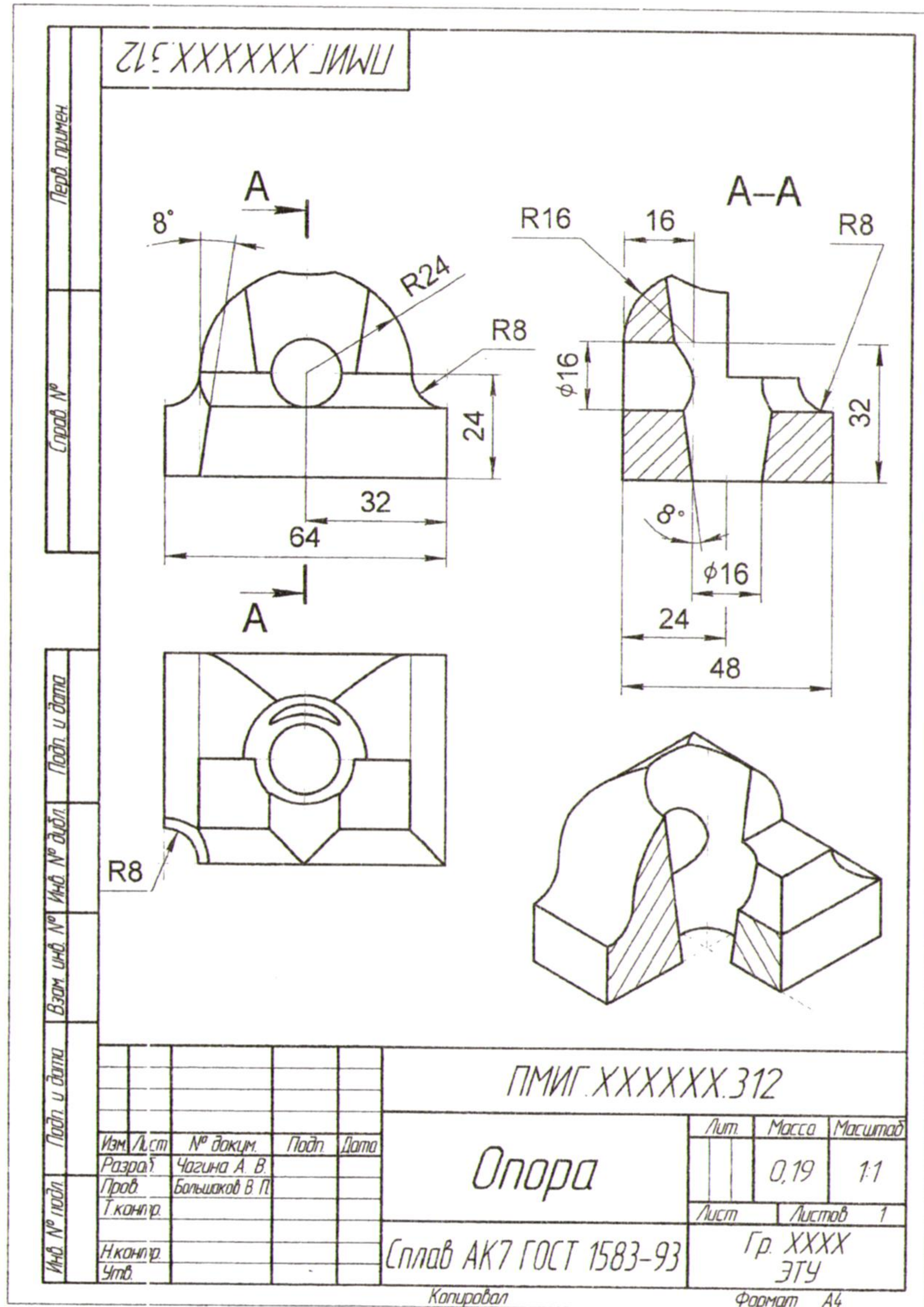


Рис. 3.2. Чертеж опоры

### 3.4. Моделирование и выполнение чертежа крышки

#### 3.4.1. Этапы создания модели

На рис. 3.3 раскрыты этапы построения трехмерной модели детали «Крышка» с указанием используемых команд. Вырез, сделанный на последнем этапе, дает более полное представление о форме крышки.

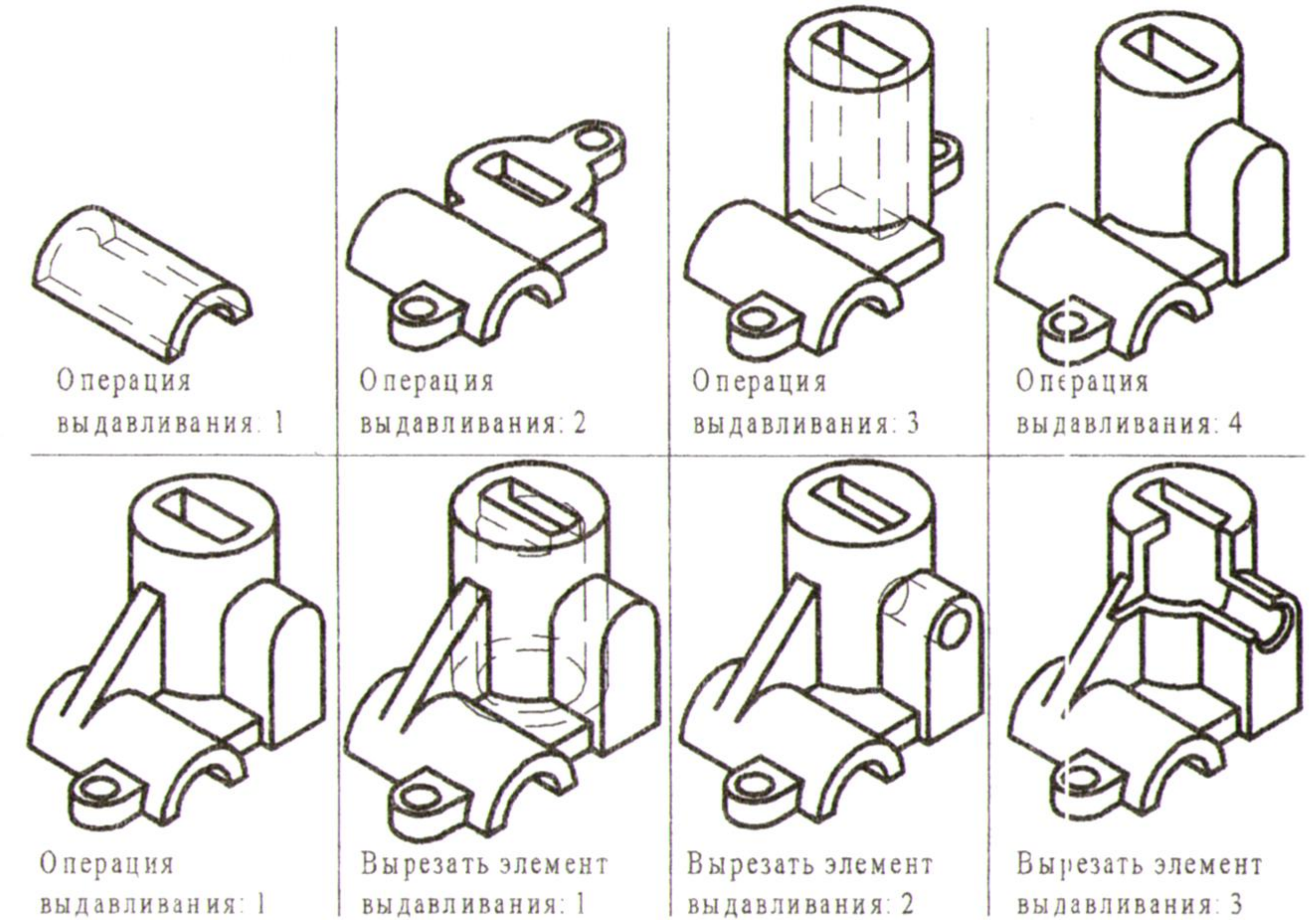
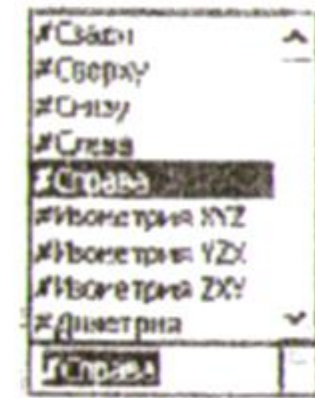


Рис. 3.3. Этапы построения модели крышки

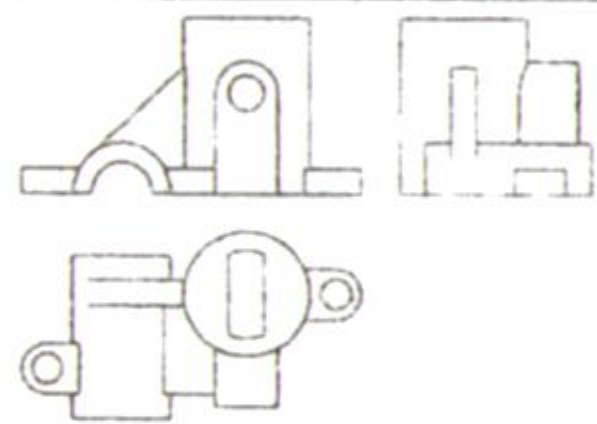
#### 3.4.2. Ассоциативный чертеж

Чертеж крышки должен содержать местный вид и 2 разреза. Согласно ГОСТ 2.316-68 буквенные обозначения изображений (видов, разрезов, сечений) присваивают в алфавитном порядке. Предпочтительно обозначать в начале изображения. Поэтому в ассоциативном чертеже на первом этапе создадим местный вид.

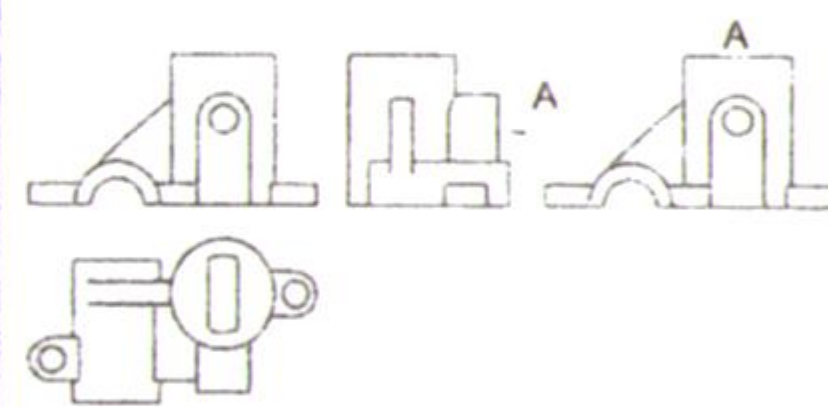
1. Выполните команду **Вставка / Вид с модели / Стандартные**. Откройте документ **Крышка**. На вкладке **Параметры** Панели свойств в поле **Ориентация главного вида** задайте **Справа**.



2. Нажмите кнопку **Схема видов**. В поля **Зазор по горизонтали** и **Зазор по вертикали** введите расстояние между видами в горизонтальном направлении **40 мм** и вертикальном — **50 мм**. Расположите фантом стандартных видов в поле чертежа.

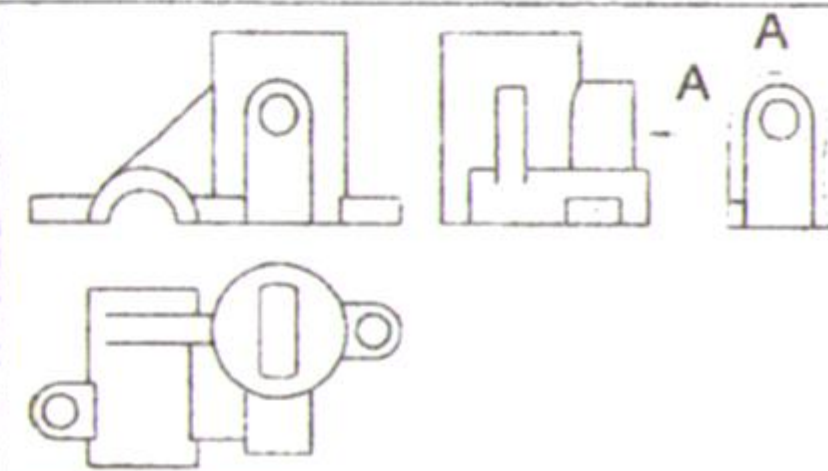


3. Сделайте текущим **Проекционный вид 3**. Включите привязку **Выравнивание**. На панели **Обозначения** включите кнопку **Стрелка взгляда** и укажите точку начала стрелки и ее направление.



После этого система перейдет в режим автоматического построения вида. Укажите его положение на чертеже. Система создаст новый вид и сделает его текущим.

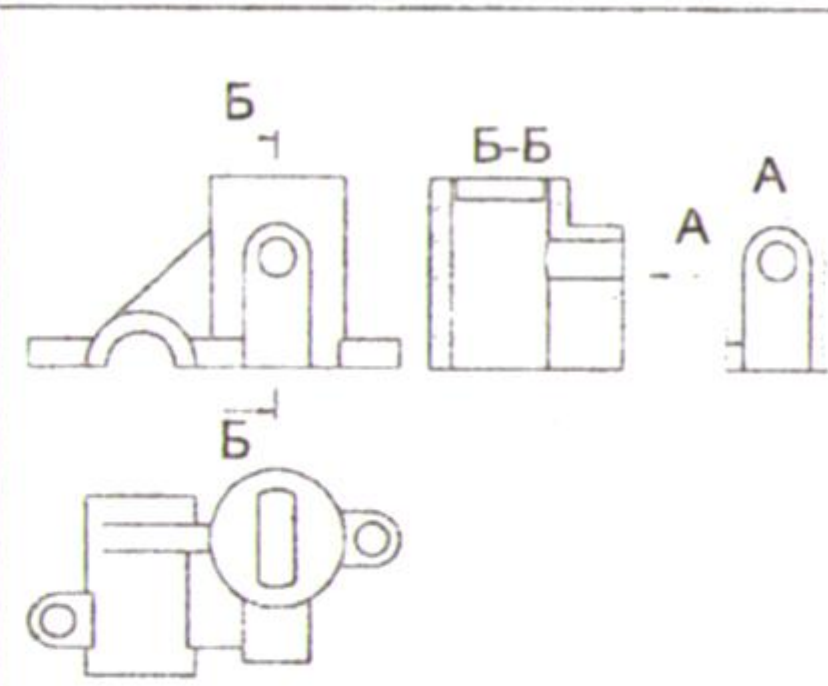
4. В **Виде 4** создайте замкнутый контур, ограничивающий местный вид. Вызовите команду **Местный вид** на Инструментальной панели **Ассоциативные виды** и укажите контур.



Содержимое вида, находящееся вне пределов указанного контура, перестает отображаться на экране.

5. Вид слева является избыточным, так как на его месте должен располагаться профильный разрез, поэтому его можно скрыть. Для этого щелкните мышью по пунктирной рамке **Вид слева** – вид будет выделен цветом. Щелкните правой кнопкой мыши внутри выделенного вида и вызовите из контекстного меню команду **Погасить**. Вид исчезнет с чертежа.

