




Департамент образования Ивановской области  
областное государственное бюджетное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Шуйский технологический колледж»  
155901 г. Шуя, Ивановская обл., Учебный городок, 1  
 (49351) 4-70-81     [www.prof4.ru](http://www.prof4.ru)     [liceyshuya@mail.ru](mailto:liceyshuya@mail.ru)

---

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**по выполнению  
практических работ  
по учебной дисциплине**

**ОП.01 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

**для специальности**

**35.02.07 Механизация сельского хозяйства**

Шуя, 2015

## **Пояснительная записка**

Практическая работа обучающихся - один из важнейших элементов приобретения знаний, умений, навыков. Она во многом зависит от мастерства преподавателя: найти главное, выделить его, дать анализ - составные части самостоятельной работы обучающихся.

Настоящее методическое пособие состоит из 20 практических работ по учебной дисциплине ОП.01 «Инженерная графика» для специальности 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства»

Каждая работа рассчитана на разное количество уроков.

Практические работы по дисциплине «Инженерная графика» предназначены для закрепления теоретических знаний учащихся и практикой изображения различных пространственных форм на плоскости, которые могут быть использованы в будущей практической деятельности. Методические рекомендации дают возможность студентам изучить методы и пути отображения пространственных образов на плоском чертеже и при этом работать с различной литературой и методическими пособиями.

Главная задача данных методических рекомендаций – помочь студентам увязать изучение общих принципов создания чертежа и их практическое применение при решении вопросов профессиональной деятельности.

Требования по выполнению практических работ:

Перед выполнением практической работы студенты должны повторить материал, относящийся к теме работы. По каждой блоку практических работ студенты оформляют графическую работу, для выполнения которой необходимо хорошо владеть знаниями, полученными на теоретических занятиях.

## Перечень практических работ ОП.01 «Инженерная графика»

Наименование темы программы	№ п/п	Тема практической работы	Кол-во часов
<b>Тема 1.1 Основные сведения по оформлению чертежей</b>	2-7	Стандарты ЕСКД. Форматы чертежей. Основные линии чертежа. Шрифт чертежный.	6
<b>Тема 1.2. Чертежный шрифт и выполнение надписей на чертежах</b>	8-14	Сведения о шрифтах чертежных. Соотношения размеров чертежных шрифтов. Выполнение на формате надписи чертежным шрифтом	6
<b>Тема 1.3. Основные правила нанесения размеров.</b>	15-21	Виды размеров. Правила нанесения размеров на чертежах.	7
<b>Тема 1.4. Геометрические построения и приемы вычерчивания контуров</b>	22-29	Построение и обозначение уклона и конусности. Приемы построения, измерения и деления углов, деление отрезков прямых и окружностей. Сопряжение линий.	7
<b>Тема 2.1. Проецирование точки. Комплексный чертеж точки.</b>	30-38	Общие сведения о видах проецирования используемых в начертательной геометрии. Ортогональные проекции точки и получение комплексного чертежа точки.	9
<b>Тема 2.2. Проецирование отрезка прямой линии.</b>	39-47	Проецирование отрезка прямой на плоскости проекций.	9
<b>Тема 2.3. Проецирование плоскости.</b>	48-56	Изображение плоскости на комплексном чертеже.	9
<b>Тема 2.4. Аксонометрические проекции.</b>	57-66	Общие сведения об аксонометрических проекциях. Изометрическая, фронтально изометрическая и диметрическая проекции геометрических тел.	9
<b>Тема 2.5. Проецирование геометрических тел.</b>	67-75	Определение поверхностей тел. Построение комплексных чертежей группы геометрических тел. Построение комплексных чертежей проекции моделей. Построение третьей проекции по двум заданным Аксонометрическим	9

		проекциям моделей	
<b>Тема 2.6. Сечение геометрических тел плоскостями</b>	77-83	Понятие о сечении. Способы построения плоских сечений. Построение комплексных чертежей усеченных поверхностей.	6
<b>Тема 2.7. Взаимное пересечение поверхностей тел</b>	84-90	Способы нахождения линий пересечения и перехода. Пересечение поверхностей	7
<b>Тема 2.8. Проекции моделей</b>	91-95	Анализ геометрической формы модели. Построение комплексных чертежей моделей	5
<b>Тема 3.1. Основные положения конструкторской, технологической и другой нормативной документации</b>	96-97	Машиностроительный чертеж, его назначение. Выполнение рабочего чертежа детали. Виды изделий и конструкторских документов. Выполнение рабочего чертежа детали.	2
<b>Тема 3.2. Изображения, разрезы и сечения на чертежах</b>	98-101	Виды: назначение, классификация, расположение и обозначение основных, местных и дополнительных видов. Изображение детали в основных и дополнительных видах.	4
<b>Тема 3.3. Резьба, резьбовые изделия.</b>	102-105	Основные сведения о резьбе. Классификация резьб. Изображение резьб и резьбовых соединений.	4
<b>Тема 3.4. Эскизы деталей и рабочие чертежи.</b>	106-109	Форма детали и ее элементы. Графическая и текстовая часть чертежа. Назначение эскиза и рабочего чертежа детали. Порядок и последовательность их выполнения.	4
<b>Тема 3.5. Разъемные и неразъемные соединения деталей</b>	110-113	Вычерчивание болтового, шпилечного, винтового и сварного соединений деталей.	4
<b>Тема 3.6. Зубчатые передачи</b>	114-117	Основные виды передач. Конструктивные разновидности зубчатых колес. Изображение зубчатого колеса. Основные виды передач. Конструктивные разновидности зубчатых колес. Изображение зубчатого колеса. Условные изображения цилиндрической, конической и червячной передачи по ГОСТу. Изображение цилиндрической, конической и червячной передачи.	4
<b>Тема 3.7. Общие сведения об изделиях и составлении сборочных чертежей</b>	118-120	Чертеж общего вида, его назначение и содержание. Сборочный чертеж. Выполнение сборочного чертежа.	3
<b>Тема 3.8. Детализация сборочного чертежа</b>	121-123	Детализация сборочного чертежа: выполнение рабочих чертежей отдельных деталей, простановка размеров с учетом технологии	3

		изготовления, шероховатости поверхности. Выполнение рабочего чертежа детали.	
<b>Тема 4.1. Чтение и выполнение чертежей и схем по специальности.</b>	124-126	Типы схем в зависимости от основного назначения. Общие сведения о схемах. Изображение схем.	3
<b>Тема 5.1. Программа КОМПАС. Основные сведения и возможности. Порядок и последовательность работы с системой КОМПАС</b>	127	Графические формы представления информации. Пакеты программного обеспечения системы КОМПАС. Основные сведения и возможности КОМПАСа. Интерфейс системы КОМПАС. Последовательность, порядок работы на компьютере с системой КОМПАС	1
		ИТОГО	126

7

## **Тема 1.1 Основные сведения по оформлению чертежей**

### ***Методические рекомендации:***

Приступая к изучению темы, необходимо усвоить современные условия разработки и применения в производстве проектной документации - чертежей, схем и текстовых документов – один из основных требований является единообразное и правильное оформление чертежей и текстовых документов, что

облегчает их выполнение и чтение.

8

Изучить государственные стандарты на составление и оформление чертежей. Необходимо также изучить составляющие конструкторской документации, форматы чертежей и основную надпись, масштаб.

***Содержание темы:*** Государственные стандарты ГОСТы. Виды конструкторской документации: оригиналы, подлинники, копии. Форматы чертежей ГОСТ 2.301 – 68, основная надпись ГОСТ 2.104-68. Понятие масштаб и

представление о числовом и линейном масштабе. Изучить линии чертежа и их применение на практике.

### **1. СТАНДАРТЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Первые стандарты (ГОСТ), которые мы рассмотрим, – это стандарты оформления чертежей. К оформлению чертежей можно отнести форматы, основную надпись, линии, шрифты, масштабы.

#### **1.1. ФОРМАТЫ**

Форматом чертежного листа называется размер листа, на котором выполняется данный чертеж или другие конструкторские документы.

ГОСТ 2.301-68 устанавливает пять основных и ряд дополнительных форматов. Ряд основных форматов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Поле формата, на котором размещают изображения деталей, приборов, геометрические построения или текст, ограничивается рамкой. Рамку проводят на расстоянии 20 мм от левой стороны и на расстоянии 5мм от верхней, нижней и правой сторон формата. Поле 20 мм предназначено для подшивки чертежей. В соответствии с ГОСТ 2.109.68 в правом нижнем углу располагают основную надпись. На формате A4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны формата (рис.1.1).

Форма и содержание основной надписи (ГОСТ 2.104-68) приведены на рис 1.2. В графах на производстве указывают:

1 – наименование изделия; 2 – его обозначение (шифр); 3 – материал изделия; 4 – литеру, присвоенную данному документу; 5 – массу изделия; 6 – масштаб; 7 – порядковый номер листа (на документах, составляющих один лист, графа не заполняется); 8 – общее количество листов документов; 9 – наименование или номер предприятия; 10 – характер работы (разработал, проверил и т.п.); 11 – фамилии лиц, подписавших документ; 12 – подписи этих лиц; 13 – дату документа; 14...18 – это графы таблицы изменений.

В учебном заведении в графах основной надписи (рис 1.3) указывают: 1– наименование чертежа; 2 – обозначение чертежа, которое включает курс и семестр, номер задания и номер варианта в двузначном представлении; 7, 8 – номер листа и количество листов; 9 – наименование учебного заведения; 10 – последовательно “Разработал”, “Проверил”; 11 – фамилии студента и преподавателя; 12 – их подписи; 13 –дату исполнения и проверки. Остальные графы в учебных чертежах не заполняются.

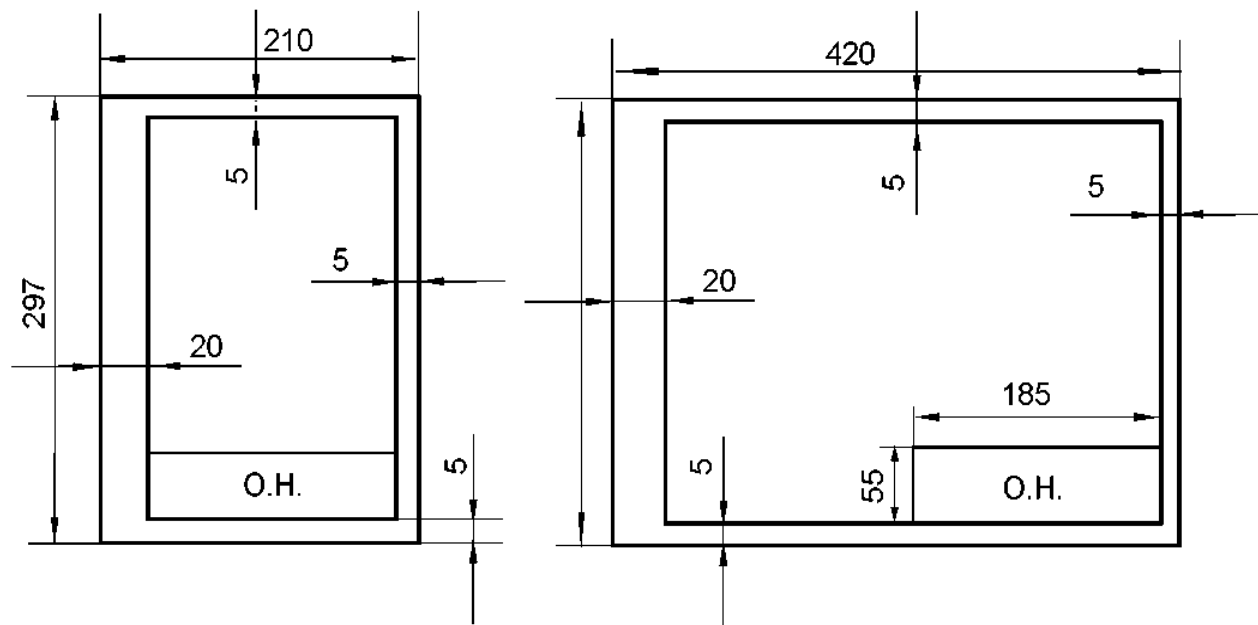


Рис.1.1

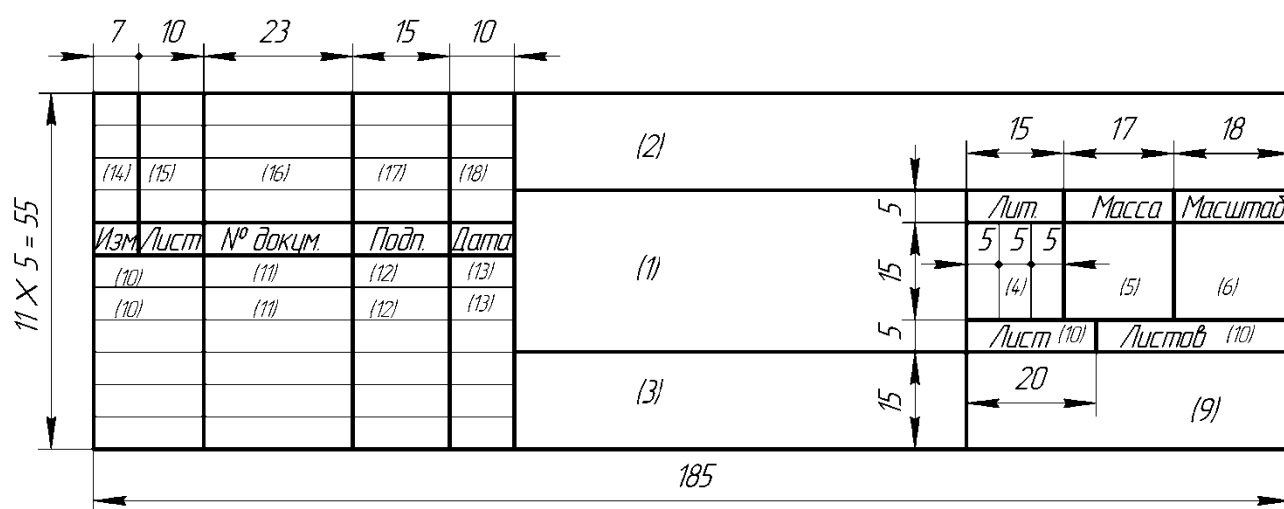


Рис. 1.2

					11.01.05.			
					ЛИНИИ	Лист	Масса	Масштаб
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата			у		1:1
Чертил	Иванов							
Пров.	Петров					Лист	Листов	
						ИГТА, каф.НГ и Ч		
						группа 1тба		

Рис. 1.3

## 1.2. МАСШТАБЫ

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения, выполненного на чертеже без искажений, к его действительным размерам. Изображение может быть дано в натуральную величину, быть увеличенным или уменьшенным. ГОСТ 2.302-68 рекомендует выбирать масштабы из следующего ряда:

Масштаб натуральный 1:1.