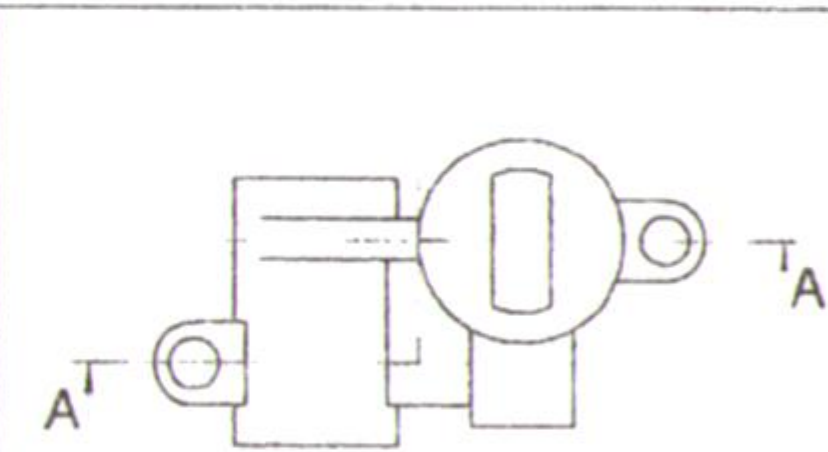
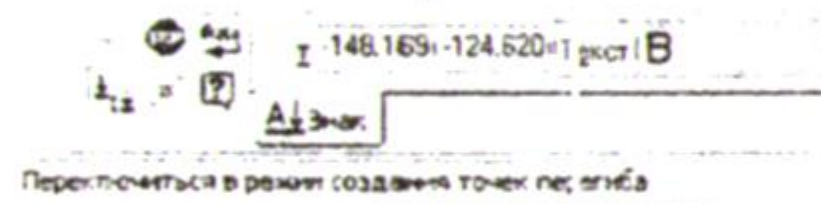
6. Сделайте текущим **Проекционный вид 1**. Включите привязку **Выравнивание**. На панели **Обозначения** включите кнопку **Линия разреза**. Укажите на вертикали, проходящей через центр отверстия, 2 точки, через которые должна пройти линия разреза. Перемещением курсора расположите стрелки слева от линии сечения.



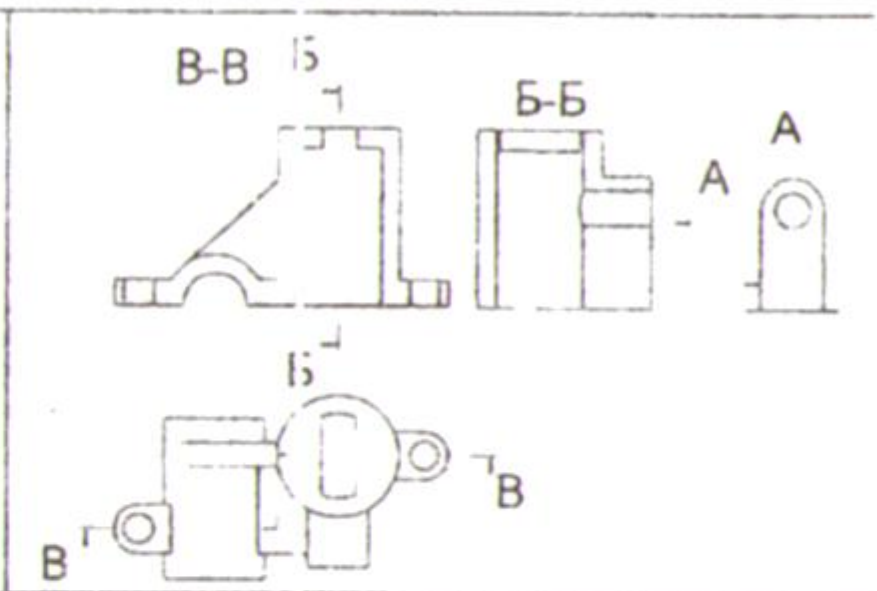
После этого система перейдет в режим автоматического построения разреза **Б-Б**. Укажите его положение на чертеже.

7. Погасите **Проекционный вид 1**. Сделайте текущим **Проекционный вид 2**. Постройте 3 вспомогательные прямые, определяющие положение ступенчатого разреза. На панели **Обозначения** включите кнопку **Линия разреза**. Укажите первую точку, через которую должна пройти линия разреза

8. На панели свойств нажмите кнопку **Переключиться в режим создания точек перегиба**. Укажите точки перегибов и конечную точку линии разреза. Повторно нажмите указанную кнопку. Перемещением курсора расположите стрелки снизу от линии сечения.



9. После этого система перейдет в режим автоматического построения разреза. Укажите его положение на чертеже. Система создаст новый вид и сделает его текущим.



На рис. 3.4 представлен чертеж крышки.

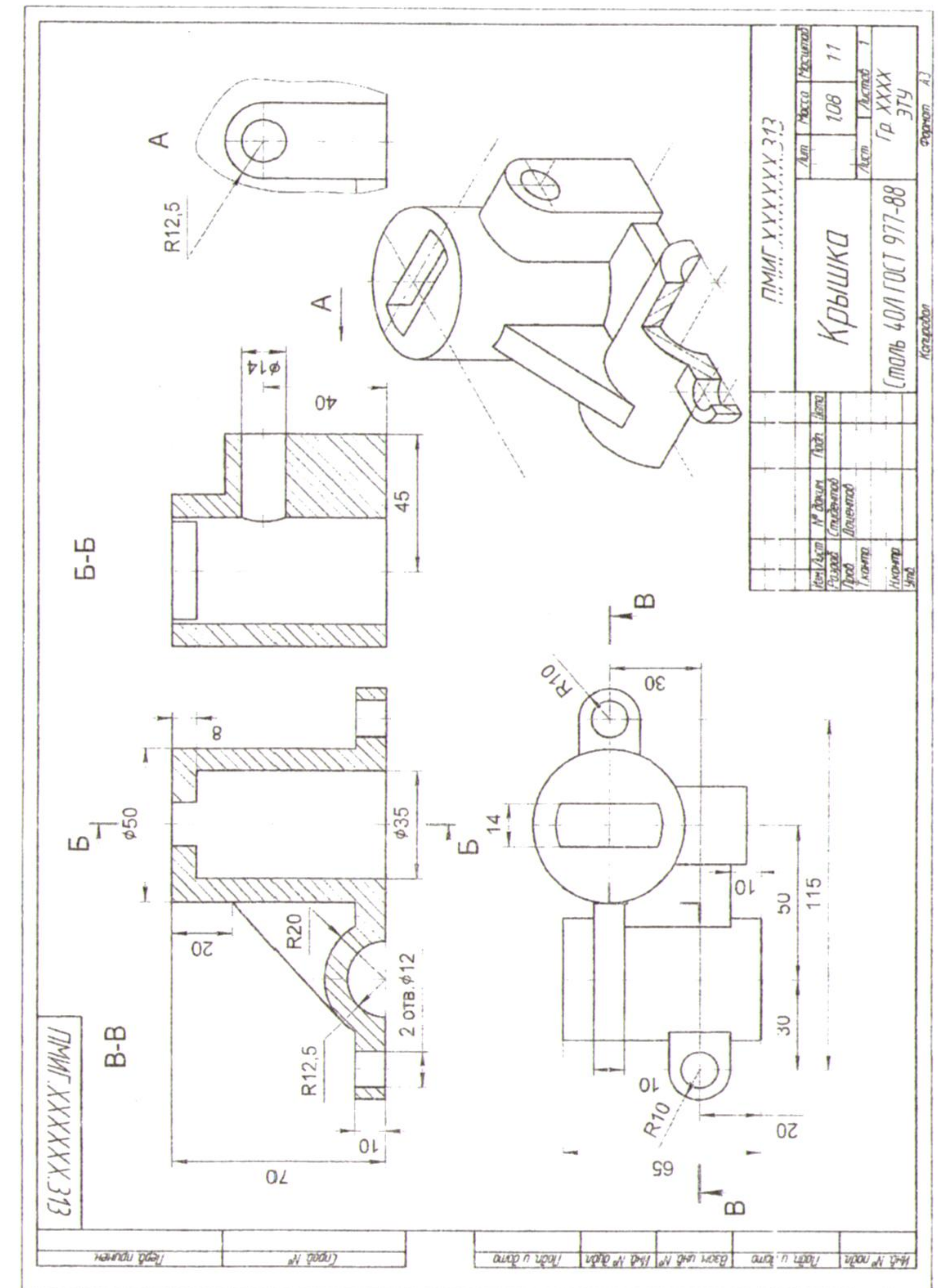


Рис. 3.4. Чертеж крышки

### 3.5. Моделирование и выполнение чертежа кронштейна

#### 3.5.1. Этапы создания модели

На рис. 3.5 раскрыты этапы построения трехмерной модели детали «Кронштейн» с указанием используемых команд.



Рис. 3.5. Этапы построения модели кронштейна

#### 3.5.2. Оформление чертежа

На примере выполнения задания (рис. 3.6) рассмотрим и повторим основные положения ГОСТ 2.305–68, 2.307–68, которым необходимо следовать при решении различных вариантов данного задания. Каждое из перечисленных далее положений иллюстрируется соответствующим графическим фрагментом на рис. 3.6.

1. Если соединяются половина вида и половина разреза, то разделяющей их линией служит ось симметрии, при условии, что каждое из этих изображений в отдельности симметрично.

2. Допускается соединять часть вида и часть разреза, разделяя их сплошной волнистой линией или тонкой линией с изломом.

3. Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом.

4. Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения, для которой применяется разомкнутая линия в виде штрихов длиной от 8 до

20 мм. На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки наносятся на расстоянии 2...3 мм от конца штриха, с внешней стороны этих стрелок наносят прописные буквы русского алфавита.

5. Разрез сопровождают надписью типа А–А (всегда двумя буквами через тире). Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены в непосредственной проекционной связи, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости и разрез надписью не сопровождают.

6. Тонкие стенки типа ребер жесткости не следует штриховать, если секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны такого элемента.

7. При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями.

8. Графическое пояснение в отношении формы, размеров и иных данных оформляется с помощью выносного элемента – дополнительного увеличенного изображения. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, может отличаться от него по содержанию (например, изображение может быть соединением половины вида и половины разреза, а сам выносной элемент видом).

9. Размеры, относящиеся к одному элементу, группируют на том изображении, где лучше видна его форма. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.

10. Размеры, характеризующие форму двух симметрично расположенных элементов изделия, наносят один раз без указания их количества, группируя все размеры в одном месте.

11. Размеры нескольких одинаковых отверстий изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов.

12. При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке. (Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими-либо линиями )

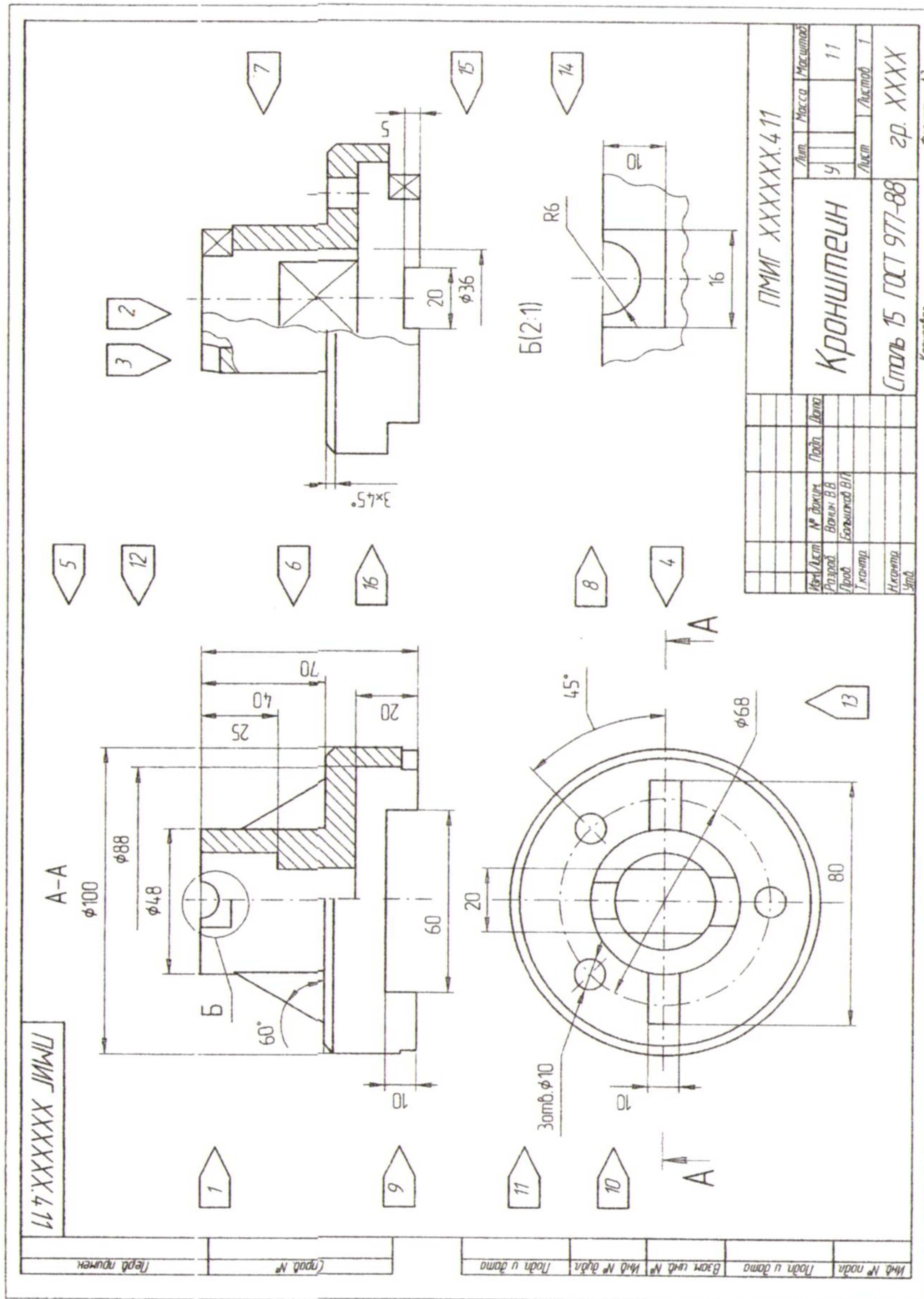


Рис. 3.6. Учебный чертеж кронштейна

13. При указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак « $\emptyset$ ». Координаты центров отверстий даются либо в прямоугольной системе координат, либо в полярной системе координат.

14. При нанесении радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*.

15. Размерные линии допускается проводить с обрывом при указании диаметра отверстия.

16. Размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на рис. 3.6. Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам или двумя линейными размерами, или линейным и угловым размерами.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**Варианты учебных заданий с исходными данными**

ВАРИАНТ 1		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	4	3	-	5	3	1	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	3	2	-	2	5	2	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Диаметральные	2	-	-	-	1	-	Фаска: 1
	Радиальные	4	-	1	1	2	1	Вырезать элемент выдавливания: 2
	Фасок	1	-	-	1	2	-	Зеркальный массив: 1
	Прочие	1	-	-	1	-	-	
Задание		1.1	1.2	1.3				

1.1. Пластина

1.2. Опора

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

1.3. Вилка

1.4. Кронштейн

ВАРИАНТ 2		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	3	6	1	4	-	-	Операция вращения: 1
	Вертикальные	2	2	1	1	6	-	Операция выдавливания: 1
	Диаметральные	2	-	-	1	4	3	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Радиальные	5	-	1	3	-	3	Скругление: 1
	Фасок	1	-	-	-	1	-	
	Прочие	1	-	-	1	-	3	
Задание		2.1	2.2	2.3				

Окончание варианта 2

2.1. Пластина

2.2. Опора

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

2.3. Фланец

2.4. Крышка

ВАРИАНТ 3		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	3	6	1	5	3	-	Операция вращения: 1
	Вертикальные	3	2	1	-	3	4	Операция выдавливания: 1
	Диаметральные	2	-	-	5	2	-	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Радиальные	5	-	1	2	-	-	Вырезать элемент вращения: 1
	Фасок	1	-	-	-	1	-	Вырезать элемент вращения: 2
	Прочие	1	-	-	1	-	-	
Задание		3.1	3.2	3.3				

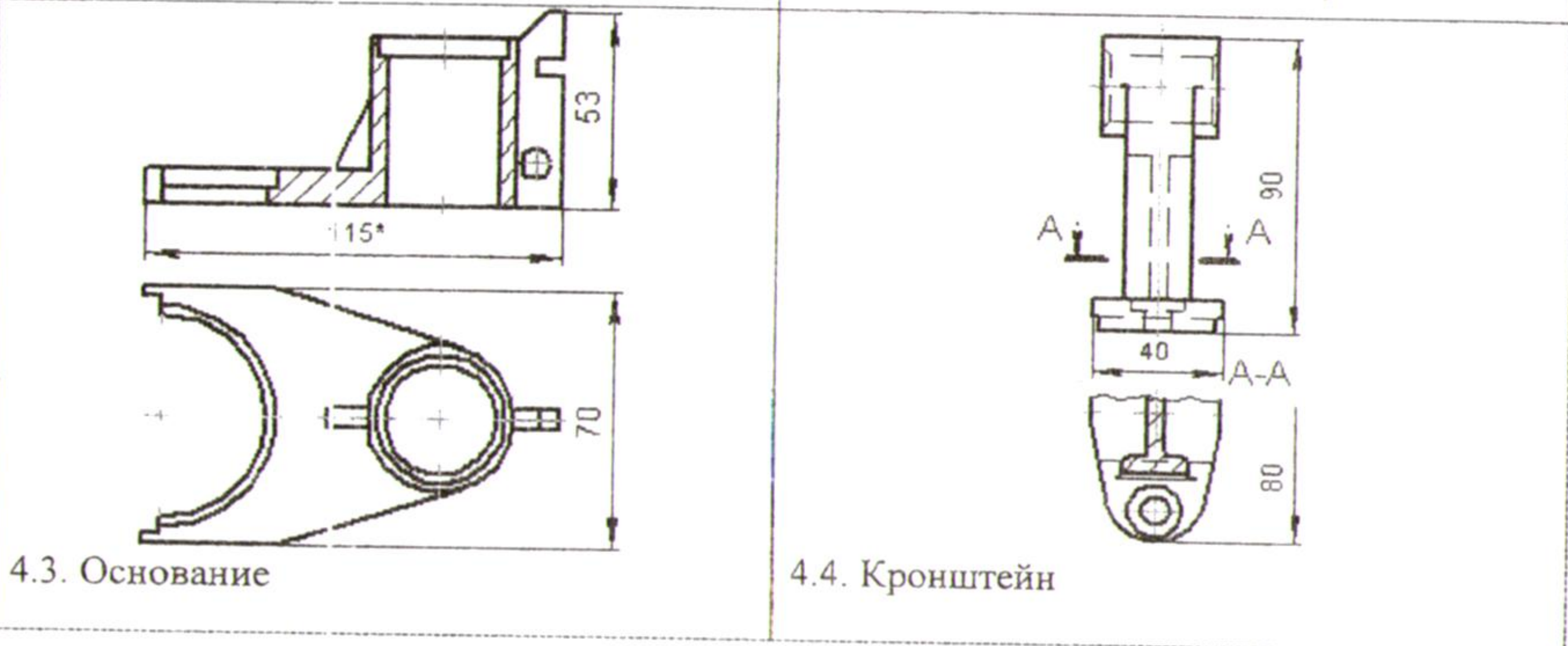
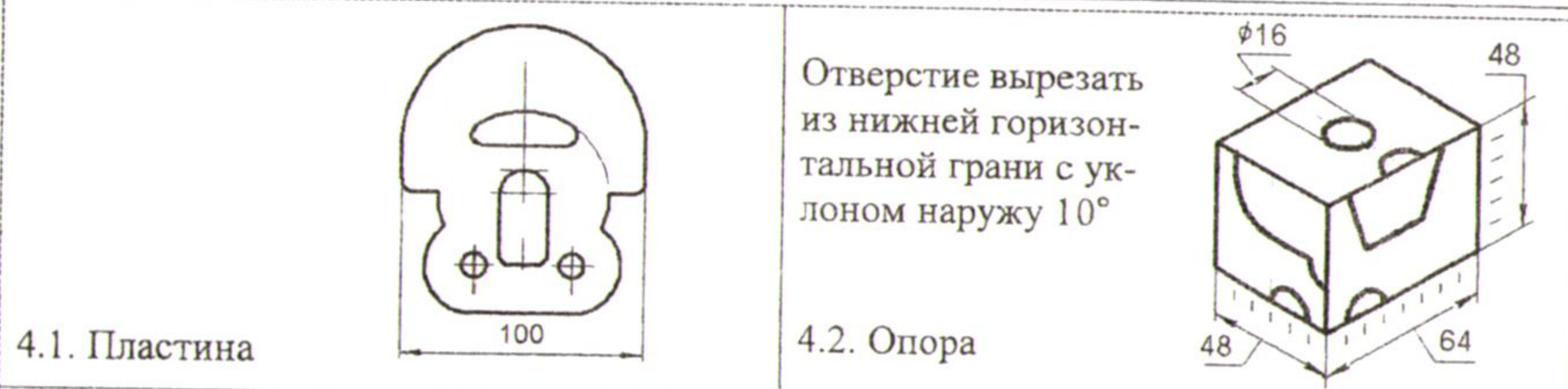
3.1. Пластина

3.2. Опора

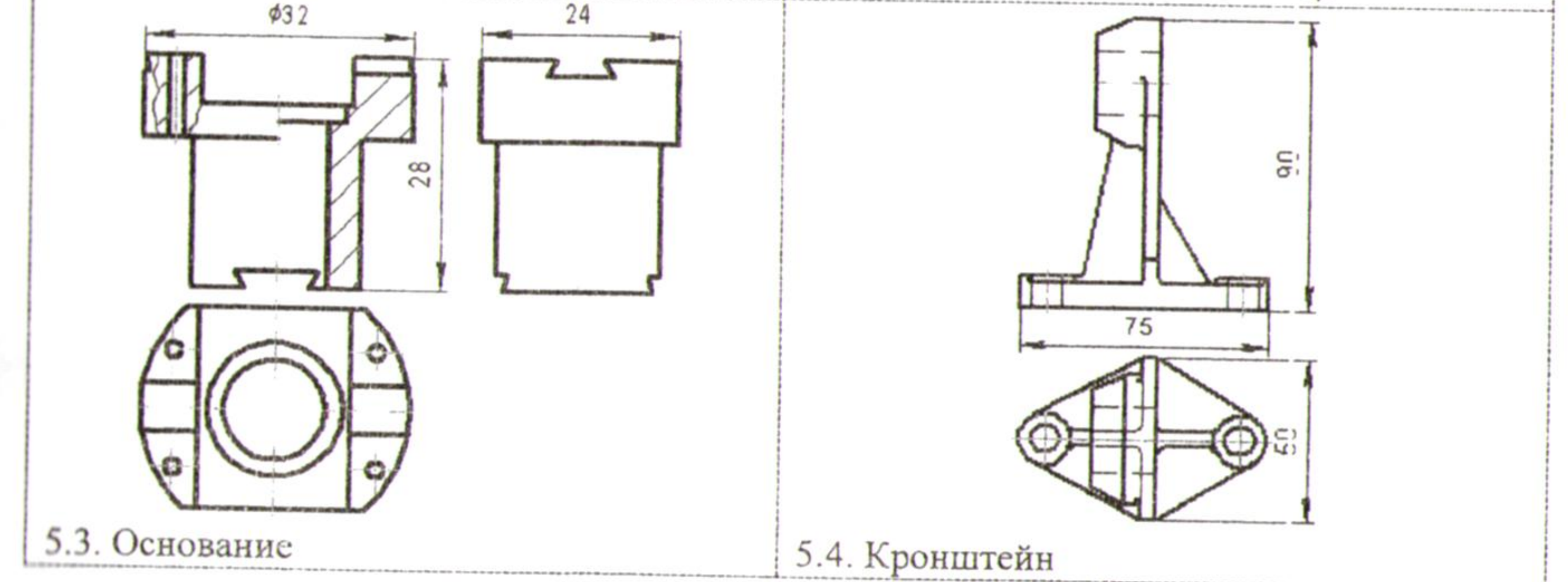
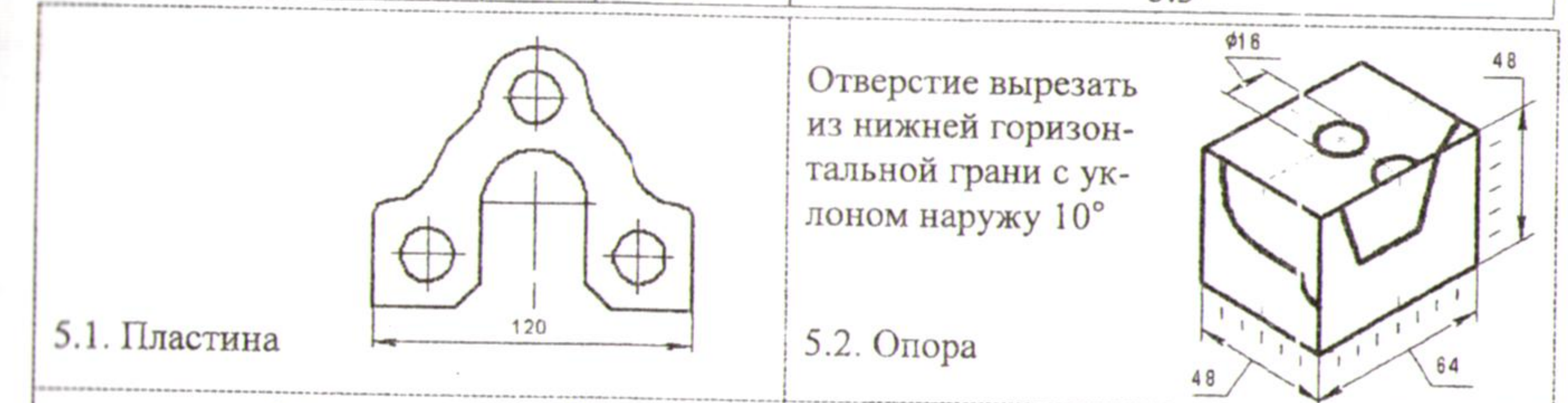
Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°



ВАРИАНТ 4		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	3	7	-	5	4	1	Операция вращения: 1
	Вертикальные	3	2	-	-	5	2	Операция выдавливания: 1
	Диаметральные	2	-	-	-	1	-	Операция выдавливания: 2
	Радиальные	5	1	1	3	2	1	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Фасок	1	-	-	-	1	-	
Прочие	1	-	-	1	-	-		
Задание		4.1	4.2	4.3				



ВАРИАНТ 5		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	3	6	1	4	6	1	Операция вращения:
	Вертикальные	3	2	1	-	5	1	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Диаметральные	1	-	-	-	-	1	Вырезать элемент выдавливания: 2
	Радиальные	6	-	1	2	1	-	Вырезать элемент выдавливания: 3
	Фасок	1	-	-	-	1	-	
Прочие	1	-	-	1	1	-		
Задание		5.1	5.2	5.3				



ВАРИАНТ 6		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	4	2	1	4	6	-	Операция вращения:
	Вертикальные	3	2	1	-	7	-	Операция выдавливания: 1
	Диаметральные	2	-	-	-	-	1	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Радиальные	3	1	1	2	2	1	Скругление: 1
	Фасок	1	-	-	-	1	-	
Прочие	1	-	-	1	-	-		
Задание		6.1	6.2	6.3				

Окончание варианта 6

6.1. Пластина

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

6.2. Опора

6.3. Фланец

6.4. Кронштейн

ВАРИАНТ 7		Виды						Элементы дерева модели
		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Сверху	
Данные по нанесению размеров в видах								
Количество размеров	Горизонтальные	3	2	1	3	5	1	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	3	2	1	1	5	2	Операция вращения: 1
	Диаметральные	1	-	-	-	-	-	Операция выдавливания: 2
	Радиальные	5	1	1	2	-	1	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Фасок	1	-	-	-	-	1	Фаска: 1
	Прочие	1	-	-	1	-	1	
Задание		7.1	7.2					7.3

7.1. Пластина

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

7.2. Опора

Окончание варианта 7

7.3. Вилка

7.4. Крышка

ВАРИАНТ 8		Виды						Элементы дерева модели
		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Сверху	
Данные по нанесению размеров в видах								
Количество размеров	Горизонтальные	3	3	1	4	3	4	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	2	2	1	-	3	2	Операция выдавливания: 2
	Диаметральные	2	-	-	-	2	-	Операция выдавливания: 3
	Радиальные	5	1	-	2	-	-	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Фасок	1	-	-	-	-	1	Фаска: 1
	Прочие	1	-	-	1	1	-	
Задание		8.1	8.2					8.3

8.1. Пластина

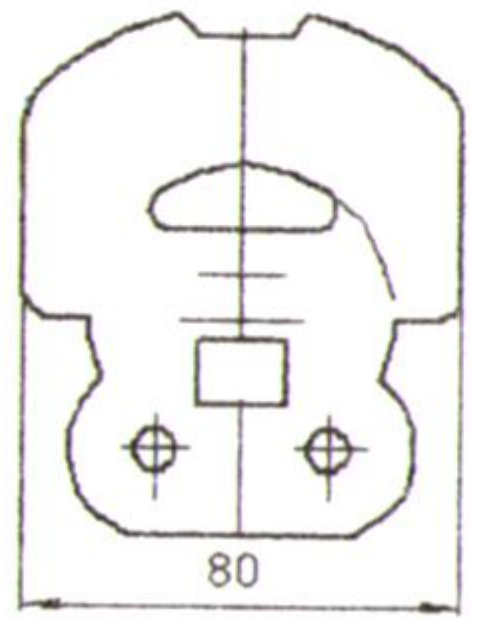
Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

8.2. Опора

8.3. Кронштейн

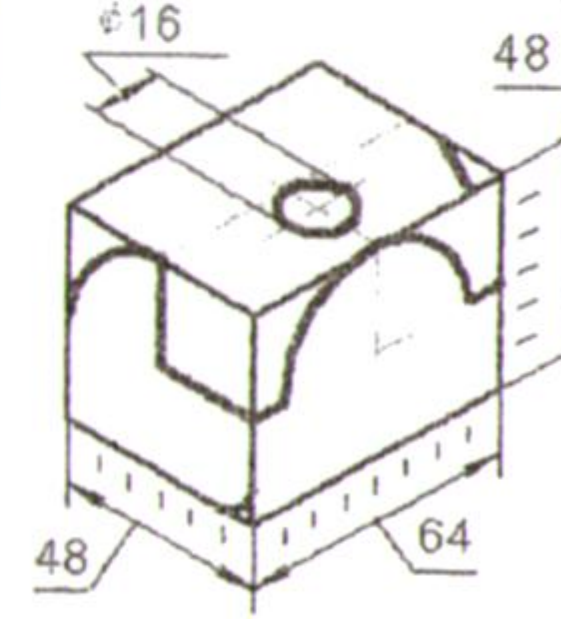
8.4. Крышка

ВАРИАНТ 9		Виды							Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху	Доп. вид	
Количество размеров	Горизонтальные	4	2	1	4	7	1	-	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	5	2	1	-	4	3	-	Операция выдавливания: 2
	Диаметральные	2	-	-	-	-	-	-	Вырезать элемент вращения: 1
	Радиальные	5	1	-	2	-	-	-	Вырезать элемент вращения: 2
	Фасок	1	-	-	-	-	-	-	Вырезать элемент
	Прочие	1	-	-	1	3	1	4	выдавливания: 1
Задание		9.1	9.2	9.3					

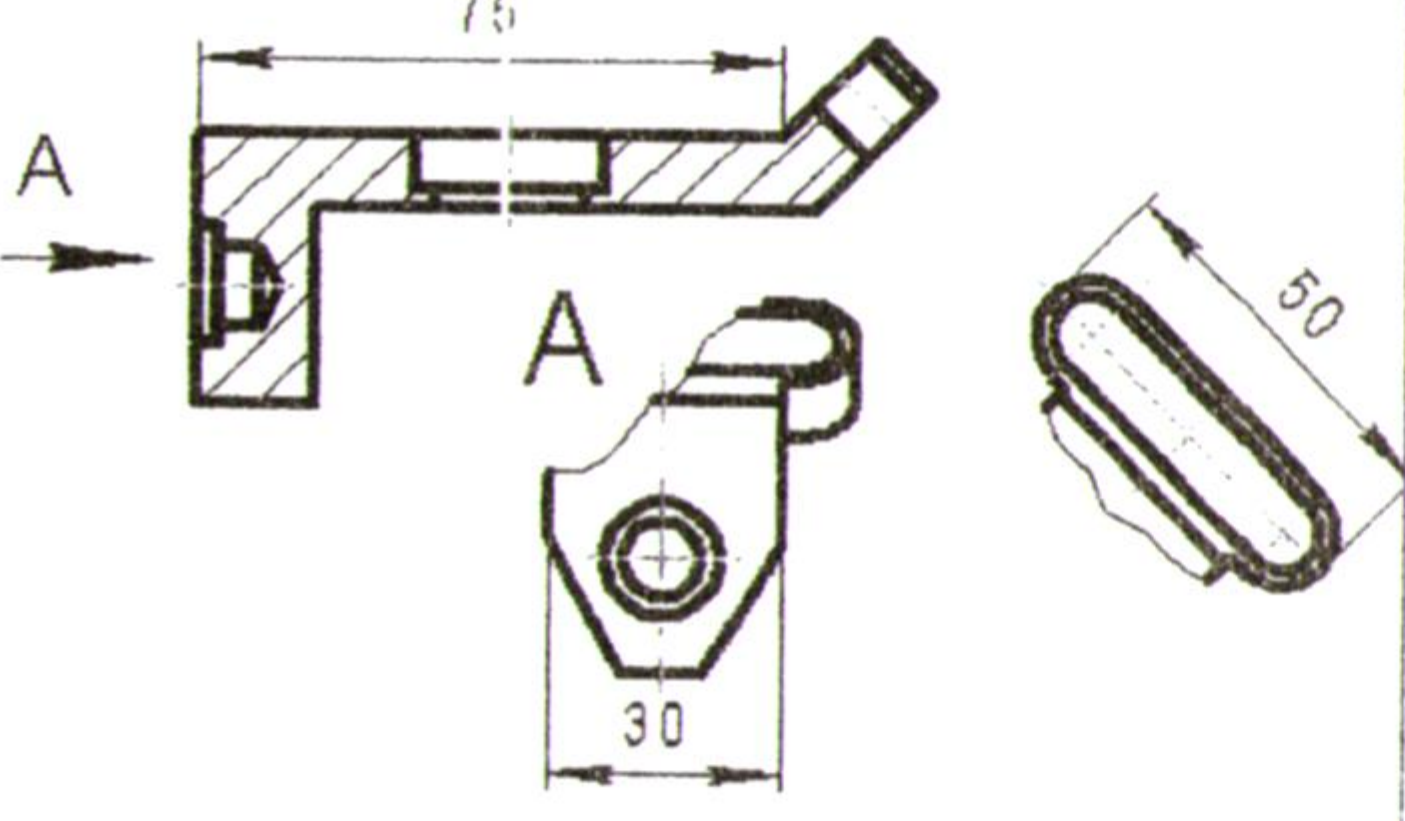


9.1. Пластина

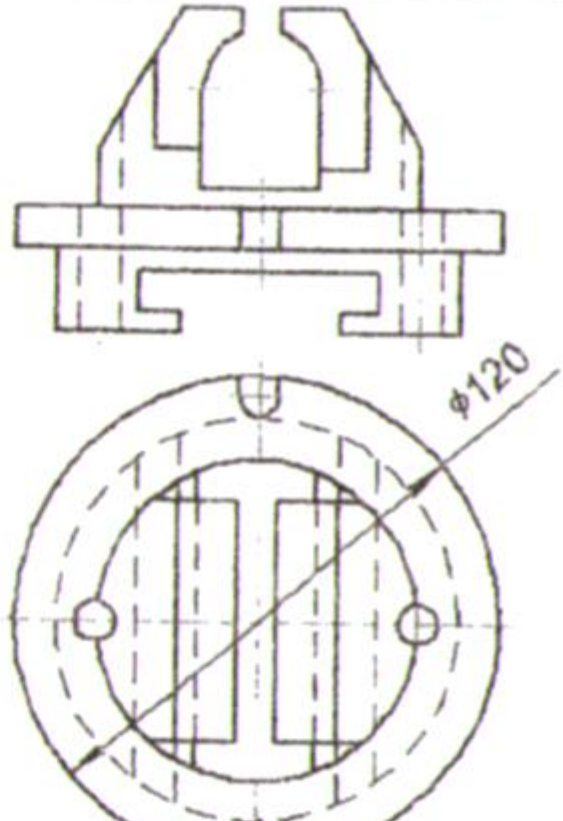
Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°



9.2. Опора



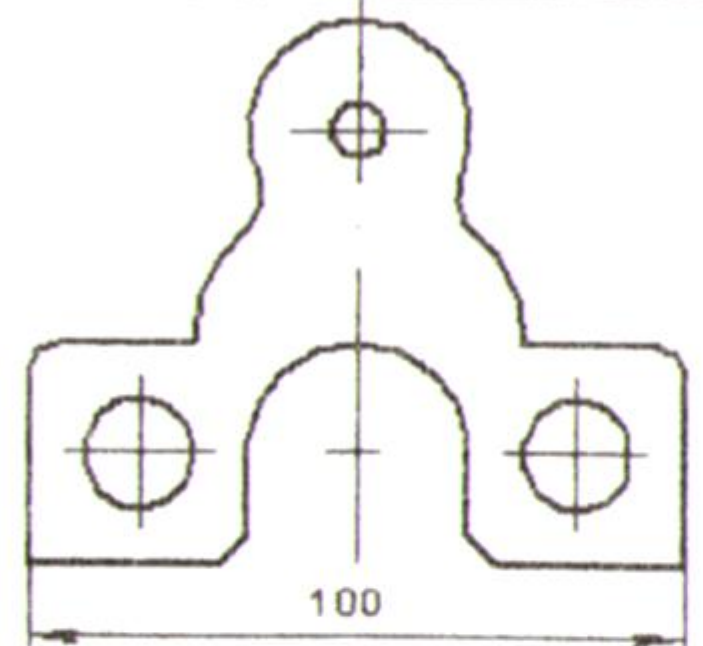
9.3. Уголок



9.4. Основание

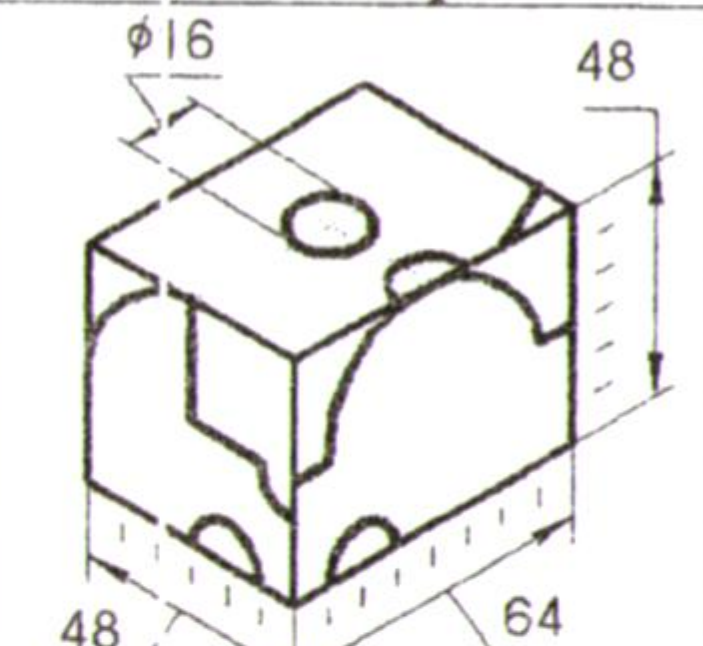
ВАРИАНТ 10		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	3	3	1	4	8	4	Операция вращения: 1
	Вертикальные	3	2	1	1	3	4	Операция выдавливания: 1
	Диаметральные	3	-	-	1	-	1	Операция выдавливания: 2
	Радиальные	4	2	1	2	-	1	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Фасок	1	-	-	-	-	1	Отверстие: 1
	Прочие	1	-	-	1	1	-	Зеркальный массив: 1
Задание		10.1	10.2	10.3				

Окончание варианта 10

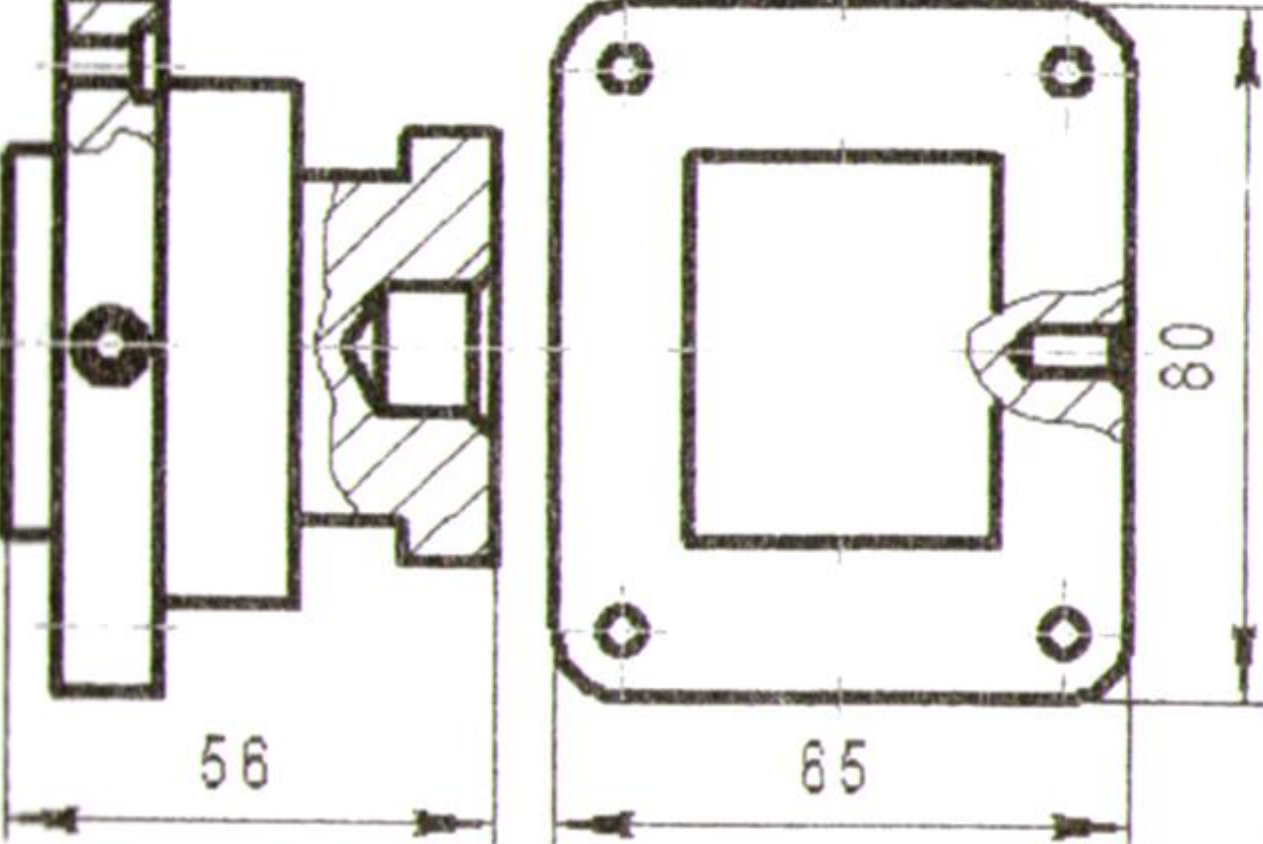


10.1. Пластина

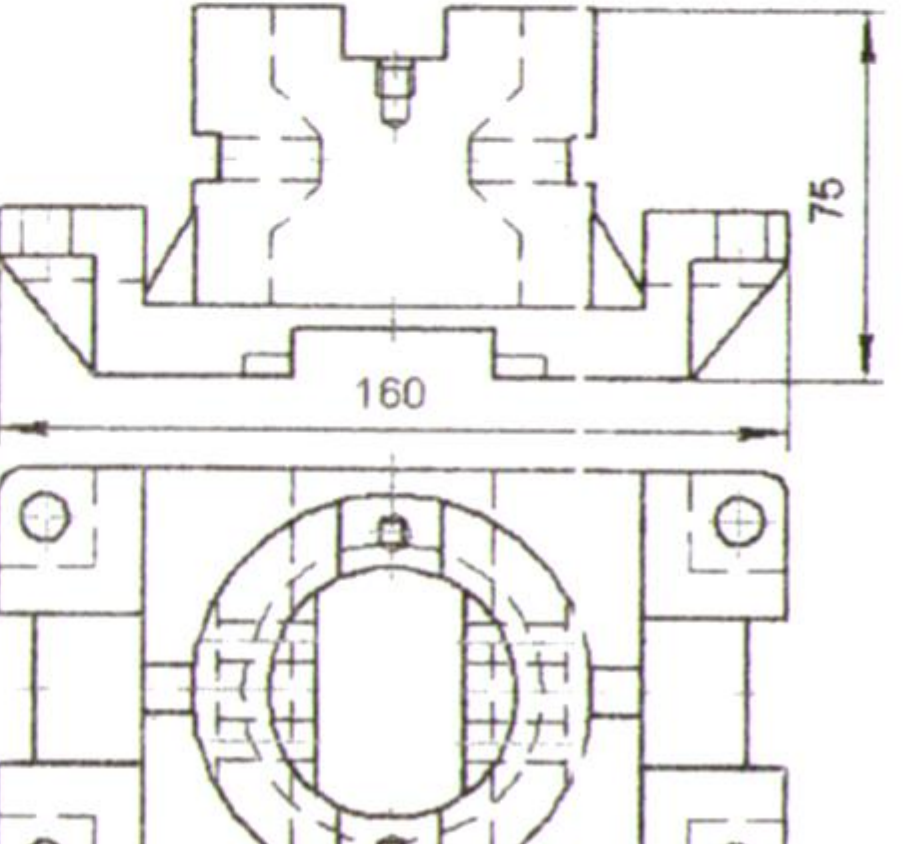
Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°