Масштабы уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.

Масштабы увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Масштаб, указанный в предназначенной для него графе основной надписи, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д., в остальных случаях, т.е. в надписях на поле чертежа, с буквой М, например: М 1:1; М 1:2; М 2:1 и т. д.

## 1.3. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

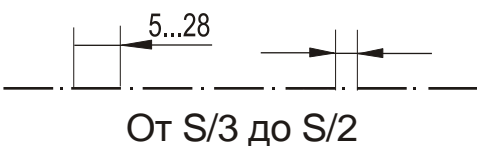
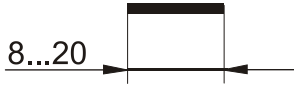
Линии чертежа должны иметь начертание в соответствии с их назначением по ГОСТ 2.303-68. Толщина сплошной основной линии должна быть в пределах 0,6...1,5 мм. Она выбирается в зависимости от величины и сложности изображения, а также от размеров чертежа. Толщина линий одного типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Основные данные о линиях приведены в табл.2.

Таблица 2



Наименование	Начертание и толщина линий по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
Сплошная толстая основная	 $S=0,6...1,5$	Линия видимого контура
Сплошная тонкая	 От $S/3$ до $S/2$	Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски
Сплошная волнистая	 От $S/3$ до $S/2$	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
Штриховая	 От $S/3$ до $S/2$	Линии невидимого контура

Штрихпунктирная		Линии осевые и центровые
Разомкнутая		Линии обозначения разрезов и сечений

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Что такое ГОСТ?
2. Какие форматы чертежей вы знаете?
3. Как выполняется основная надпись?
4. Как применяют масштаб на чертеже?
5. Где используют линии невидимого контура?
6. Какова толщина линий сгиба на развёртках?

## **Тема 1.2 Чертёжный шрифт и выполнение надписей на чертеже**

### **Методические рекомендации:**

Раскрывая данную тему необходимо ознакомиться с ГОСТ 2.304-81. отметить размеры прописных и строчных букв.

**Содержание темы:** Чертёжные шрифты и надписи на чертежах. Прописные буквы, строчные буквы, арабские цифры (тип Б), выполнение надписей.

Чертёжные шрифты, применяемые для нанесения всех надписей на чертежах и других технических документах, установлены по ГОСТ 2.304-81. Размер шрифта  $h$  определяется высотой прописных букв, мм.: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Наиболее употребительные размеры шрифта от 3,5 до 10. Устанавливаются следующие типы шрифта: А - без наклона и с наклоном, а также тип Б – без наклона и с наклоном. Все надписи в графических работах данного курса будут выполняться шрифтом Б с наклоном  $75^\circ$  (рис. 1.4).



### **Тема 1.3 Основные правила нанесения размеров на чертеже**

#### ***Методические рекомендации:***

Данная тема является одной из ключевых тем курса. При ее изучении необходимо усвоить основные правила нанесения размеров на чертежах установленные ГОСТ 2.307 – 68. В процессе изучения важно овладеть такими понятиями, как *выносные и размерные линии*. Следует чётко уяснить правила

нанесения размеров в разных графических ситуациях.

**Содержание темы:** О величине изображенного на чертеже предмета или его частей независимо от масштаба изображения судят по размерным числам.

Выносные линии их использования и размеры стрелок в зависимости от толщины

линий видимого контура и должен быть одинаковым для всех размеров данного чертежа. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку на расстоянии 6...10 мм, а выносные линии

– перпендикулярно размерным.

Каждый размер должен быть указан на чертеже только один раз. Размеры на чертежах проставляют в мм без обозначения единицы измерения.

Линии контура, осевые и центровые линии нельзя использовать в качестве размерных линий. Меньшие размеры должны располагаться ближе к контуру изображения, а большие – дальше от него. В этом случае выносные линии не будут пересекать размерные линии.

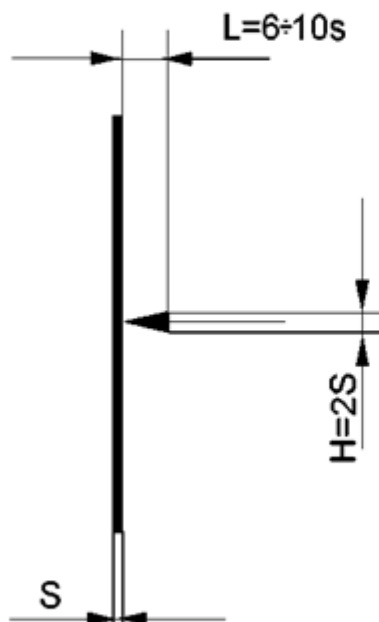


Рис. 1.5

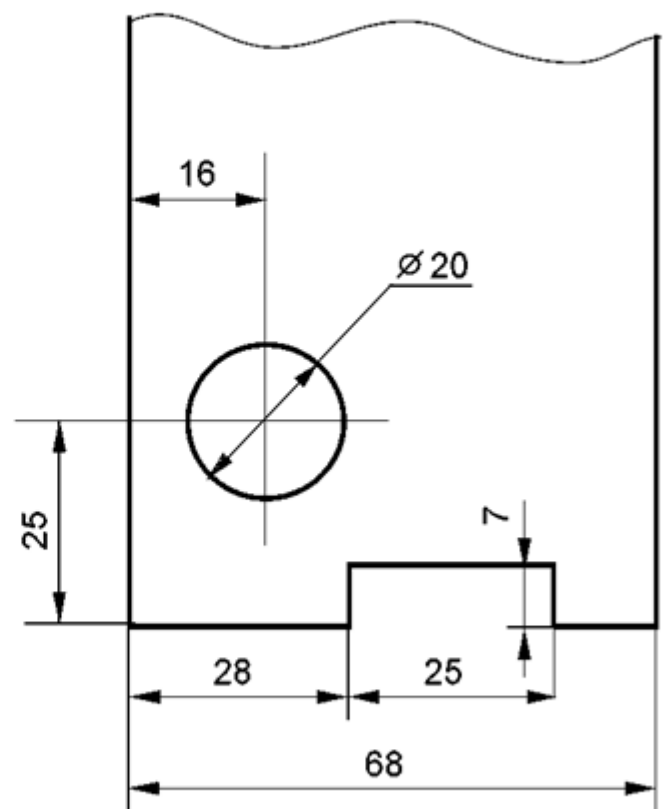
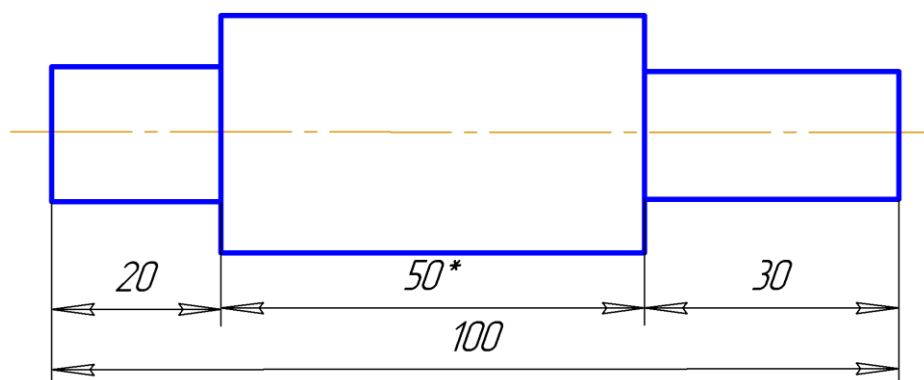


Рис.1.6

Размеры не допускается наносить в виде замкнутой цепи за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный. Справочными

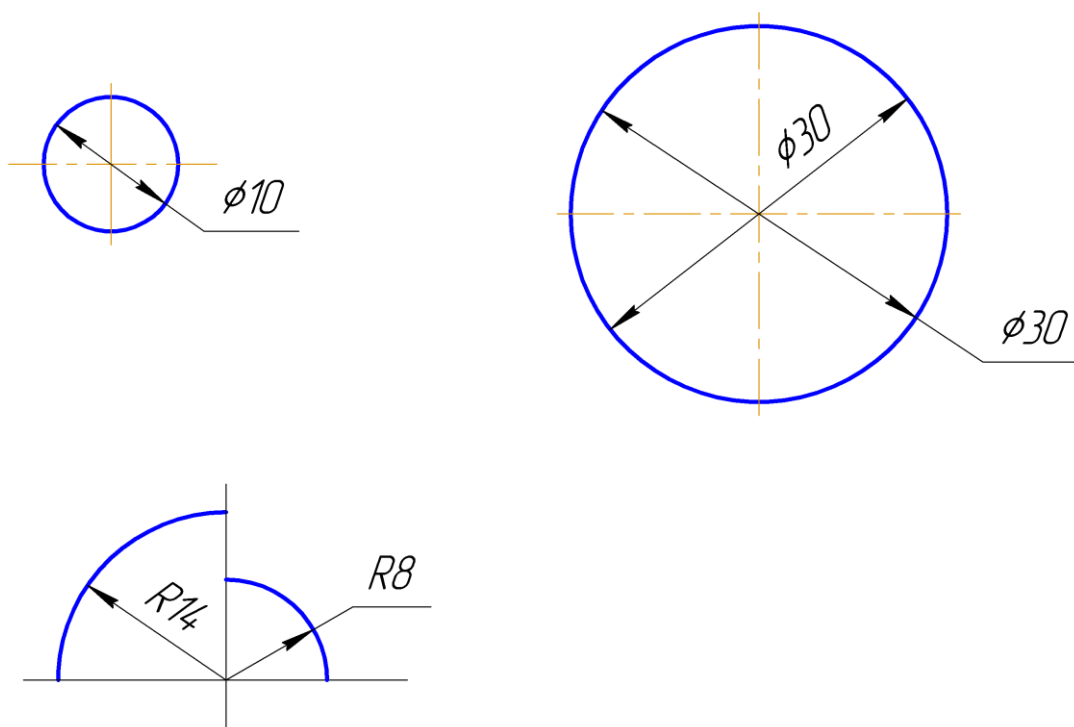
размерами называются размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу. Их указывают для большего удобства пользования чертежом. Справочные размеры на чертежах отмечаются знаком \*, а в технических требованиях записывают “\* Размеры для справок” (рис. 1.7).



\* Размер для справок

Рис.1.7

Нанесение размеров и радиальных радиусов показано на рис. 1.8.



**Вопросы для самопроверки**

1. Назовите, сколько раз должен быть нанесён размер на чертеже
2. Ответьте, допускается ли пересечение линиями размерные числа
3. Зарисуйте, знак обозначения диаметра ставится перед размерным числом или за ним
4. Назовите, что означает  $R$  перед размерным числом.
5. Укажите, какой размер стрелки допускается на чертеже
6. Назовите, как при наличии закруглений контурных линий предмета проставляют размеры
7. Назовите, в каких случаях допускается нанесение размеров. Знак обозначения диаметра ставится перед размерным числом или за ним.

**Тема 1.4 Геометрическое построение и приёмы вычерчивания контуров**

**Методические рекомендации:**

Понять особенности построения перпендикуляров и деление отрезков и углов при помощи циркуля, изучить основные методы построения. Освоить деление окружности для получения правильных многоугольников. Научиться работать с дугой и линией в сопряжении.

**Содержание темы:** Построение перпендикуляров, деление отрезков и углов.

**Вопросы для самопроверки**

1. Изобразите, как построить перпендикуляр из точки на прямую линию при помощи циркуля
2. Начертите, как точно разделить отрезок на четыре части
3. Ответьте на вопрос, каким образом можно разделить отрезок на 6-ть частей
4. Назовите, как можно разными способами разделить окружность на 5-ть частей.

**УПРАЖНЕНИЯ**

**этапы выполнения практической работы:**

- опустить перпендикуляр из точки на прямую;
- восстановить перпендикуляр из точки, расположенной на прямой;
- разделить отрезок прямой на четыре равные части;
- разделить отрезок прямой в отношении  $a:b$ , например в отношении 2:3
- разделить угол на две равные части
- разделить прямой угол на три равные части.