10.2. Опора



10.3. Основание



10.4. Основание

ВАРИАНТ 11		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	4	2	-	4	6	-	Операция вращения: 1
	Вертикальные	4	2	-	1	7	-	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Диаметральные	2	-	-	-	-	2	Вырезать элемент выдавливания: 2
	Радиальные	5	2	1	2	5	2	
	Фасок	1	-	-	-	1	-	
	Прочие	1	-	-	1	-	-	
Задание		11.1	11.2	11.3				

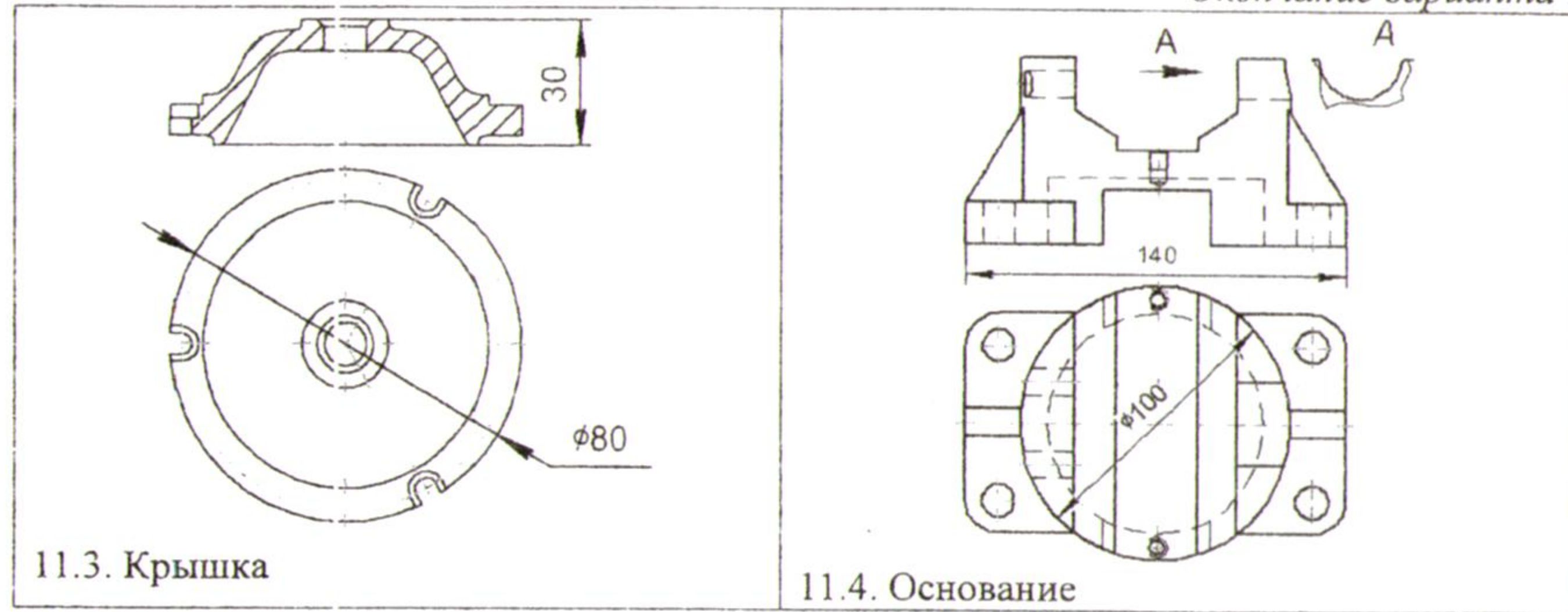


11.1. Пластина

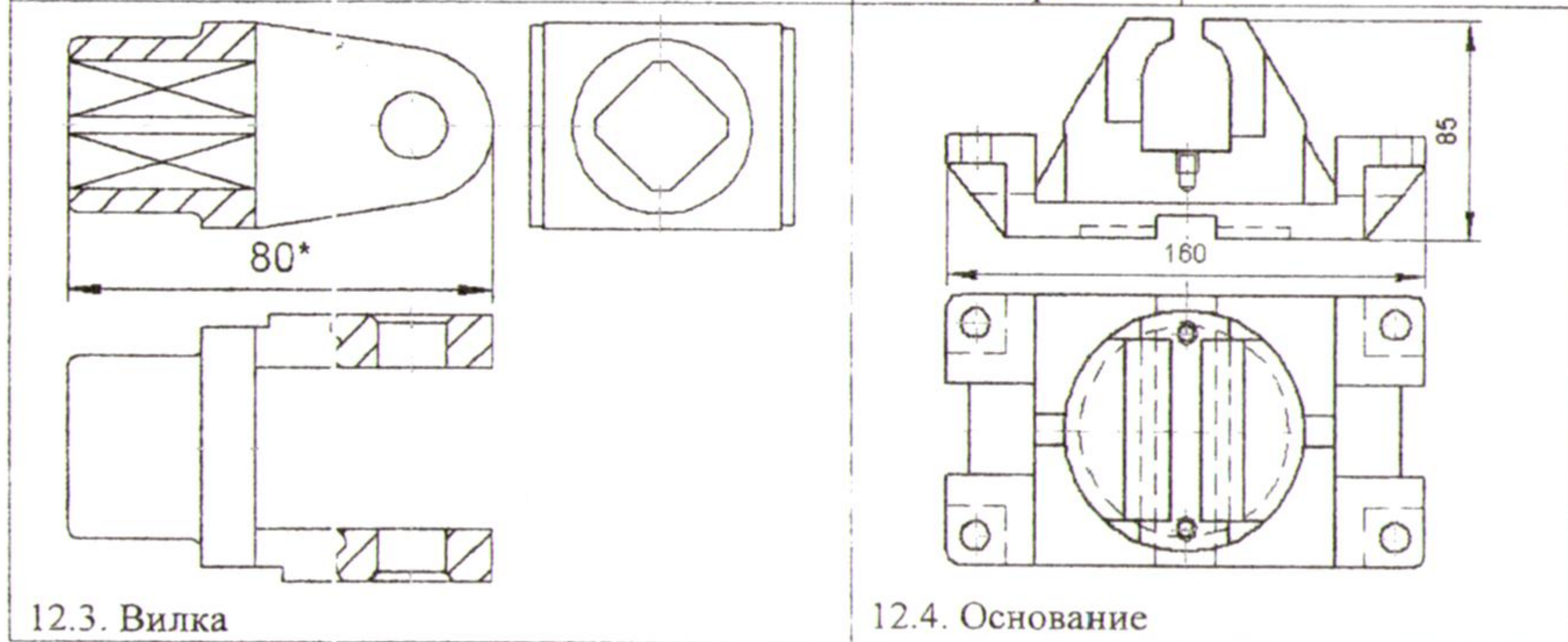
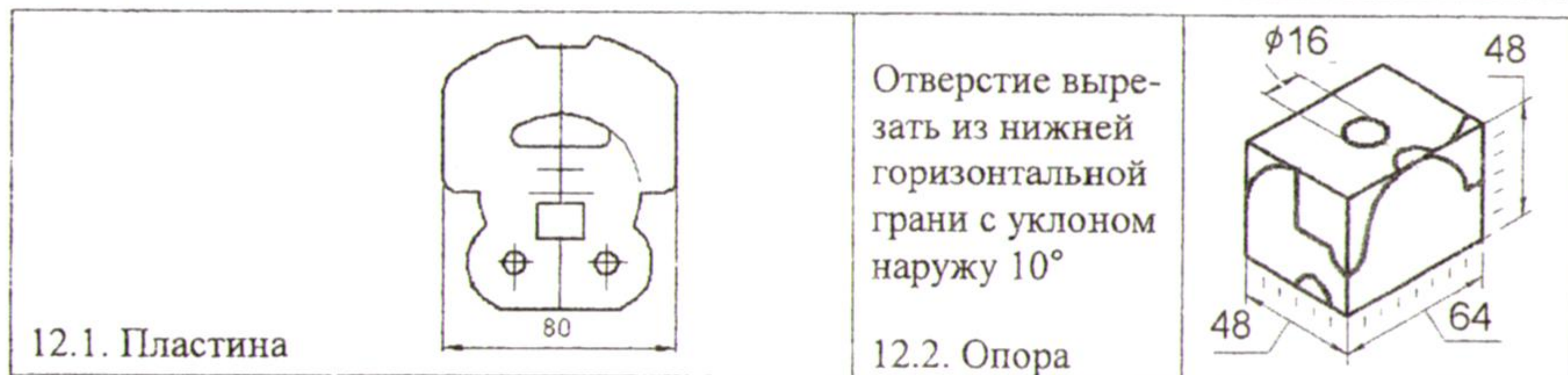
Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°



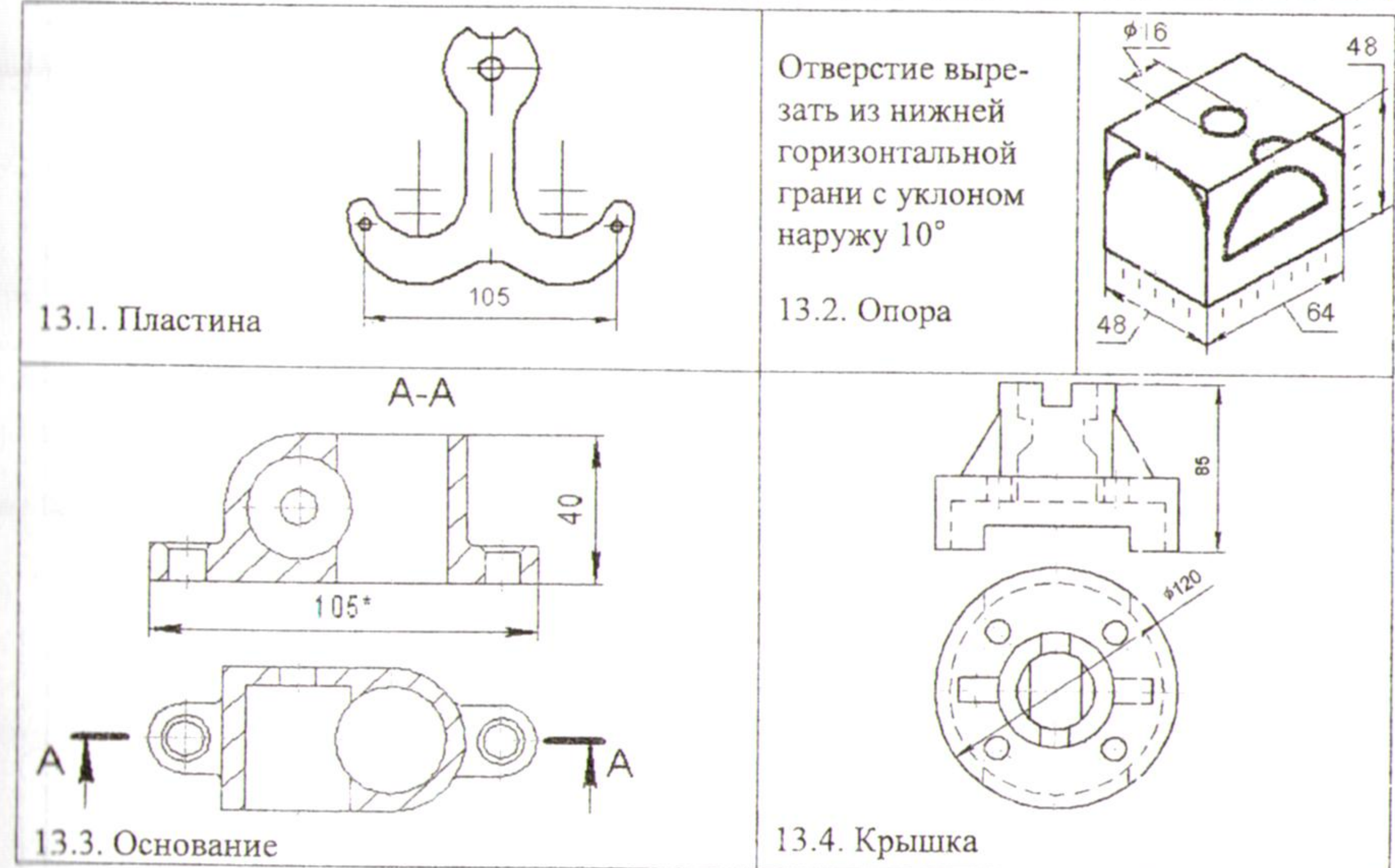
11.2. Опора



ВАРИАНТ 12		Виды							Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Снизу	Справа	
Количество размеров	Горизонтальные	4	2	1	4	3	1	2	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	5	2	1	-	1	1	2	Операция выдавливания: 2
	Диаметральные	2	-	-	-	-	-	-	Вырезать элемент выдавл.: 1
	Радиальные	5	2	1	2	1	-	2	Вырезать элемент выдавл.: 2
	Фасок	1	-	-	-	-	-	1	Скругление: 1
	Прочие	1	-	-	1	1	1	1	Фаска: 1
Задание		12.1	12.2	12.3					



ВАРИАНТ 13		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Снизу	
Количество размеров	Горизонтальные	4	3	-	3	6	3	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	4	3	-	-	3	3	Операция выдавливания: 2
	Диаметральные	3	-	-	-	-	-	Вырезать элемент выдавливан.: 1
	Радиальные	5	1	1	2	3	2	Вырезать элемент выдавливан.: 2
	Фасок	1	-	-	-	1	-	Скругление: 1
	Прочие	1	-	-	1	-	-	Фаска: 1
Задание		13.1	13.2	13.3				



ВАРИАНТ 14		Виды							Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Снизу	Вын. эл-т	
Количество размеров	Горизонтальные	4	3	1	2	4	4	-	Операция вращения: 1
	Вертикальные	4	3	2	1	1	-	1	Вырезать элемент выдавл.: 1
	Диаметральные	1	-	1	2	1	-	2	Отверстие: 1
	Радиальные	6	-	-	1	-	-	-	Условное изображен. резьбы: 1
	Фасок	1	-	-	-	1	-	1	Фаска: 1
	Прочие	1	-	-	1	-	-	-	Массив по концентр. сетке: 1
Задание		14.1	14.2	14.3					

<p>14.1. Пластина</p>	<p>Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°</p> <p>14.2. Опора</p>	
<p>14.3. Поводок</p>	<p>14.4. Основание</p>	