**Построение правильных многоугольников:**

- равносторонний треугольник и правильный шестиугольник;
- квадрат и правильный восьмиугольник;
- правильный пятиугольник

***Построение касательных к окружности:***

- касательная к точке, лежащей на окружности;
- касательная из точки, лежащей вне окружности;
- касательная к двум окружностям;

***Сопряжение линий***

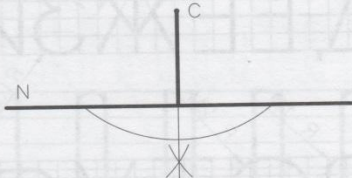
- сопряжение прямых линий;
- сопряжение прямой линии с окружностью;
- сопряжение двух окружностей.

# ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

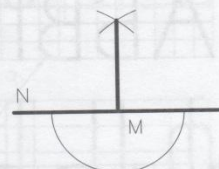
## ПОСТРОЕНИЕ ПЕРПЕНДИКУЛЯРОВ



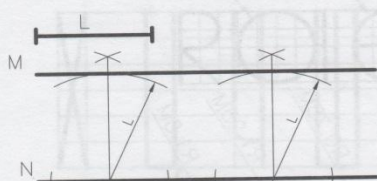
ПЕРПЕНДИКУЛЯР К  
СЕРЕДИНЕ ОТРЕЗКА



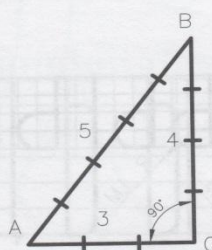
ПЕРПЕНДИКУЛЯР ИЗ  
ТОЧКИ НА ПРЯМУЮ



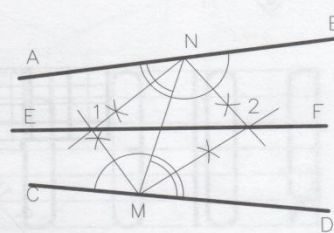
ПЕРПЕНДИКУЛЯР К  
ПРЯМОЙ В ТОЧКЕ



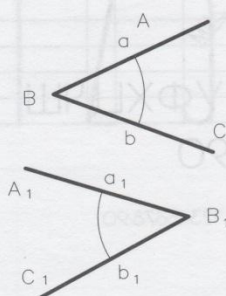
ПАРАЛЛЕЛЬ М К ПРЯМОЙ N  
НА РАССТОЯНИИ L



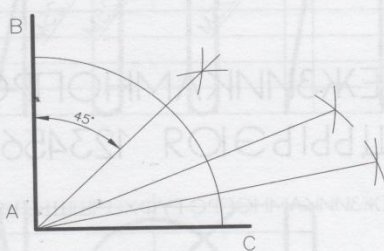
ЕГИПЕТСКИЙ  
ТРЕУГОЛЬНИК



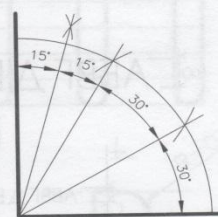
ДЕЛЕНИЕ УГЛА С  
НЕДОСТУПНОЙ ВЕРШИНОЙ



ПОСТРОЕНИЕ УГЛА  
РАВНОГО ДАННОМУ



ДЕЛЕНИЕ ПРЯМОГО УГЛА  
НА 2, 4, 8 И Т.Д. ЧАСТЕЙ



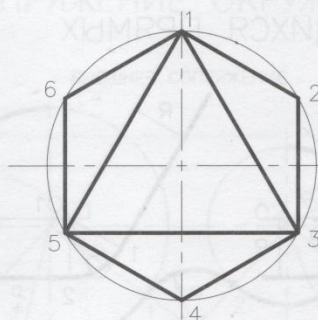
ДЕЛЕНИЕ ПРЯМОГО УГЛА  
НА 3, 6, 12 И Т.Д. ЧАСТЕЙ

Все надписи выполнять узким архитектурным шрифтом.

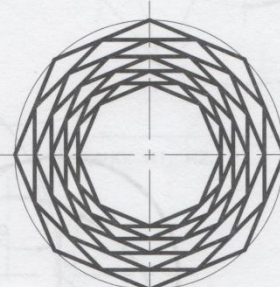
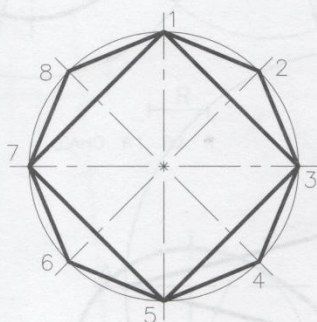


# ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

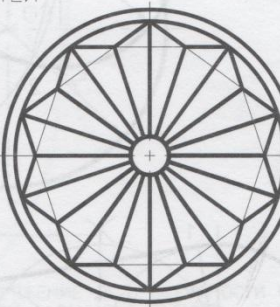
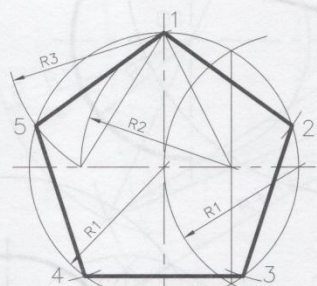
НА 3 — 6 ЧАСТЕЙ



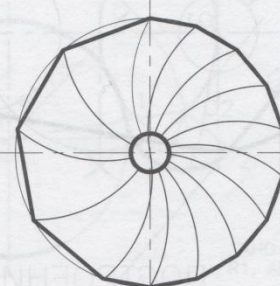
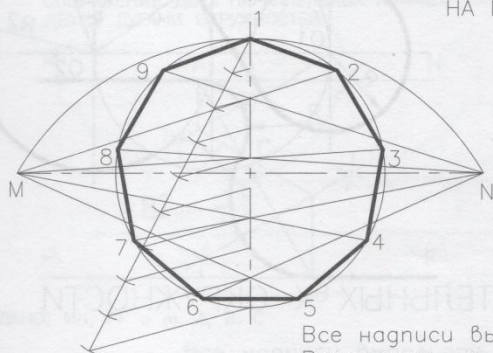
НА 4 — 8 ЧАСТЕЙ



НА 5 — 10 ЧАСТЕЙ



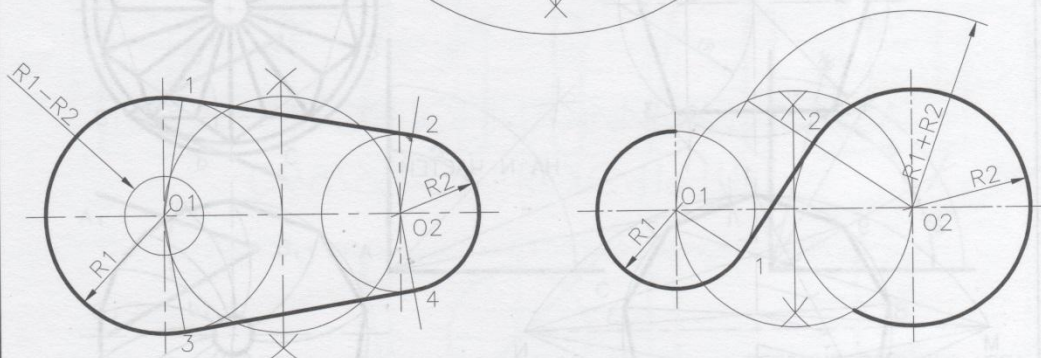
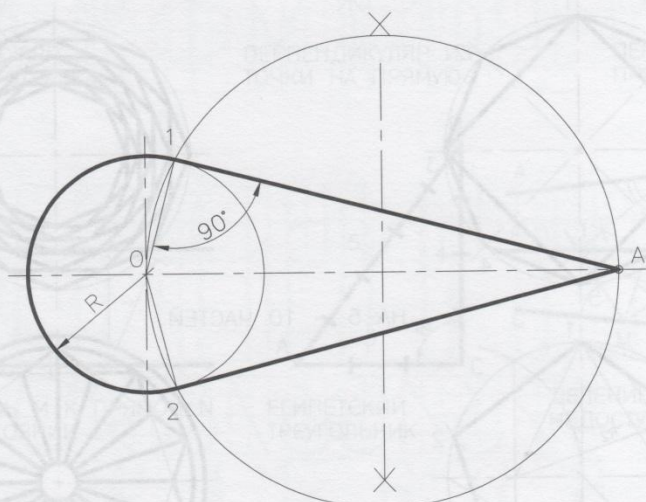
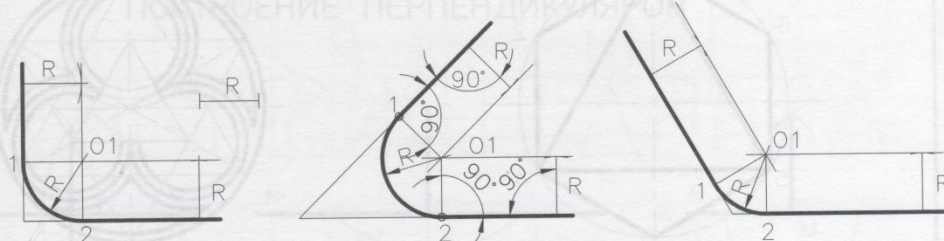
НА N ЧАСТЕЙ



Все надписи выполнять узким архитектурным шрифтом.  
Рекомендуемый радиус окружности 35 мм.

## СОПРЯЖЕНИЯ

## СОПРЯЖЕНИЕ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ПРЯМЫХ



## ПОСТРОЕНИЕ КАСАТЕЛЬНЫХ К ОКРУЖНОСТИ

Все надписи выполнять узким архитектурным шрифтом.



## **Тема 2.1 Проецирование точки.**

## **Тема 2.2 Проецирование отрезка прямой линии**

## **Тема 2.3 Проецирование плоскости**

### ***Методические рекомендации:***

При изучении этой темы нужно уяснить, что при выполнении технических чертежей применяют различные проекционные изображения, главным образом прямоугольные проекции предмета и его дополнительные виды. Всякая техническая деталь или сооружение представляет собой комплекс геометрических

тел. Следовательно, при составлении чертежа и чтении его необходимо уметь находить эти составляющие геометрические формы, а также строить разрезы, сечения, линии перехода. Недостаточная наглядность изображения предмета в прямоугольных проекциях восполняется аксонометрическими изображениями и техническим рисунком.

### ***Содержание темы***

Принцип образования проекций. Методы и виды проецирования типы проецирования. Типы проекций и их свойства. Комплексный чертёж. Проецирование точки. Расположение проекций точки на комплексных чертежах.

Понятие о координатах точки.

Прямоугольные проекции включают в себя центральное и параллельное проецирование, перспективу, аксонометрические изображения, чертежи.

Понятия о плоскостях общего и частного положения. Взаимное положение прямых и плоскостей.

Вывод: две проекции определяют положение, форму и размеры изображенного на чертеже предмета; третья проекция определяется пересечением соответствующих линий связи. Структура прямоугольной проекции включает три вида: фронтальный (фасад или вид спереди), горизонтальный (вид сверху или план), профильный (вид сбоку или боковой фасад).

**Задача 1.** Определить натуральную величину отрезка  $AB$  прямой уровня и углы наклона: горизонтали  $h$  к фронтальной плоскости проекций  $\pi_2$ , фронтали  $f$  к горизонтальной плоскости проекций  $\pi_1$  (рис. 1\*).

**Решение.** Из свойств ортогонального проецирования следует, что отрезок прямой уровня проецируется в натуральную величину на ту плоскость проекций, параллельно которой он расположен в пространстве. Тогда натуральная величина отрезка  $AB$ , принадлежащего горизонтали  $h$ , определяется его горизонтальной проекцией  $A_1B_1$ . Угол  $\varphi^\circ$ , заключенный между горизонтальной проекцией прямой и осью проекций  $x_{1,2}$ , определяет наклон прямой  $h$  к фронтальной плоскости проекций  $\pi_2$  (рис. 1а).

Натуральная величина отрезка  $CD$ , принадлежащего фронтали  $f$ , определяется его фронтальной проекцией  $C_2D_2$ . Угол  $\gamma^\circ$ , заключенный между

фронтальной проекцией прямой и осью проекций  $x_{1,2}$ , определяет наклон прямой  $f$  к горизонтальной плоскости проекций  $\pi_1$  (рис. 1б).

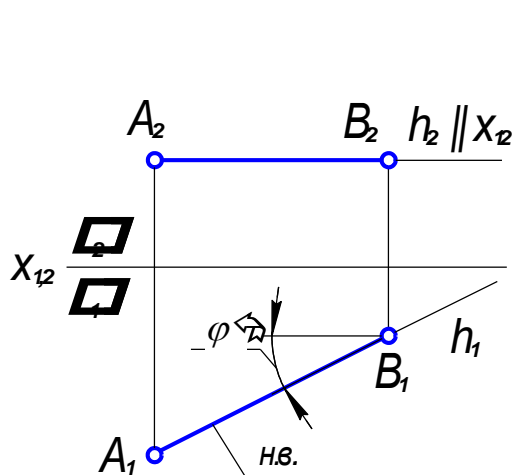


Рис. 1а

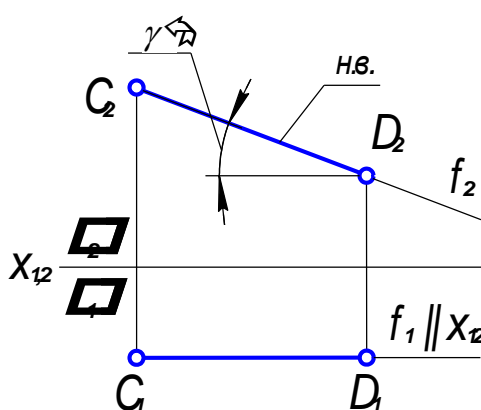


Рис. 1б

**Задача 2.** Определить натуральную величину отрезка  $AB$  прямой общего положения  $l$  и угол наклона прямой к плоскостям проекций  $\pi_1$  и  $\pi_2$  (рис. 2а).