ВАРИАНТ 15		Виды							Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	А-А	Б-Б	
Количество размеров	Горизонтальные	3	4	1	6	10	2	5	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	3	2	1	1	4	4	3	Отверстие: 1
	Диаметральные	2	-	-	-	-	-	-	Массив по концентр. сетке: 1
	Радиальные	5	1	-	1	-	-	1	Операция выдавливания: 2
	Фасок	2	-	-	-	-	-	-	Вырезать элемент выдавливан.: 1
	Прочие	1	-	-	1	-	-	-	Операция выдавливания: 3
Задание		15.1	15.2	15.3					

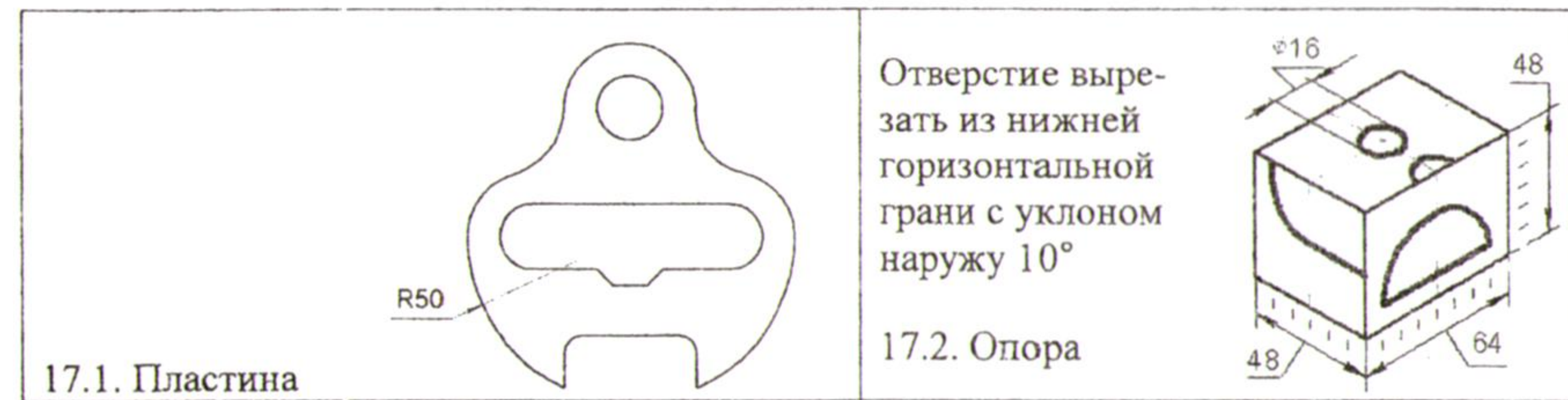
<p>15.1. Пластина</p>	<p>Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°</p> <p>15.2. Опора</p>	
-----------------------	--	--

<p>15.3. Планка</p>	<p>15.4. Основание</p>
---------------------	------------------------

ВАРИАНТ 16		Виды							Элементы дерева модели	
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Сверху	А-А		Доп. вид
Количество размеров	Горизонтальные	5	4	1	4	1	2	2	-	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	6	1	2	1	4	2	3	-	Операция вращения: 1
	Диаметральные	1	-	1	-	-	-	-	-	Операция выдавливания: 2
	Радиальные	5	-	1	2	4	4	-	3	Вырезать элем. выдавливан.: 1
	Фасок	1	-	-	-	-	-	-	-	Вырезать элем. выдавливан.: 2
	Прочие	1	-	-	1	4	-	-	5	Скругление: 1
Задание		16.1	16.2	16.3						

<p>16.1. Пластина</p>	<p>Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°</p> <p>16.2. Опора</p>	
<p>16.3. Рычаг</p>	<p>16.4. Основание</p>	

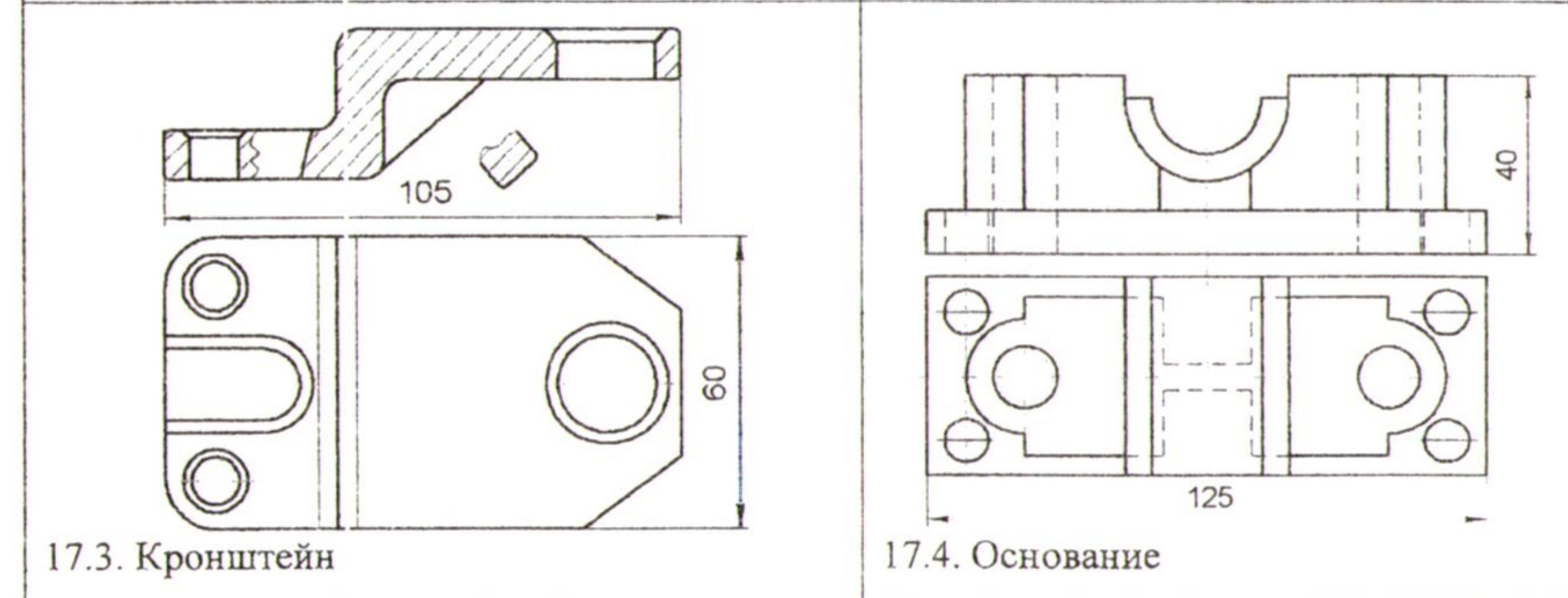
ВАРИАНТ 17		Виды						Элементы дерева модели	
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху		Сечение
Количество размеров	Горизонтальные	3	3	-	4	5	4	-	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	3	3	-	-	3	3	-	Операция выдавливания: 2
	Диаметральные	1	-	-	-	-	1	-	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Радиальные	6	1	1	1	4	2	-	Вырезать элемент выдавливания: 2
	Фасок	1	-	-	-	2	-	-	Фаска: 1
	Прочие	1	-	-	1	1	-	1	Фаска: 2
Задание		17.1	17.2	17.3					



17.1. Пластина

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

17.2. Опора

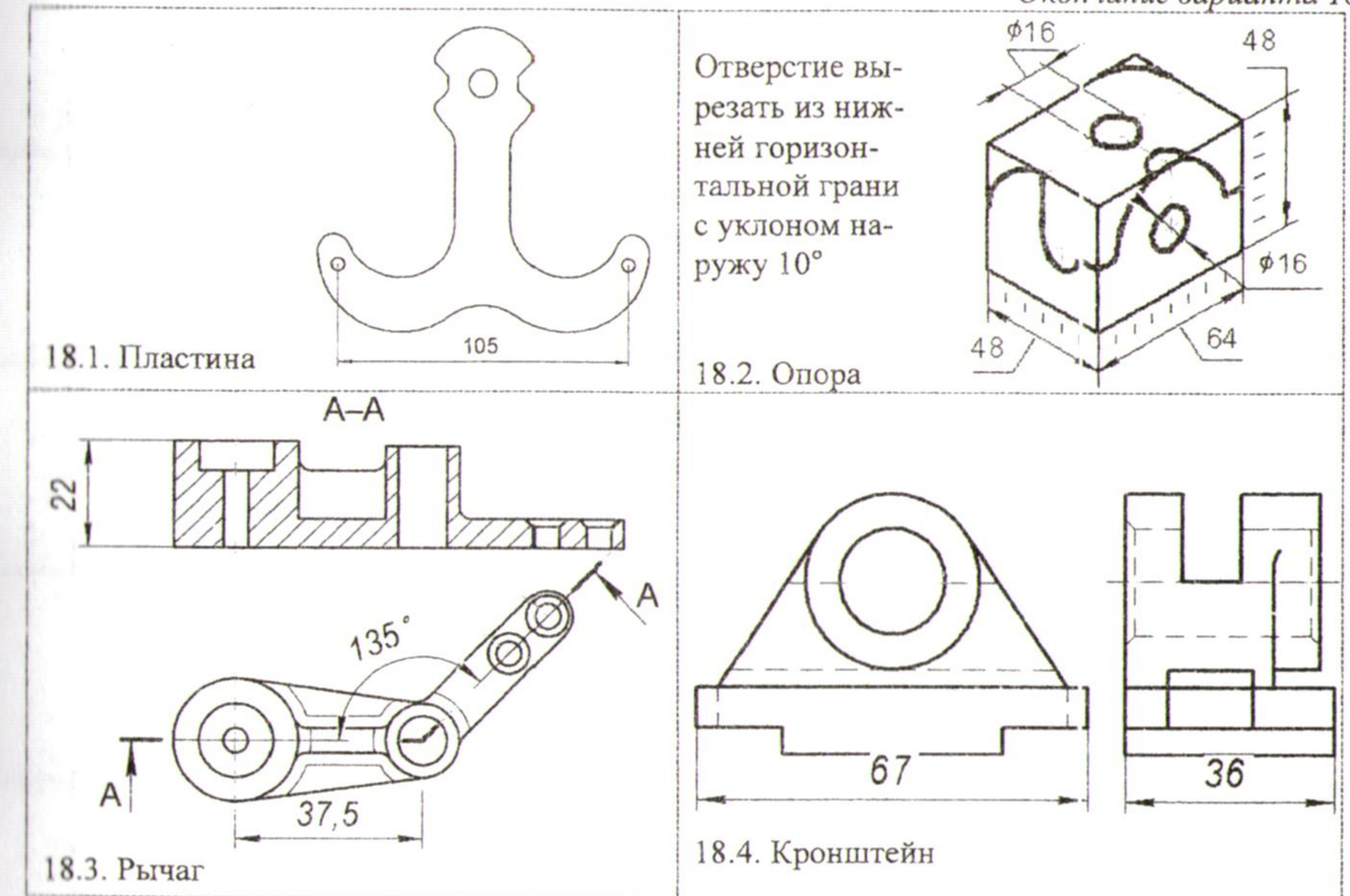


17.3. Кронштейн

17.4. Основание

ВАРИАНТ 18		Виды						Элементы дерева модели	
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху		
Количество размеров	Горизонтальные	3	2	-	4	5	1	Операция выдавливания: 1	
	Вертикальные	4	2	-	-	5	1	Операция выдавливания: 2	
	Диаметральные	3	1	-	-	-	-	Операция выдавливания: 3	
	Радиальные	5	1	2	2	-	5	Операция выдавливания: 4	
	Фасок	1	-	-	-	1	-	Скругление: 1	
	Прочие	1	-	-	1	-	2	Фаска: 1	
Задание		18.1	18.2	18.3					

Окончание варианта 18



18.1. Пластина

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

18.2. Опора

18.3. Рычаг

18.4. Кронштейн

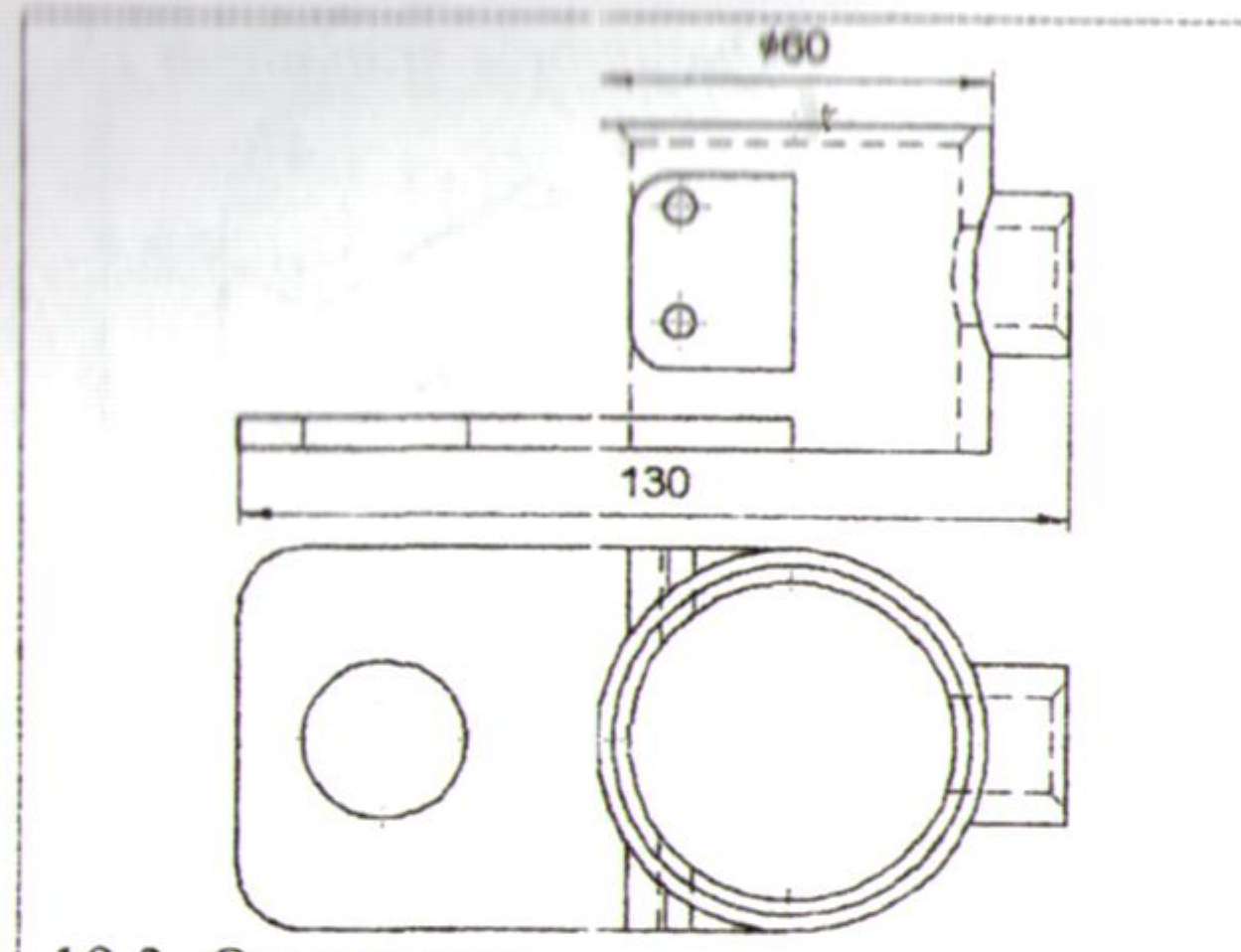
ВАРИАНТ 19		Виды						Элементы дерева модели	
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху		
Количество размеров	Горизонтальные	3	2	1	3	6	3	Операция вращения: 1	
	Вертикальные	2	2	1	-	7	1	Операция выдавливания: 2	
	Диаметральные	1	1	-	-	-	-	Операция вращения: 2	
	Радиальные	8	-	1	2	2	1	Вырезать элемент выдавливания: 1	
	Фасок	1	-	-	-	1	-	Вырезать элемент выдавливания: 2	
	Прочие	1	-	-	1	-	-	Вырезать элемент выдавливания: 3	
Задание		19.1	19.2	19.3					



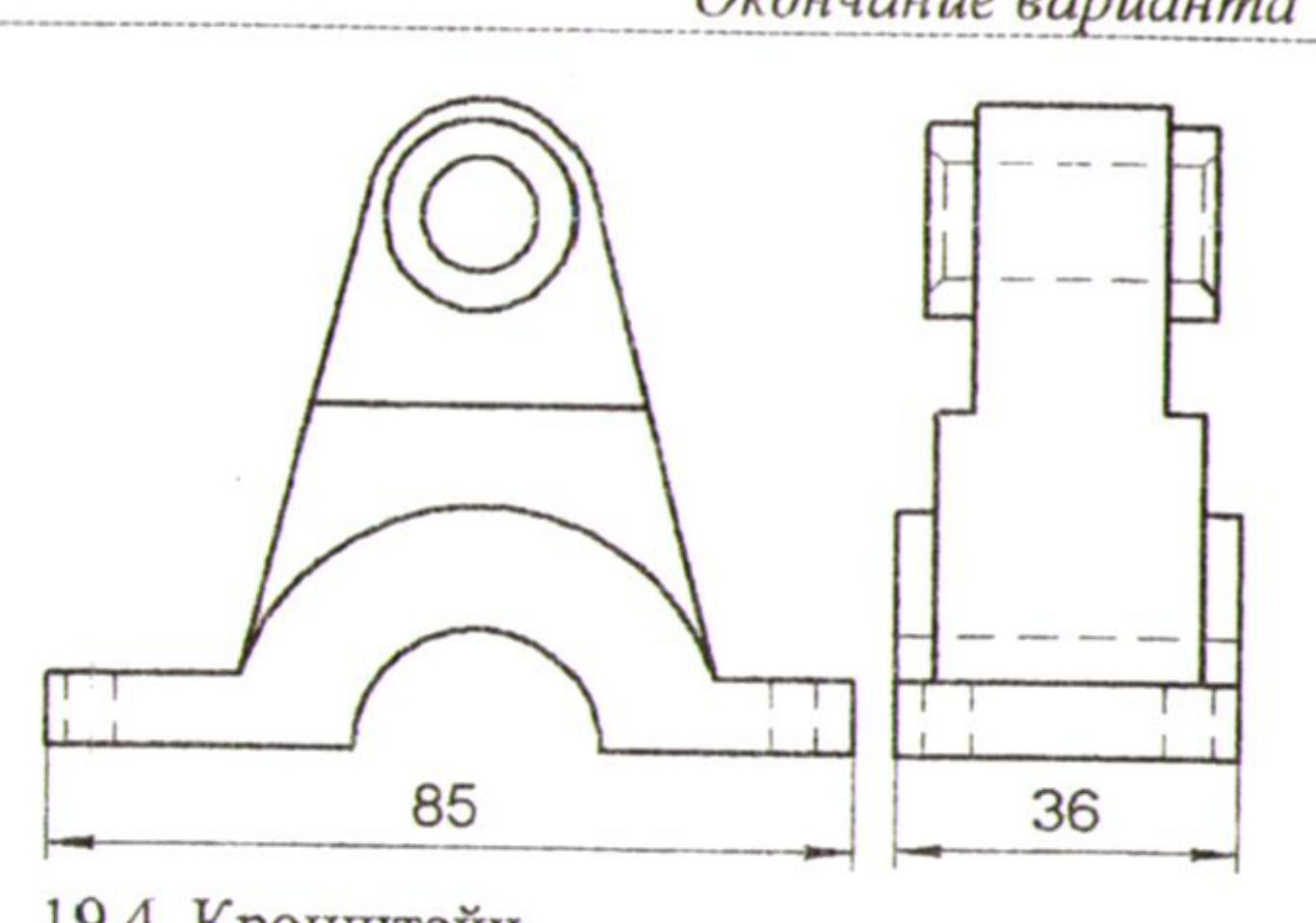
19.1. Пластина

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

19.2. Опора



19.3. Основание



19.4. Кронштейн

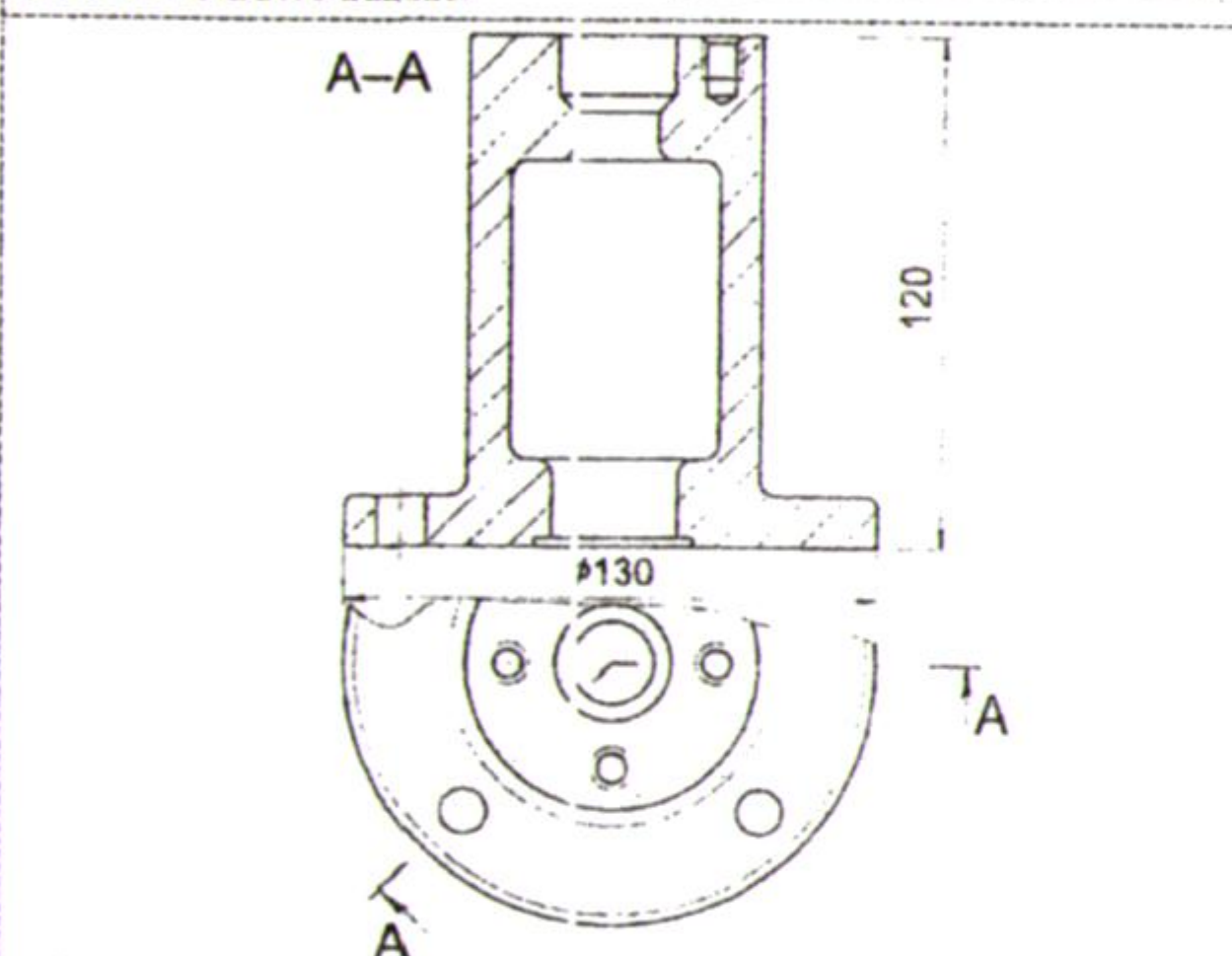
ВАРИАНТ 20		Виды							Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху	Вын. з-т	
Количество размеров	Горизонтальные	3	2	1	3	9	-	1	Операция вращения: 1
	Вертикальные	4	2	1	1	6	-	2	Отверстие: 1
	Диаметральные	3	1	-	1	-	-	-	Условное изображен. резьбы: 1
	Радиальные	2	1	-	1	1	-	-	Фаска: 1
	Фасок	1	-	-	-	-	-	1	Массив по концентр. сетке: 1
	Прочие	2	-	-	1	-	1	-	Вырезать элемент выдавл.: 1
Задание		20.1	20.2	20.3					