**Решение.**

#### МЕТОД ОПОРНОГО (ПРЯМОУГОЛЬНОГО) ТРЕУГОЛЬНИКА

Решение задачи заключается в построении прямоугольного треугольника, наглядно изображенного на рис. 2б. Он образуется в результате проецирования отрезка  $AB$  на плоскость проекций  $\pi_1$ . В этом треугольнике гипотенуза  $AB$  – отрезок в пространстве, катет  $A_1B_1$  – его горизонтальная проекция, катет  $BB_1$  – разность уровней концов отрезка  $AB$  относительно плоскости проекций  $\pi_1$  (разность высот):  $\Delta z = z_B - z_A$ . Угол  $\gamma^\circ$  определяет наклон прямой  $AB$  к плоскости проекций  $\pi_1$ .

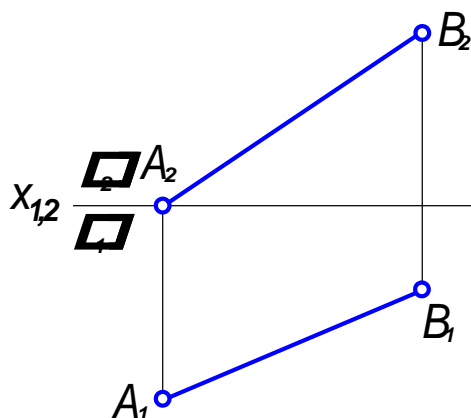


Рис. 2а

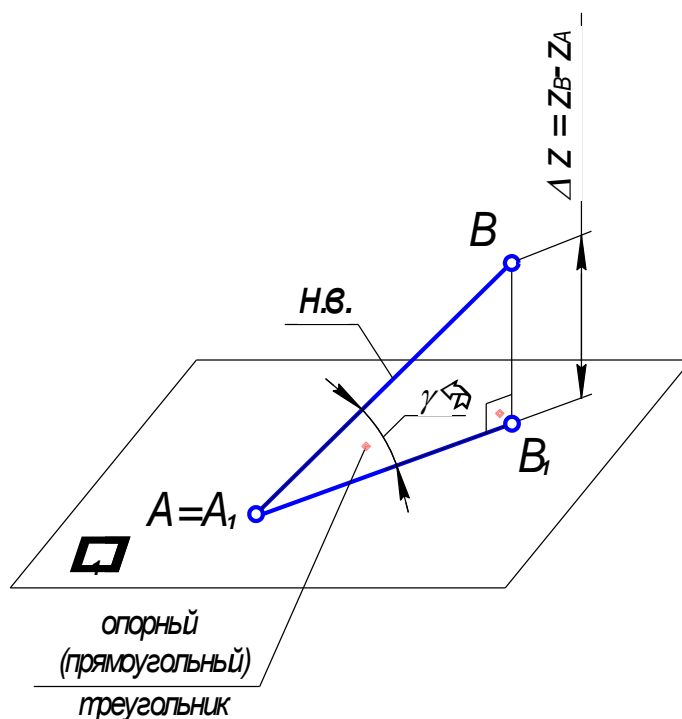


Рис. 2б

На комплексном чертеже (рис. 2в) дано построение рассмотренного опорного треугольника, у которого один катет  $A_1B_1$  – горизонтальная проекция отрезка  $AB$ , другой катет  $B_1B'_1 = \Delta z$  (разность высот концов отрезка). Тогда гипотенуза  $A_1B'_1$  определяет натуральную величину отрезка  $AB$ , а угол  $\gamma^\circ$  – наклон прямой  $AB$  к плоскости проекций  $\pi_1$ .

На рис. 2г дано построение опорного треугольника на базе фронтальной проекции  $A_2B_2$  отрезка  $AB$ . В этом треугольнике катет  $A_2B_2$  – фронтальная проекция отрезка  $AB$ , катет  $A_2A'_2 = \Delta y$  – разность глубин концов отрезка  $AB$  ( $\Delta y = y_B - y_A$ ), гипотенуза  $A'_2B_2$  – натуральная величина отрезка  $AB$ , угол  $\varphi^\circ$  определяет наклон прямой  $AB$  к плоскости проекций  $\pi_2$ .

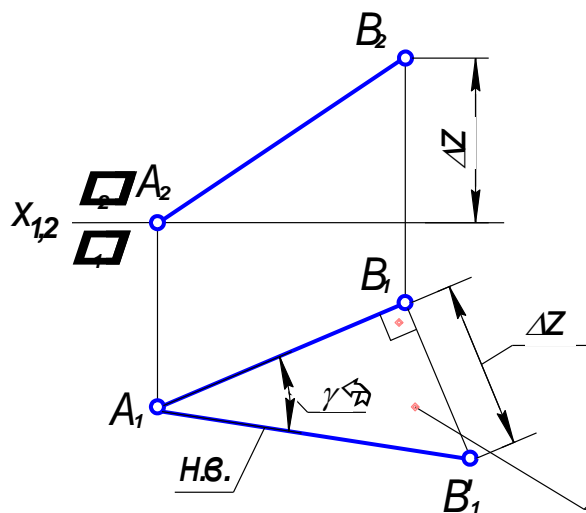


Рис. 2в

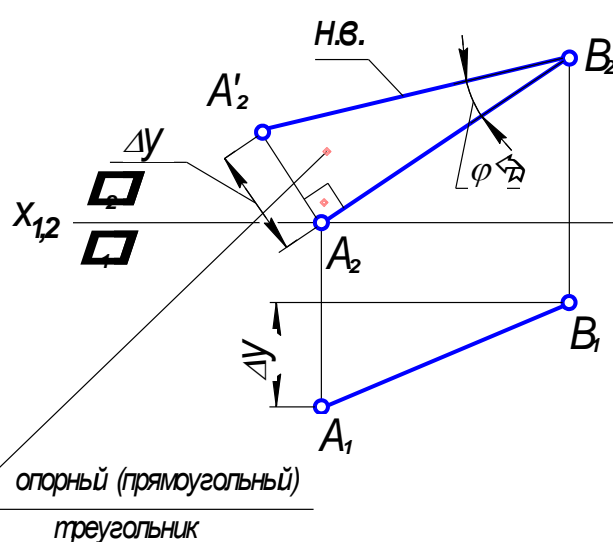


Рис. 2г

### . ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ ПРЯМОЙ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ ПЛОСКОСТИ

В пространстве прямая перпендикулярна к плоскости, если она перпендикулярна к двум пересекающимся прямым этой плоскости. В качестве таких прямых используют горизонталь и фронталь плоскости.

На комплексном чертеже прямая перпендикулярна к плоскости, если ее горизонтальная проекция перпендикулярна к горизонтальной проекции горизонтали, а фронтальная проекция перпендикулярна фронтальной проекции фронтали этой плоскости:  $p_1 \perp h_1$ ,  $p_2 \perp f_2 \Rightarrow p \perp \alpha$ .

В соответствии с этим условием для построения перпендикуляра из точки  $C$  к заданной плоскости  $\alpha$  сначала в этой плоскости строят прямые уровня  $h$  и  $f$  (рис. 11а), а затем – проекции перпендикуляра  $p$  (рис. 11б).

Алгоритм графического решения задачи:

1. Проводим  $h_2 \parallel x_{1,2}$ ,  $C_2 \in h_2$ , фиксируем  $l_2 = h_2 \cap A_2B_2$ , определяем  $l_1 \in A_1B_1 \Rightarrow l_1C_1 = h_1$ .
2. Проводим  $f_1 \parallel x_{1,2}$ ,  $C_1 \in f_1$ , фиксируем  $2_1 = f_1 \cap A_1B_1$ , определяем  $2_2 \in A_2B_2 \Rightarrow 2_2C_2 = f_2$ .
3. Строим проекции перпендикуляра  $p_2 \perp f_2$ ,  $p_1 \perp h_1$ .

В результате получаем горизонтальную  $p_1$  и фронтальную  $p_2$  проекции прямой  $p$ , проходящей через точку  $C$  перпендикулярно плоскости  $\alpha$  ( $\Delta ABC$ ).

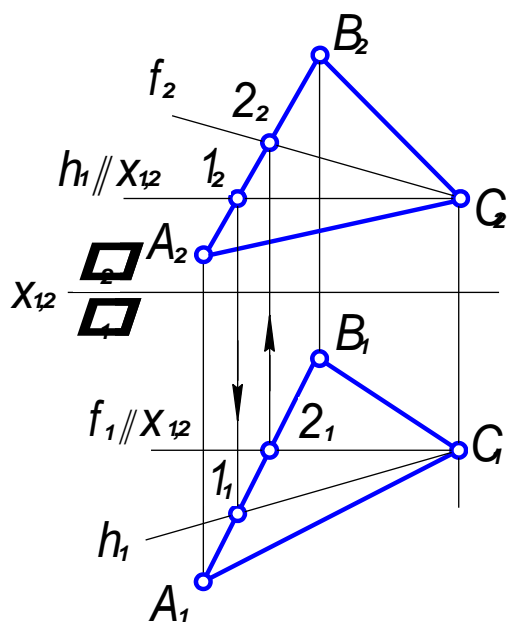


Рис.11а

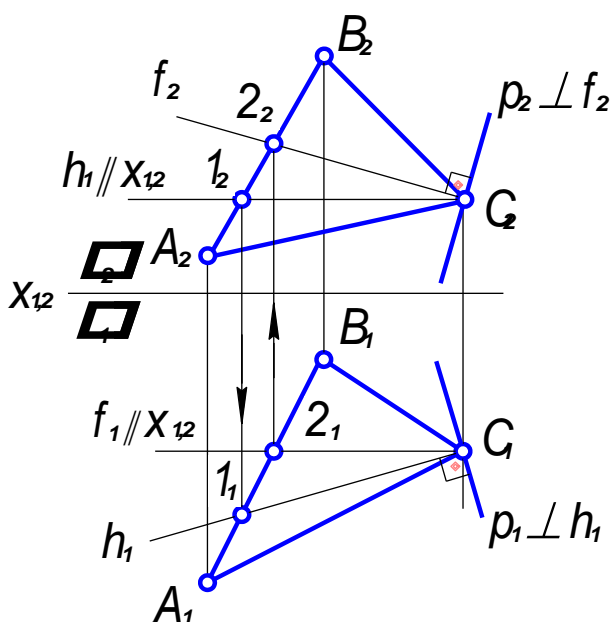


Рис. 11б

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Укажите, что мы называем центральное проецирование
2. Назовите, что мы называем параллельное проецирование
3. Назовите, какое графическое изображение предмета называют - комплексным чертежом?
4. Какие бывают прямые по своему расположению относительно плоскостей проекций и взаимному положению относительно друг друга?
5. Особенности отображения прямых на комплексном чертеже?
6. Какие бывают плоскости по своему расположению относительно плоскостей проекций и взаимному положению относительно друг друга?
7. Особенности отображения плоскостей на комплексном чертеже?

## **Тема 2.4 Аксонометрические проекции**

### **Методические рекомендации:**

В данной теме необходимо уяснить основные виды изображений: центральную проекцию, параллельную проекцию, прямоугольную проекцию.

**Содержание темы:** Аксонометрические проекции включают в себя: прямоугольную изометрическую проекцию, прямоугольную диметрическую проекцию, косоугольные аксонометрические проекции а) фронтальная диметрическая проекция, б) фронтальная изометрическая проекция, в) горизонтальная изометрическая проекция. Построение аксонометрических изображений.

**ЗАДАНИЕ:** Построить три вида детали и деталь в аксонометрической проекции (изометрию).

Методические указания к выполнению задания: 1. Перед выполнением чертежа необходимо изучить деталь.

2. Работу над заданием начать с планировки поля чертежа. Изображения детали расположить с левой стороны на формате так, чтобы они были одинаково удалены друг от друга и от внутренней рамки сверху, внизу и слева. Расчет промежутков рекомендуется начинать по вертикали.

3. Перечертить изображения (главный вид и вид сверху) фигуры. Для построения вида слева ввести три оси прямоугольных координат, совместив ось Z с крайней правой линией главного вида, а оси X, Y - с основанием фигуры. Провести линии связи и построить вид слева

4. На свободной части формата (над основной надписью) вычертить аксонометрическую проекцию (изометрию) детали. 5. Выполнить обводку чертежа. Нанести размеры.

6. В данной работе использовать линии невидимого контура, сохранить все линии построения.

***Вопросы для самопроверки:***

1. Назовите, какие проекции называют аксонометрическими.
2. Покажите, чем отличается изометрическая от диметрической проекции.
3. Назовите, какая аксонометрическая проекция строится без искажений





## **Тема 2.5 Проецирование геометрических тел**

### ***Методические рекомендации:***

Обязательно проанализируйте различные аксонометрические изображения. Лучшим будет из них то, которое обеспечивает хорошую наглядность предмета и простоту построения аксонометрии. Наиболее распространенная аксонометрическая проекция – прямоугольная изометрия, которая сочетает в себе два этих требования.

***Содержание темы:*** Построение прямоугольной изометрии прямого кругового цилиндра. Прямоугольная изометрия правильной шестигранной призмы. Построение фронтальной изометрии детали. Построение прямоугольной изометрии детали.

### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Может ли одна точка в аксонометрической проекции точно определить положение её в пространстве
2. В какой проекции оси X-Y-Z располагаются под углом  $120^\circ$

## **Тема 2.6 Сечение геометрических тел плоскостями**

### ***Методические рекомендации:***

Научиться образно, представлять предмет сечения. Усвоить основные приёмы и правила сечения.