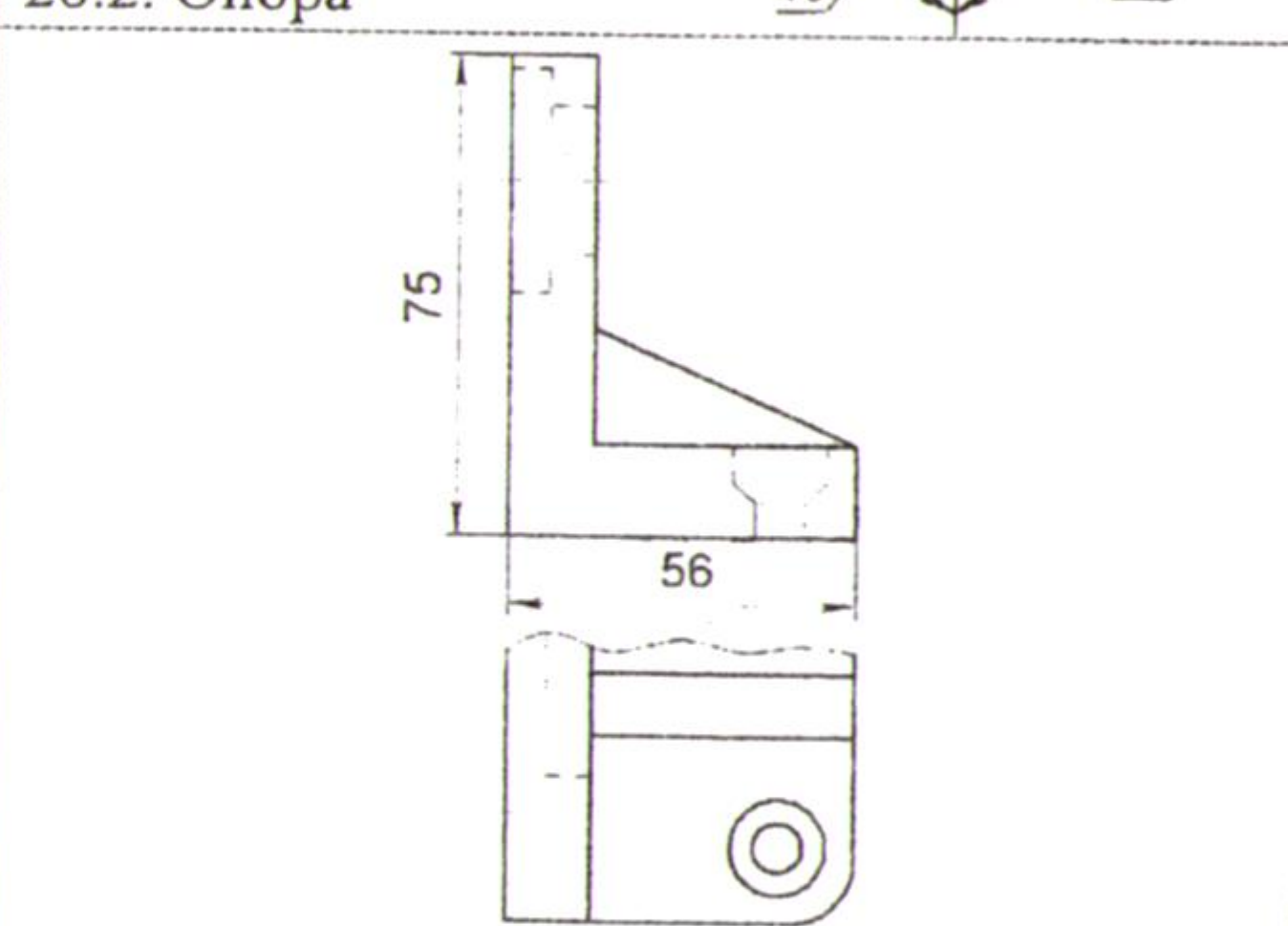
20.1. Пластина



20.2. Опора

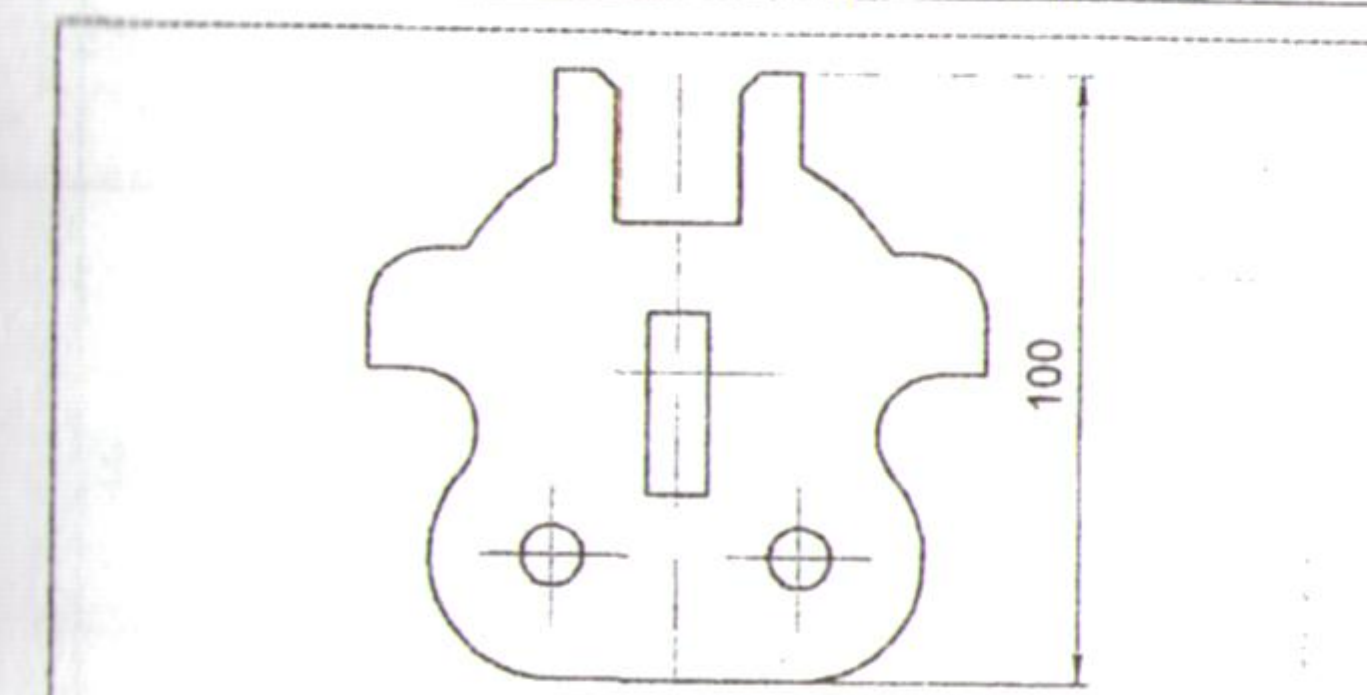


20.3. Корпус

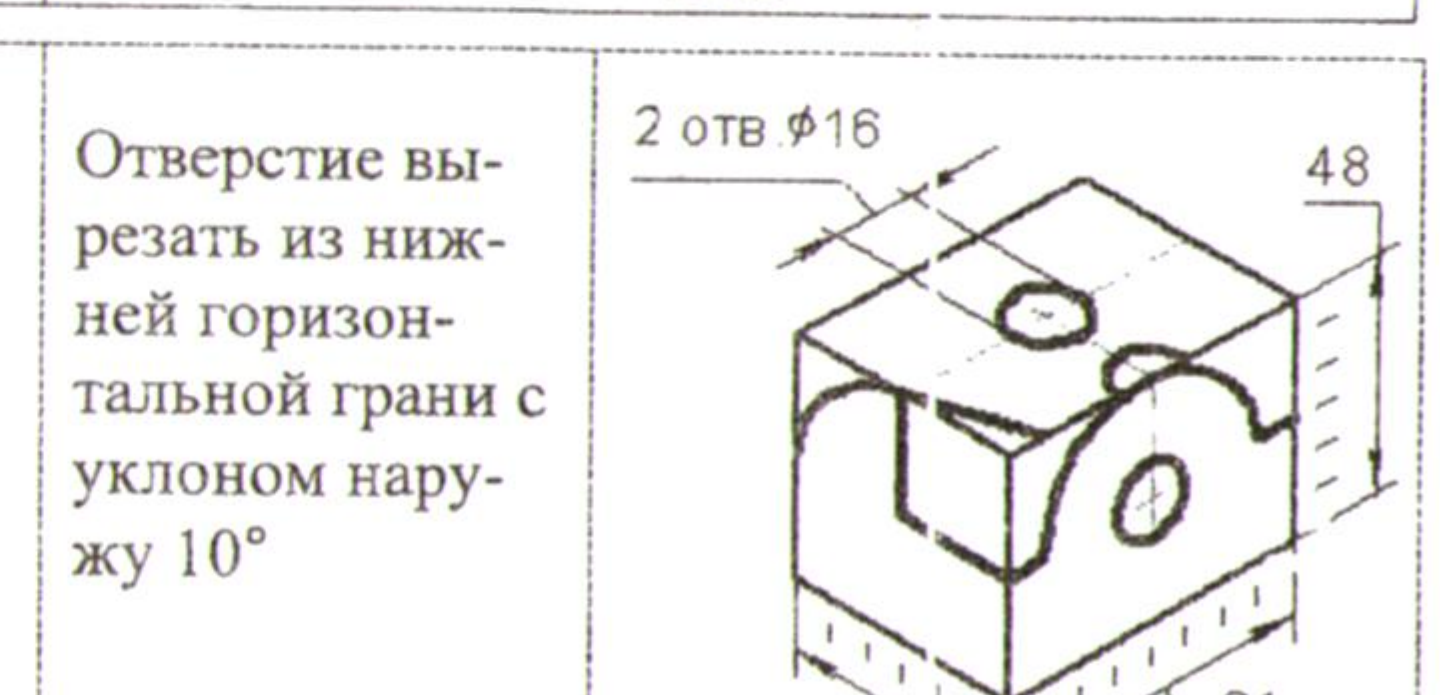


20.4. Кронштейн

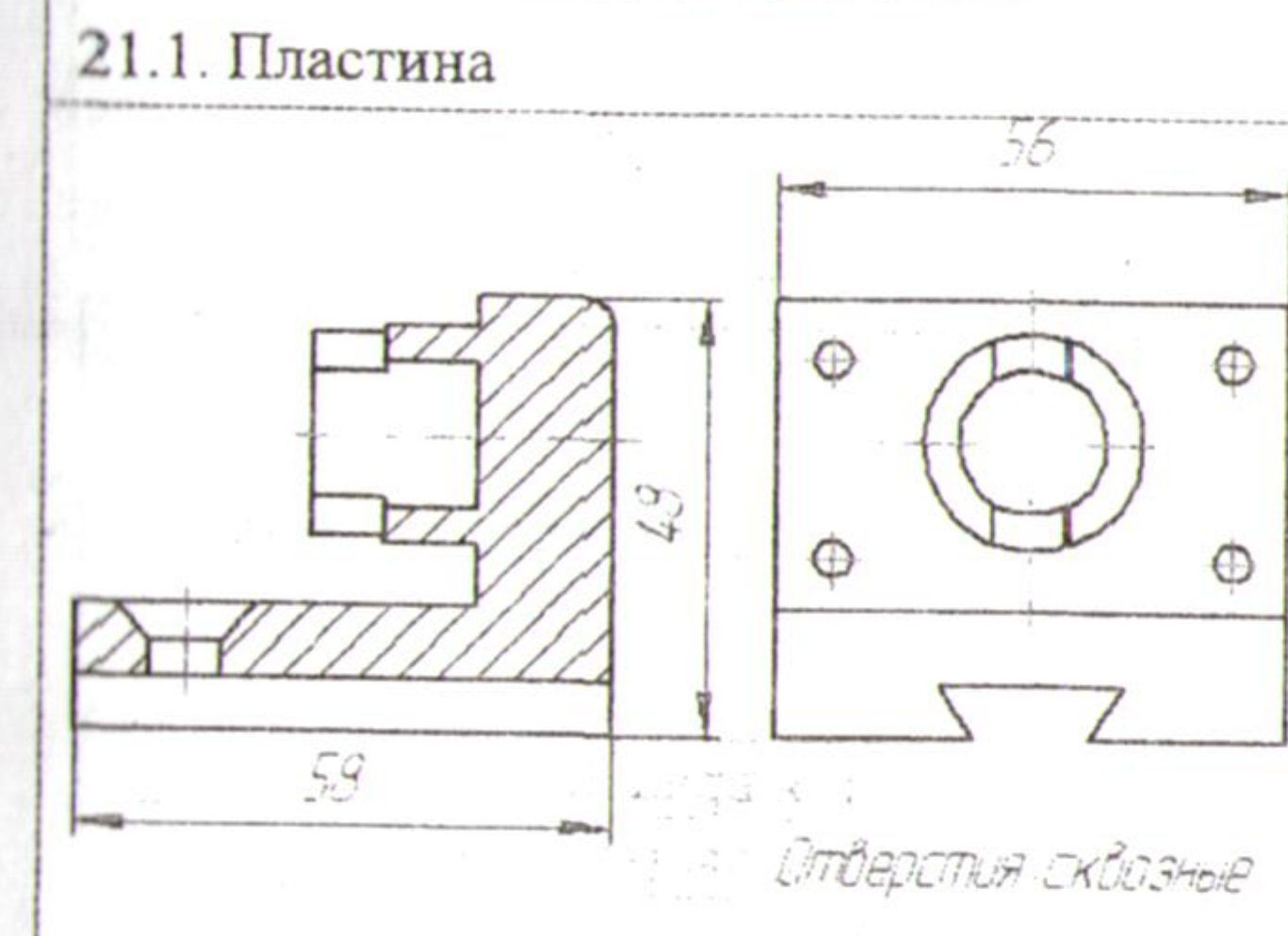
ВАРИАНТ 21		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	5	2	1	3	6	5	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	6	2	1	1	3	5	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Диаметральные	1	1	-	-	-	1	Вырезать элемент вращения: 1
	Радиальные	4	-	1	-	1	-	Операция выдавливания: 2
	Фасок	1	-	-	-	1	-	Вырезать элемент выдавливания: 2
	Прочие	1	-	-	1	-	-	Вырезать элемент выдавливания: 3
Задание		21.1	21.2	21.3				



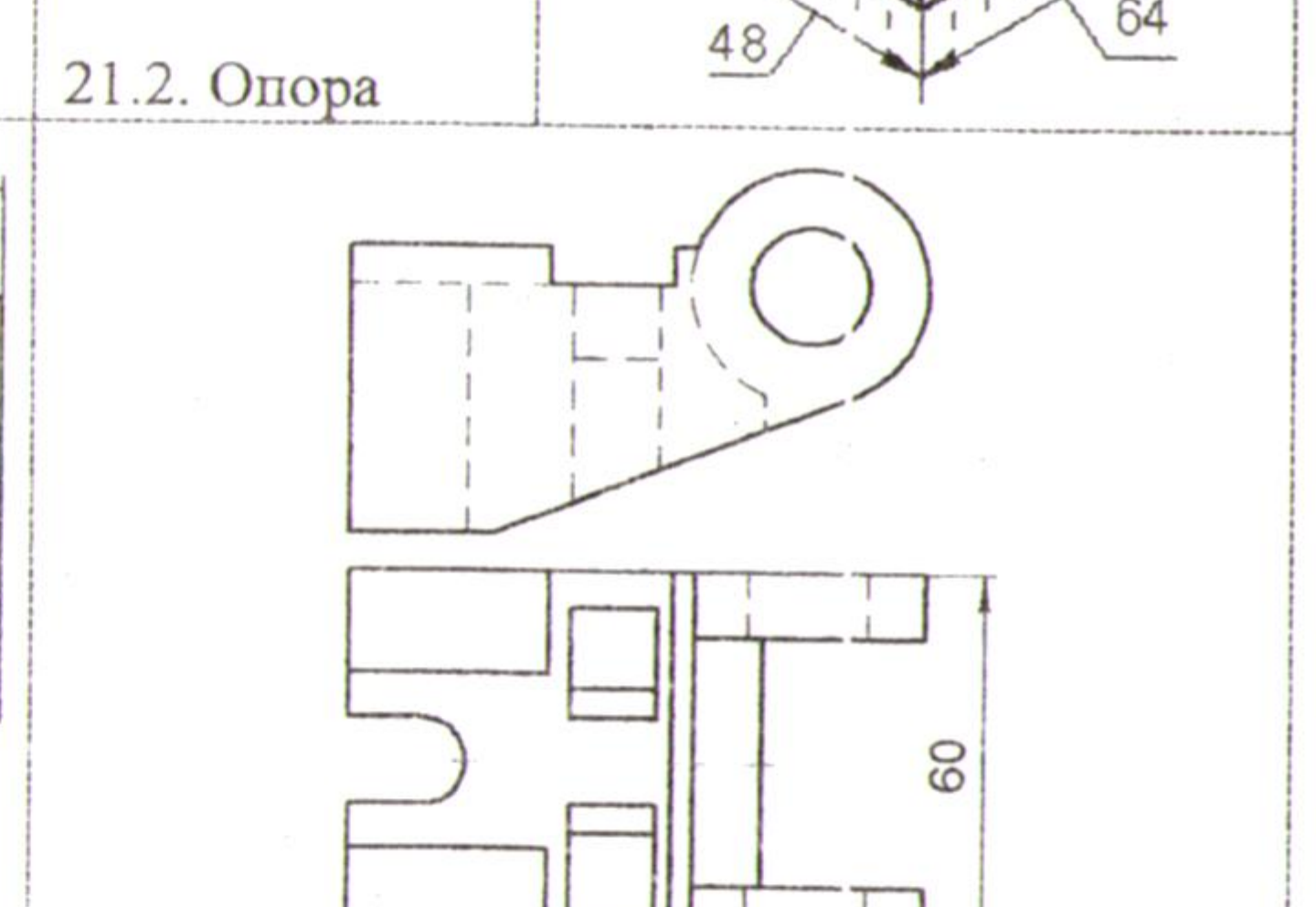
21.1. Пластина



21.2. Опора



21.3. Уголок



21.4. Основание

ВАРИАНТ 22		Виды						Элементы дерева модели
Данные по нанесению размеров в видах		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Спери	Сверху	
Количество размеров	Горизонтальные	4	3	1	3	6	-	Операция вращения: 1
	Вертикальные	3	2	1	-	4	3	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Диаметральные	2	1	-	-	-	1	Вырезать элемент выдавливания: 2
	Радиальные	4	1	1	-	1	1	Вырезать элемент выдавливания: 3
	Фасок	1	-	-	-	1	-	Вырезать элемент выдавливания: 4
	Прочие	1	-	-	1	-	1	Вырезать элемент выдавливания: 5
Задание		22.1	22.2	22.3				

22.1. Пластина

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

22.2. Опора

22.3. Седло

22.4. Основание

ВАРИАНТ 23		Виды						Элементы дерева модели
		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Справа	
Данные по нанесению размеров в видах								
Количество размеров	Горизонтальные	4	2	1	4	7	-	1
	Вертикальные	4	2	1	1	4	1	1
	Диаметральные	3	1	-	-	-	1	-
	Радиальные	2	1	-	-	-	-	2
	Фасок	1	-	-	-	1	-	-
	Прочие	1	-	-	1	1	-	-
Задание		23.1	23.2	23.3				

23.1. Пластина

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

23.2. Опора

23.3. Обойма

23.4. Основание

ВАРИАНТ 24		Виды						Элементы дерева модели
		Главный	Спереди	Сверху	Слева	Сзади	Справа	
Данные по нанесению размеров в видах								
Количество размеров	Горизонтальные	3	3	1	5	2	5	Операция выдавливания: 1
	Вертикальные	3	2	1	2	8	4	Операция вращения: 1
	Диаметральные	2	-	-	-	-	3	Вырезать элемент выдавливания: 1
	Радиальные	8	-	-	2	-	-	Вырезать элемент выдавливания: 2
	Фасок	1	-	-	-	-	1	
	Прочие	2	-	-	1	-	-	
Задание		24.1	24.2	24.3				

24.1. Пластина

Отверстие вырезать из нижней горизонтальной грани с уклоном наружу 10°

24.2. Опора

24.3. Крышка

24.4. Основание

## Оглавление

1. ВВЕДЕНИЕ В ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ.....	3
1.1. Формирование основания модели детали.....	3
1.2. Добавление и удаление материала детали.....	5
1.3. Дополнительные конструктивные элементы.....	6
1.4. Система координат и плоскости проекций.....	7
1.5. Настройка параметров и расчет характеристик моделей.....	9
1.6. Создание ассоциативных видов.....	11
2. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ.....	13
2.1. Основные требования и определения.....	13
2.2. Основные правила нанесения размеров.....	14
2.3. Полуавтоматическое нанесение размеров.....	19
3. ПРИМЕРЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ АССОЦИАТИВНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	23
3.1. Формулировка учебных задач и пример представления исходных данных.....	23
3.2. Моделирование и выполнение чертежа пластины.....	24
3.3. Моделирование и выполнение чертежа опоры.....	28
3.4. Моделирование и выполнение чертежа крышки.....	33
3.5. Моделирование и выполнение чертежа кронштейна.....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	40

Большаков Владимир Павлович  
Ильченко Татьяна Владимировна  
Чагина Анна Владимировна

### Выполнение ассоциативных чертежей деталей в системе «КОМПАС»

Учебное пособие

Редактор И. Г. Скачек

---

Подписано в печать 26.04.12	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Печать офсетная.	Гарнитура «Times».	Печ. л. 3.75
Тираж 310 экз.		Заказ 80.

---

Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
197376, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 5