***Содержание темы:*** Понятие о сечении. Сечение тел проецирующими плоскостями. Построение натуральной величины фигуры сечения. Построение развёрток поверхностей усечённых тел: призмы, цилиндра, пирамиды, конуса. Изображение усечённых геометрических тел в аксонометрических прямоугольных проекциях.

## **Тема 2.7 Взаимное пересечение поверхностей**

### ***Методические рекомендации***

Освоить основные способы построения линий пересечения различных типов тел.

***Содержание темы:*** Пересечение прямой линии с поверхностями тел. Способы нахождения линий пересечения и перехода. Пересечение многогранных поверхностей и поверхностей вращения.

Рассмотрим примеры проецирования прямой (рис.3) и наклонной призм (рис.4) и пирамиды (рис.5) на комплексном чертеже и определим положение точек, расположенных на их поверхностях [1].

На рис.3 изображена прямая шестигранная призма, на ее поверхности заданы проекции точек  $K_3$  и  $M_2$ , требуется по ним определить недостающие проекции. Чтобы определить недостающие проекции точек, принадлежащих поверхности призмы, прежде всего необходимо определить, на каких гранях лежат эти точки. Проекция  $K_3$  задана невидимой, следовательно, точка  $K$  лежит в грани с основанием 4 – 5, и горизонтальная проекция  $K_1$  попадет на отрезок  $4_15_1$ . Фронтальная проекция  $K_2$  определится по линиям связи, проекция  $K_2$  будет невидимой.

Точка М лежит в грани с основанием 2 – 3, так как ее проекция  $M_2$  задана видимой. Проекция  $M_1$  и  $M_3$  определяться по линиям связи.

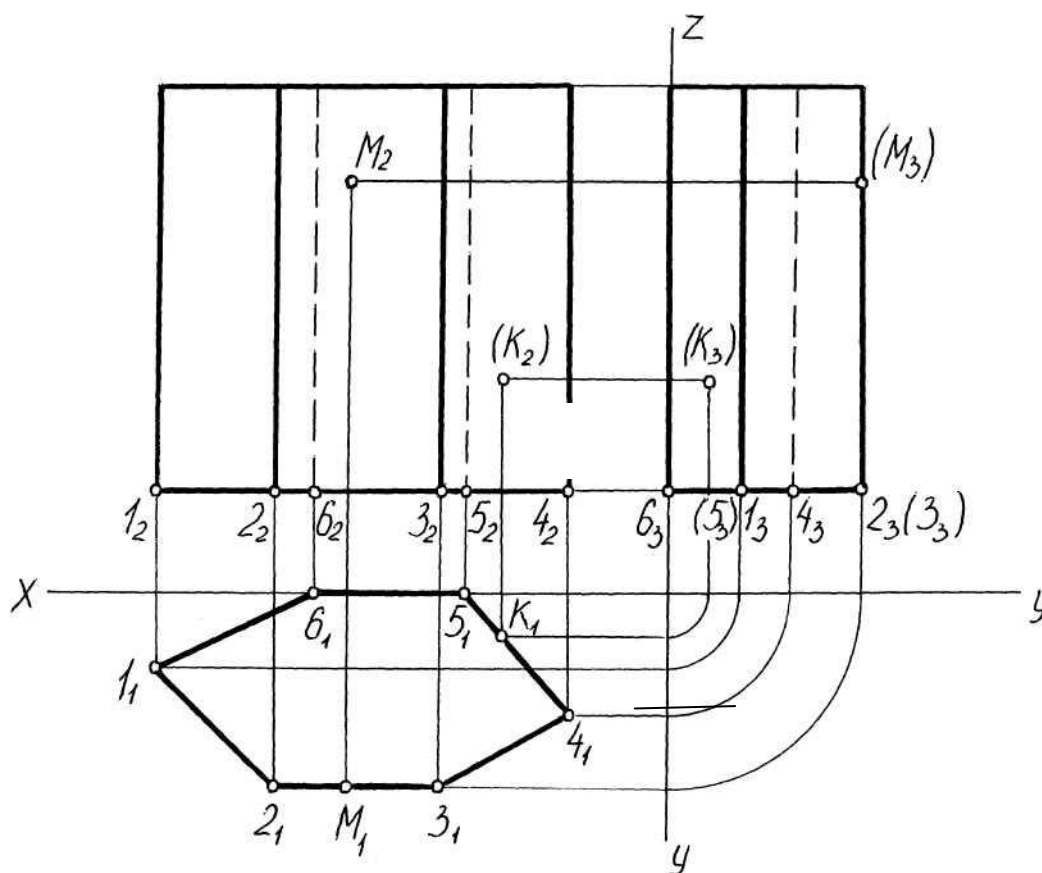


Рис.3

На наклонной призме точки (рис.4) Q и R заданы соответственно проекциями  $Q_2$  и  $R_1$ . Если проекция  $Q_2$  задана видимой, то точка Q принадлежит грани BKND. Через проекцию  $Q_2$  проведем любую прямую, принадлежащую грани BKND, например прямую, определяемую отрезком 3 – 2. Определим по линиям связи проекции точек  $3_1$  и  $2_1$  в плоскости  $\pi_1$ . На отрезок  $3_1 2_1$  проецируем  $Q_1$ . Проекцию точки  $Q_3$  определим по линиям связи. В плоскости  $\pi_3$  проекция точки  $Q_3$  будет невидимой.

Точка R задана видимой проекцией  $R_1$ , следовательно, она принадлежит грани ABEK. Через проекцию  $R_1$  проведем отрезок, параллельный ребру грани, он пересечет проекцию основания  $A_1 B_1$  в точке  $1_1$ . По линии связи определяем проекцию  $1_2$  и положение отрезка, параллельного ребру в плоскости  $\pi_2$ . На этот отрезок проецируем точку  $R_2$ . Проекция  $R_3$  определена по линиям связи.

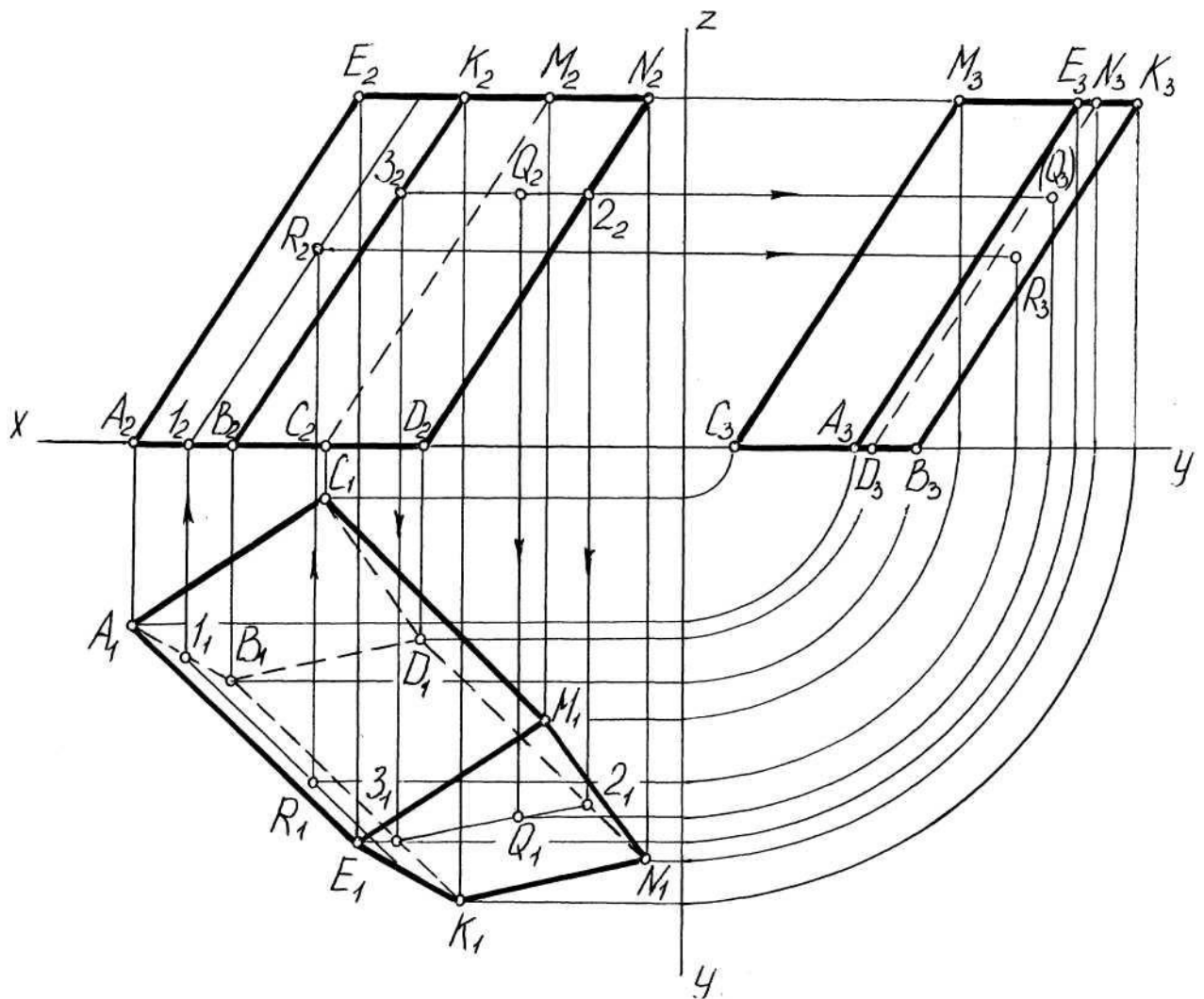


Рис.4

Определение недостающих проекций точек, принадлежащих поверхности пирамиды, изображенной на рис.5, также начинаем с определения того, какой грани принадлежит заданная точка.

Если горизонтальная проекция точки  $N_1$  задана невидимой, то точка  $N$  лежит в грани  $ASC$ , так как при взгляде на плоскость  $\pi_1$  грань  $ASB$  закрывает грань  $ASC$ . На плоскости  $\pi_1$  через точку  $N_1$  проведем любой отрезок (например,  $S_1I_1$ ), принадлежащий  $\Delta A_1S_1C_1$ . В плоскости  $\pi_2$  определим проекцию отрезка  $S_2I_2$  и спроецируем на него точку  $N_2$ . Профильная проекция точки  $N_3$  определяется по линиям связи.

Проекция точки  $K_2$  задана видимой, следовательно, точка  $K$  лежит в грани  $CSB$ . Горизонтальную проекцию  $K_1$  определим с помощью проекции отрезка  $S_1I_1$ , а профильную проекцию  $K_3$  – по линиям связи. Проекция  $K_3$  будет невидима, так как при взгляде на  $\pi_3$  грань  $BSC$  закрыта гранью  $ASC$ .

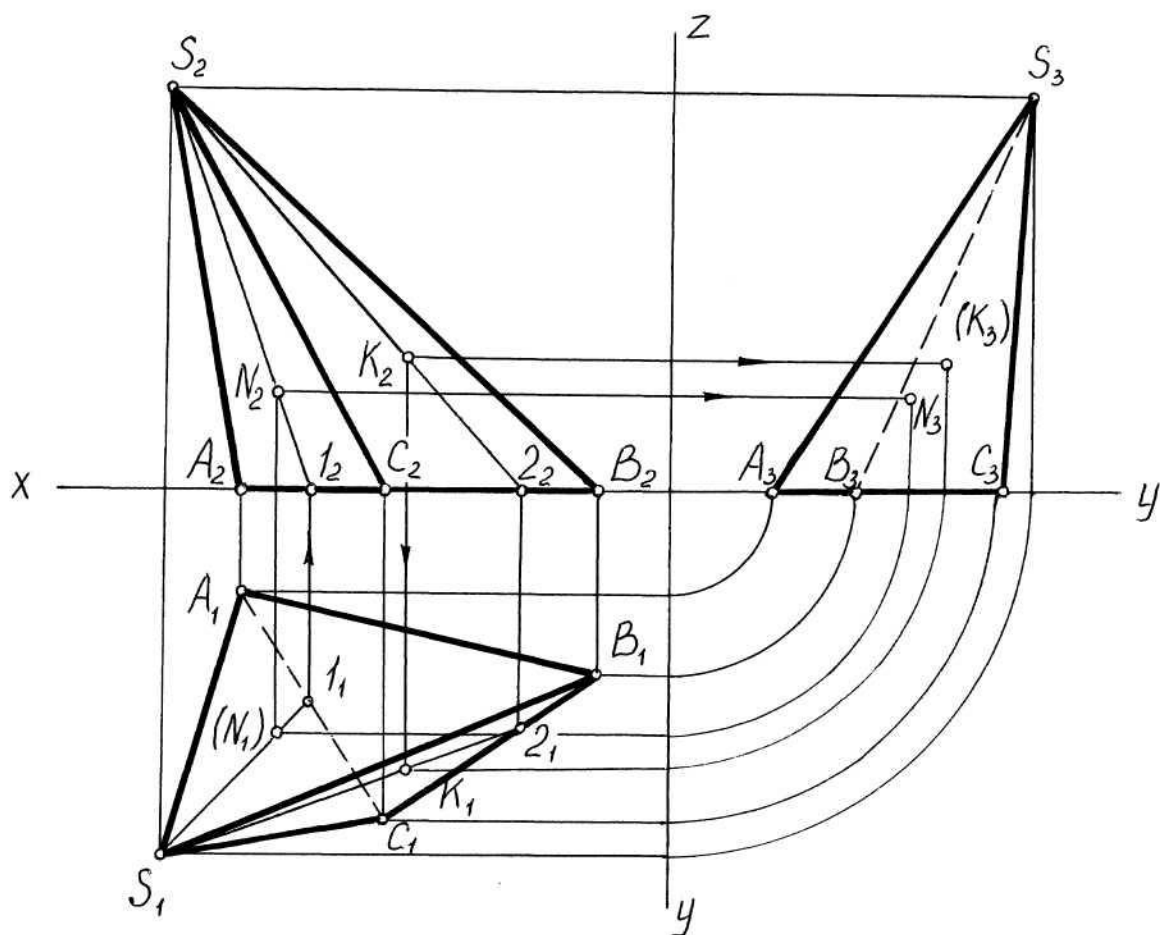


Рис.5

При пересечении призмы (рис.6) или пирамиды (рис.7) проецирующей плоскостью  $\alpha$  решение сводится к определению точек пересечения проецирующей плоскости с ребрами многогранника.

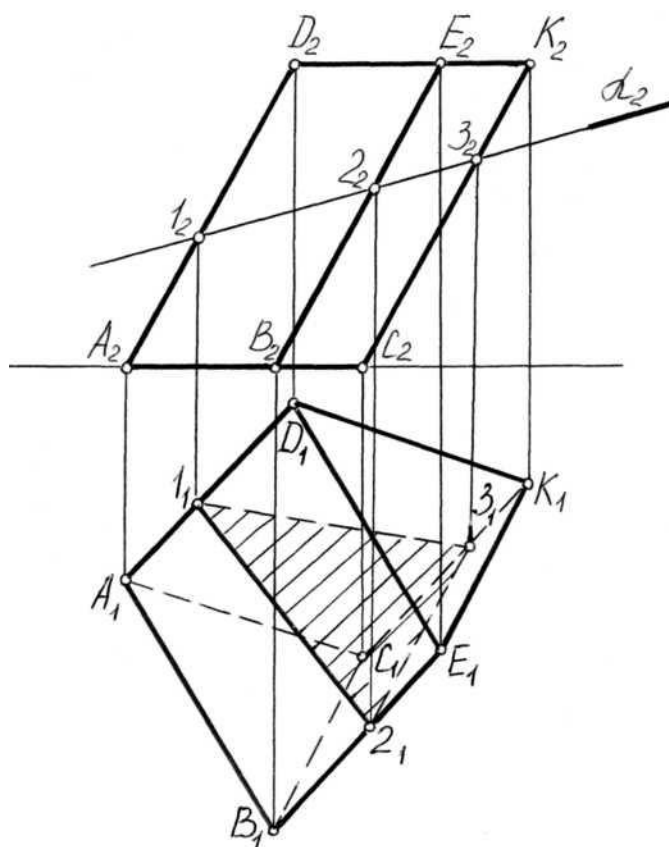


Рис. 6

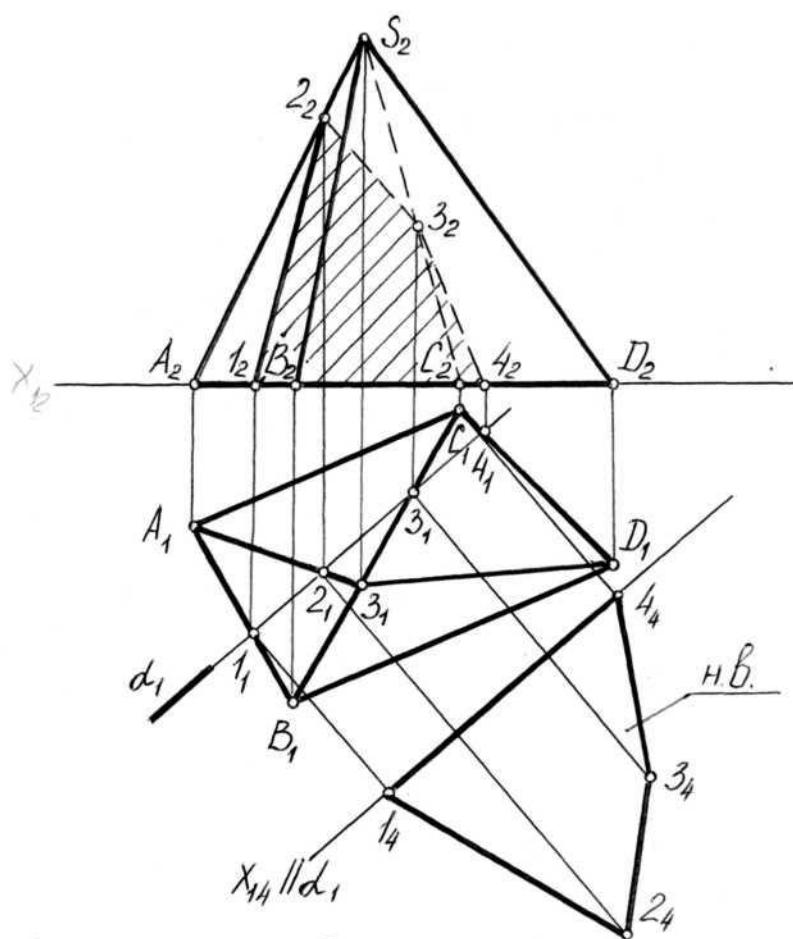
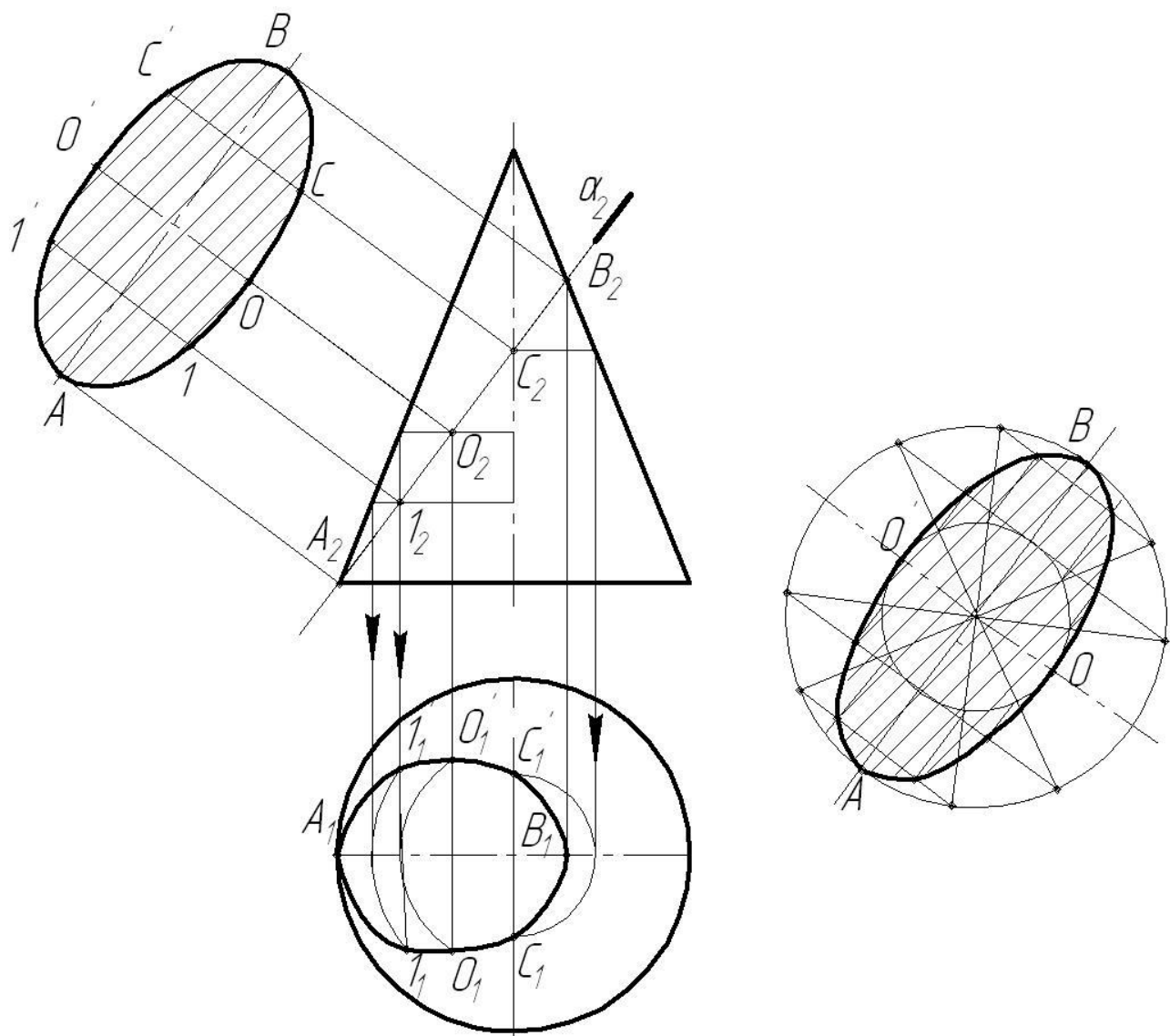


Рис. 7



**Вопросы для самопроверки:**

1. На чем основан принцип получения точек линий пересечения многогранных поверхностей?
2. На чем основан принцип получения точек линий пересечения поверхностей вращения?

**Тема 2.8 Проекция моделей**

**Методические рекомендации**

При изучении данной темы необходимо научиться читать чертёж. Проводить анализ изображения используя линии связи и образное мышление.

**Содержание темы:** Выбор положения модели для более наглядного ее изображения

### **Тема 3.1 Основные положения конструкторской, технологической и другой документации**

#### **Методические рекомендации:**

Обратить внимание на машиностроительный чертёж и его назначение. Какие условности и упрощения можно наблюдать на машиностроительных чертежах.

**Содержание темы:** Машиностроительный чертёж и его назначение. Влияние стандартов на качество машиностроительной продукции. Зависимость качества изделия от качества чертежа. Виды конструкторских документов в зависимости от способа выполнения и цели использования (оригинал, дубликат, копия).

Основные надписи на различных конструкторских документах. Ознакомление с современными тенденциями автоматизации чертежно-графических и проектно-конструкторских работ. Чтение чертежа.

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Укажите, что мы называем сборочной единицей
2. Назовите, что такое габаритный чертёж
3. Укажите, что, мы называем монтажный чертёж
4. Напишите, на какие конструкторские документы в зависимости от стадии разработки подразделяются чертежи.

### **Тема 3.2 Изображения, разрезы и сечения на чертежах**

#### **Методические рекомендации:**

В ходе изучения данной темы необходимо понимать, что чертежи изделий должны содержать исчерпывающие сведения не только о внешней форме и внутреннем устройстве, но также о размерах, соединениях деталей, о материалах и качестве обработки поверхности.

**Содержание темы:** При изображении деталей на машиностроительных чертежах

применяют виды, разрезы и сечения, а в отдельных случаях используют аксонометрию. Количество видов, разрезов и сечений должно быть наименьшим,

но обеспечивать полное представление о детали при установленных стандартами

условных обозначениях и упрощениях.

Виды: дополнительные, местные и их применение. Разрезы и сечения вынесенные и наложенные.

#### **ВИДЫ**

Основной метод проецирования, который используется в проекционном черчении, – это метод параллельного, прямоугольного (ортогонального) проецирования.

Проецированием называется процесс получения изображения предмета на какой-нибудь поверхности (плоскости) с помощью проецирующих лучей. При параллельном прямоугольном проецировании проецирующие лучи направлены параллельно друг к другу и перпендикулярно к проецирующей



плоскости. Все изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

Вид – ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью чертежа. На видах чертежа все видимые элементы предмета изображаются сплошными основными линиями. За основные плоскости проекций принимаются шесть граней куба.

Рассмотрим проецирование на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций, которые образуют между собой трехгранный угол. Плоскость  $\Pi_1$  – горизонтальная плоскость,  $\Pi_2$  – фронтальная плоскость,  $\Pi_3$  – профильная плоскость. Изображение на плоскости  $\Pi_2$  (фронтальной) принимается за главное и называется главным видом или видом спереди (рис.2.1). Оно должно давать наиболее полное представление о форме и размере предмета. Изображение на плоскости  $\Pi_1$  (горизонтальной) называется видом сверху (рис.2.2), а изображение на плоскости  $\Pi_3$  (профильной) – видом сбоку, слева (рис.2.3).

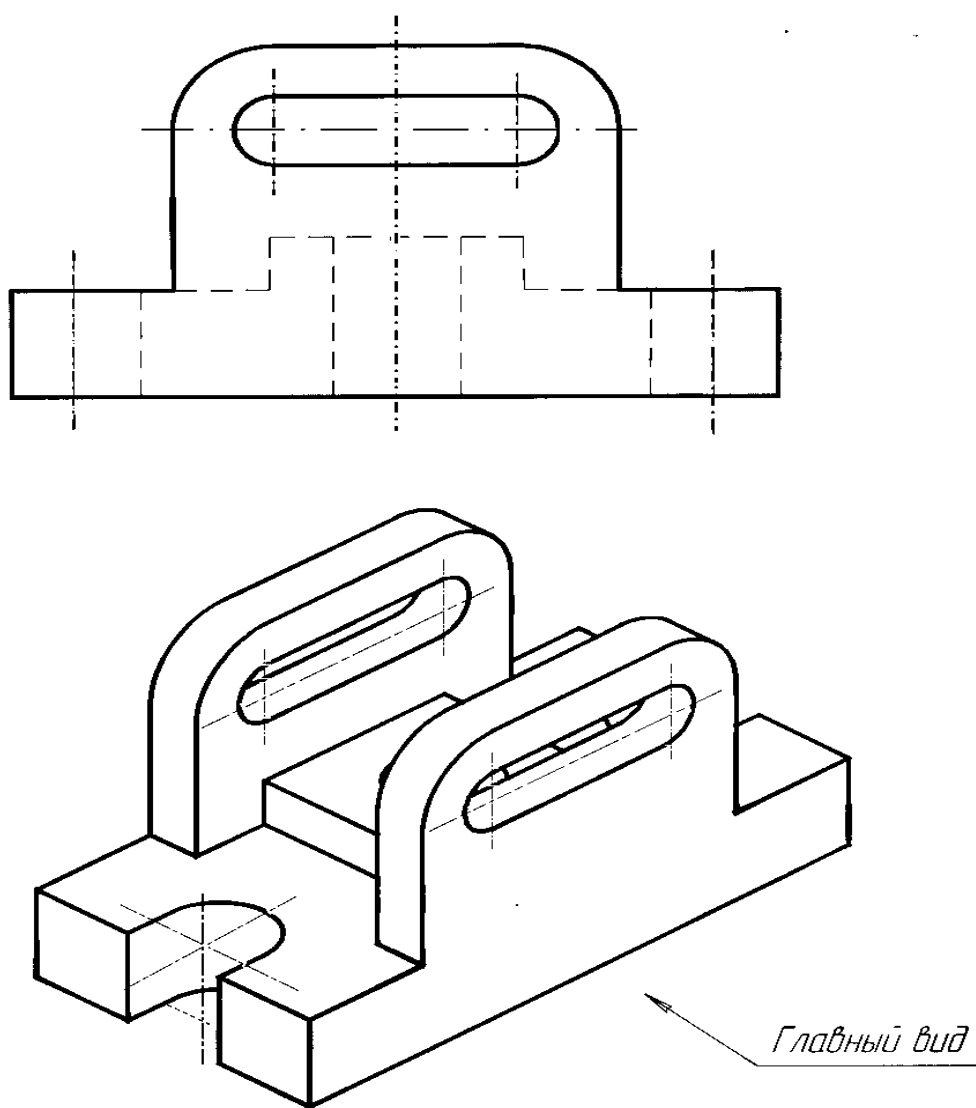
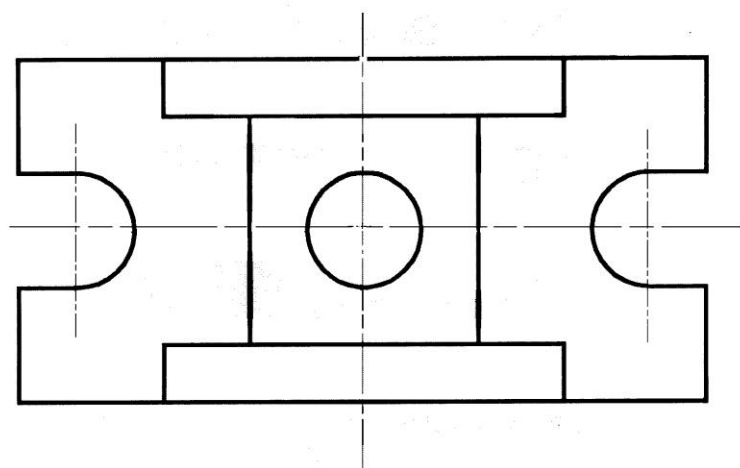


Рис.2.1



*Вид сверху*

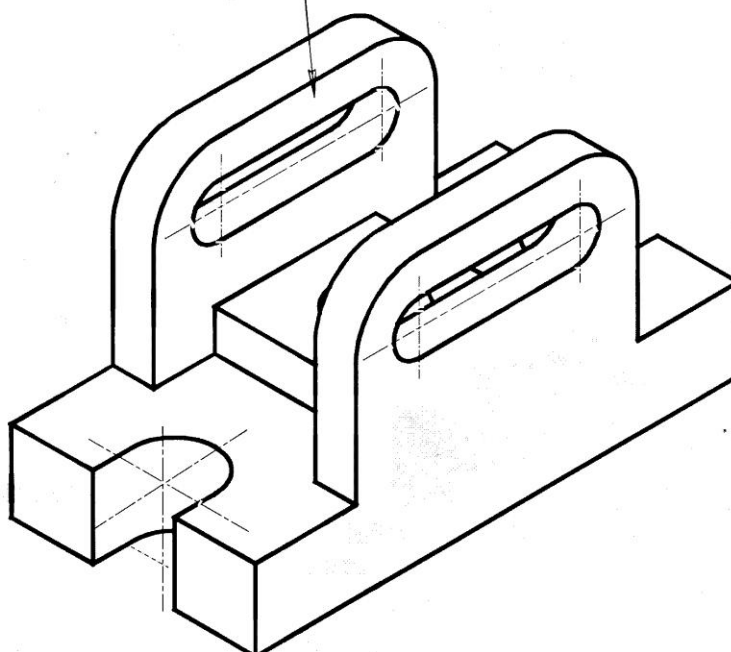


Рис. 2.2

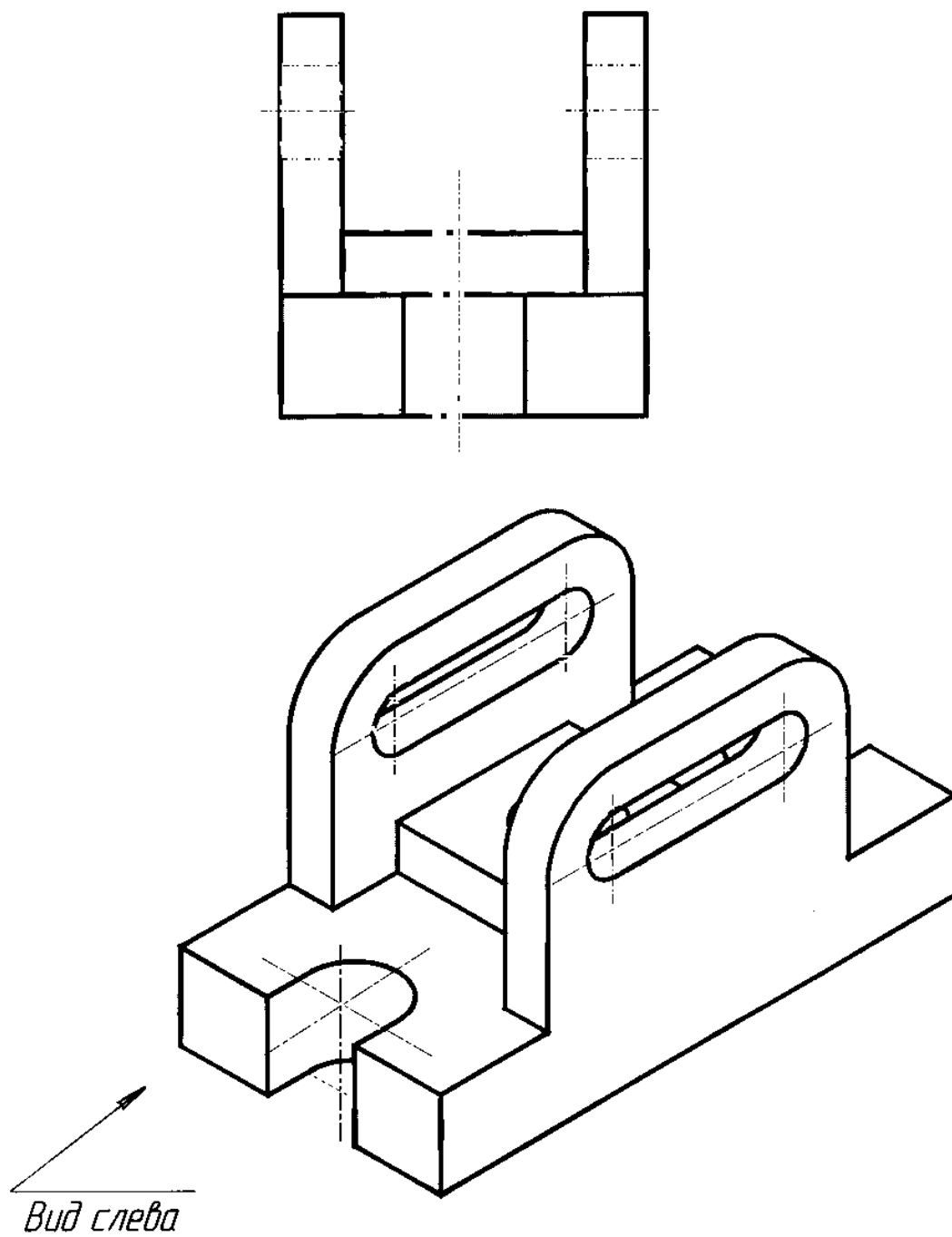


Рис. 2.3

Для получения чертежа плоскость  $\Pi_1$  и  $\Pi_3$  совмещают с плоскостью  $\Pi_2$ . На чертеже виды располагаются в проекционной связи: вид сверху – точно под главным видом, а вид слева – на одном уровне с главным видом.

## 2.2. РАЗРЕЗЫ

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями. Та часть предмета, которая находится между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, условно считается удаленной. На разрезе показывается то, что находится в секущей плоскости и за ней.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости различаются разрезь:

Горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекции, вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекции.

Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекции (рис.2.4), и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекции (рис.2.5).

Если разрез выполнен на месте какого-либо основного вида, то допускается соединить часть вида и часть разреза. На рис.2.6 соединена часть главного вида (рис.2.1) и часть фронтального разреза (рис.2.4). Разрез выполняют на правой или нижней половине изображения.

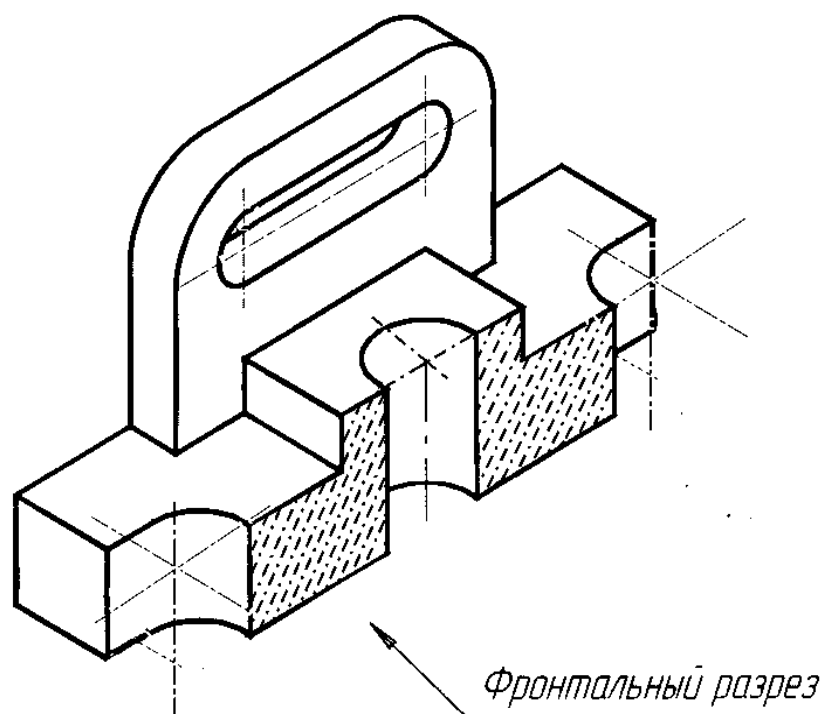
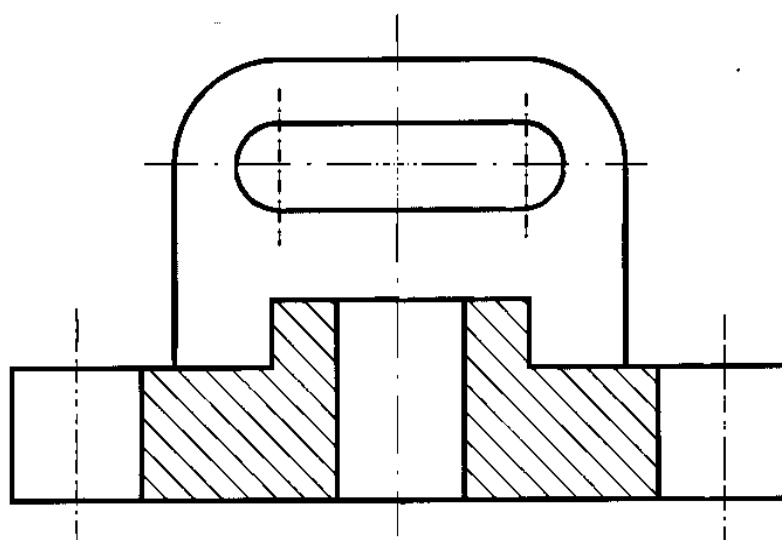
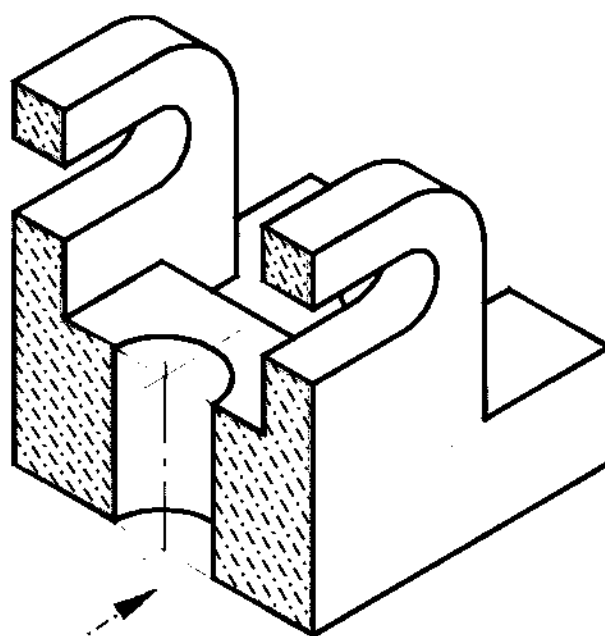
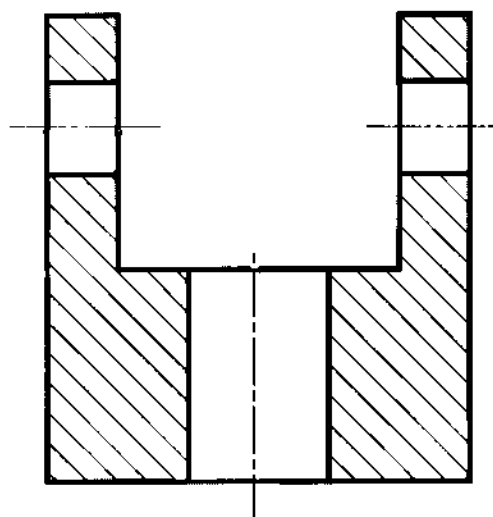


Рис. 2.4



Профильный разрез

Рис.2.5

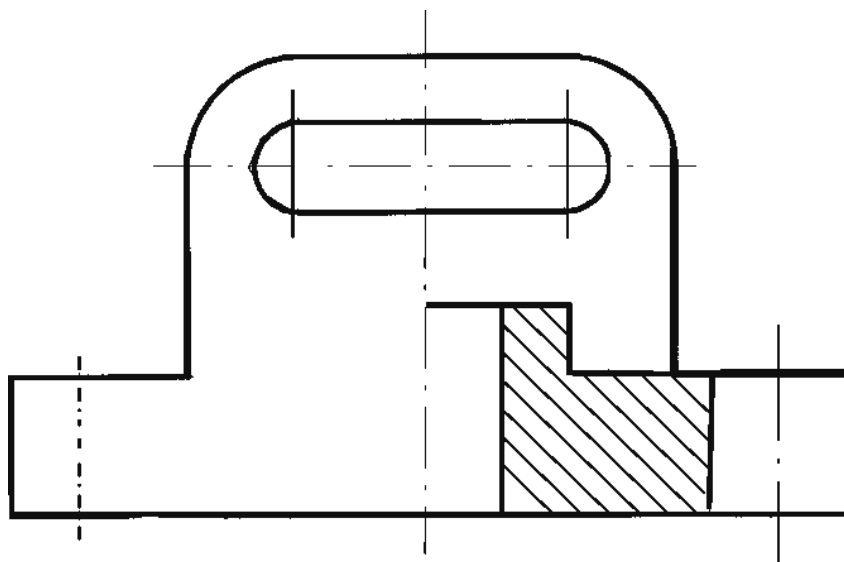


Рис.2.6

На симметричных изображениях границей между видом и разрезом служит ось симметрии (штрихпунктирная тонкая линия) (рис. 2.6). Если на оси симметрии расположена линия видимого или невидимого контура, то видимость ее сохраняют, проводя волнистую линию левее и правее оси симметрии (рис. 2.7).

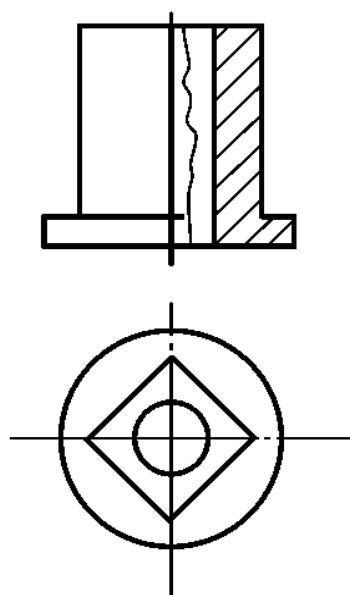


Рис.2.7



В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на простые – при одной секущей плоскости и сложные – при нескольких секущих плоскостях.

Сложные разрезы бывают ступенчатые, если секущие плоскости параллельны (рис.2.8), и ломанные, если секущие плоскости пересекаются (рис.2.9).

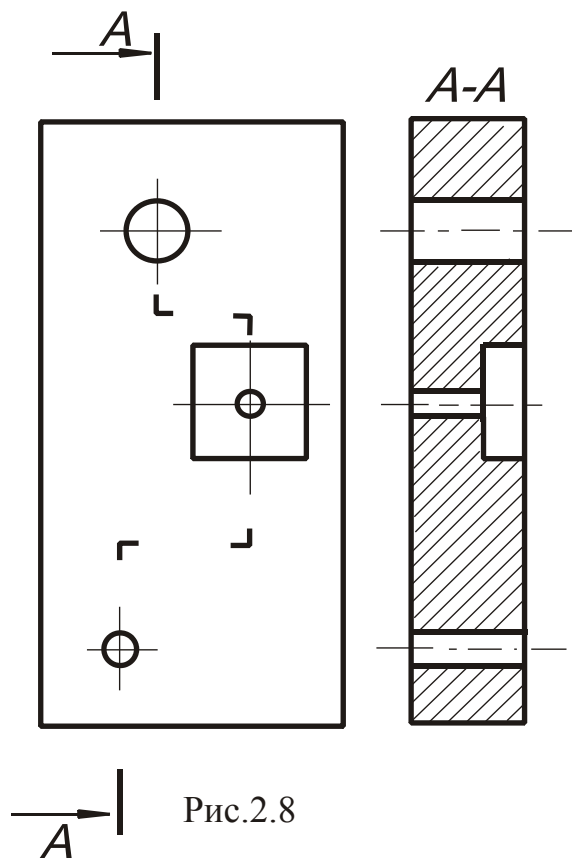


Рис.2.8

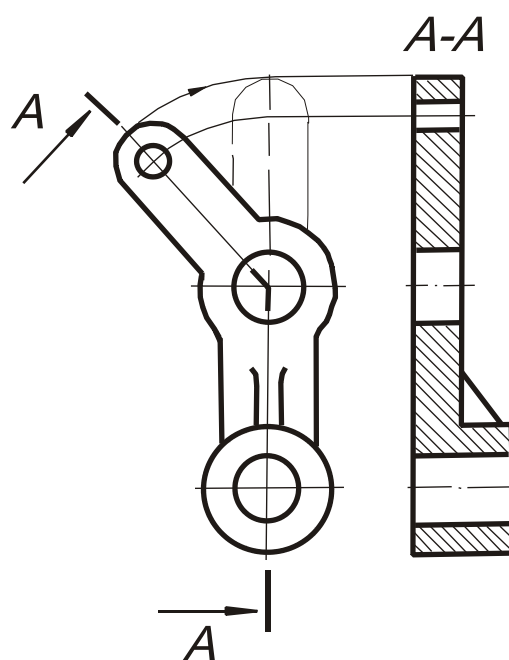


Рис.2.9

При выполнении сложных разрезов секущие плоскости условно поворачивают (для ломанных разрезов) или перемещают (для ступенчатых разрезов) до совмещения в одну плоскость (рис. 2.8, 2.9).

При обозначении разрезов положения секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения (разомкнутой линией), при сложном разрезе штрихи проводят также у перегибов линии сечения (рис.2.8, 2.9). Толщина штрихов разомкнутой линии составляет от 1 до 1,5 толщины основной сплошной линии (табл.2), а длина штрихов – 8...20 мм. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. На этих штрихах наносят стрелки на расстоянии 2...3 мм от внешних концов штриха. Стрелки указывают направление взгляда на разрез. У начала и конца наносят

одну и ту же прописную букву русского алфавита, а над выполненным разрезом пишут ту же букву дважды через тире.

Не обозначаются разрезы (горизонтальные, фронтальные, продольные), если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующий разрез расположен на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи с основными изображениями (рис. 2.10).

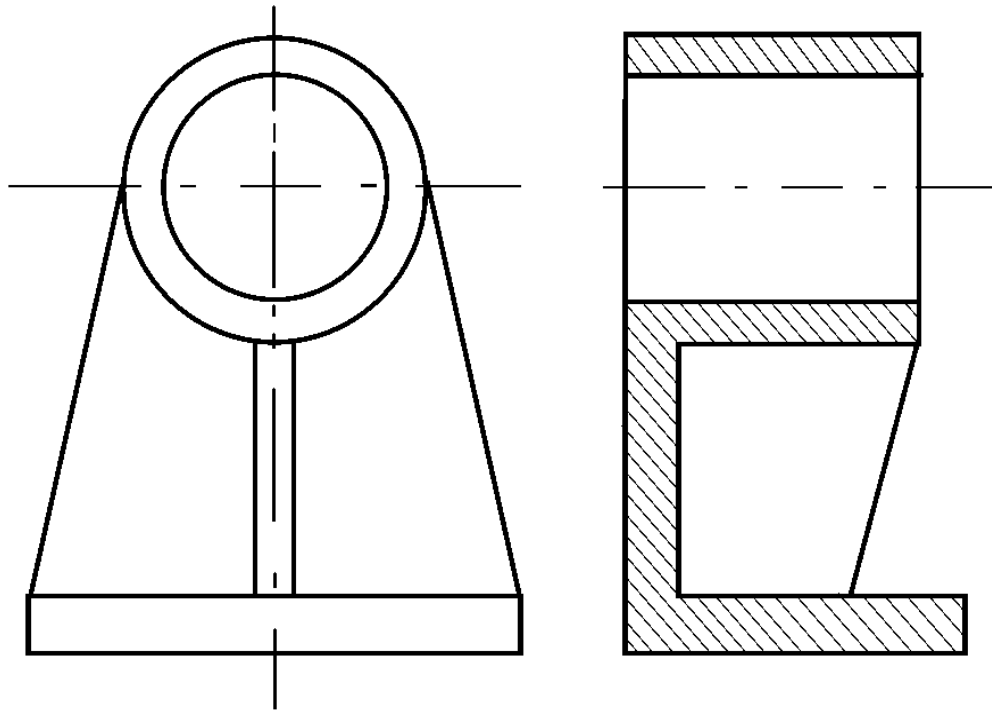


Рис.2.10

Разрез, служащий для выявления формы предмета лишь в отдельном ограниченном месте, называют местным. На рис. 2.11 показаны местные разрезы вала по шпоночному пазу и центрному отверстию с резьбой. Местный разрез отделяется от вида сплошной волнистой линией (рис. 2.11), линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

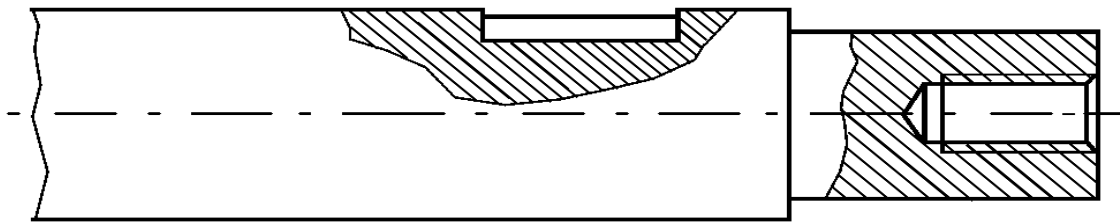


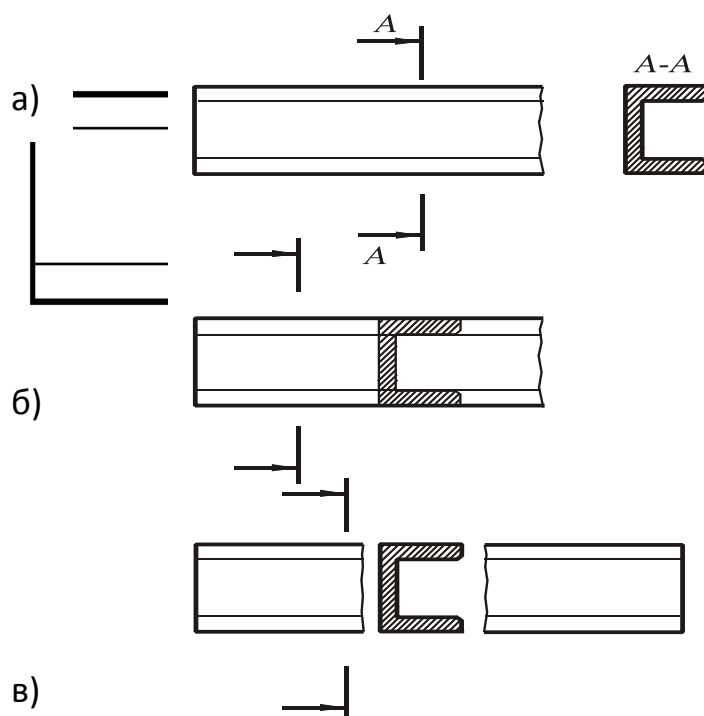
Рис. 2.11

## Сечения

Сечение – это изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 2.12). Сечения разделяются на вынесенные (рис. 2.12, а, в) и наложенные (рис. 2.12, б). Вынесенные сечения изображаются на свободном месте чертежа (рис. 2.12, а) или в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 2.12, в). Контур вынесенного сечения изображают сплошными основными линиями (рис. 2.12, а, в), а контур наложенного сечения – сплошными тонкими линиями (рис. 2.12, б), причем контур изображения в месте расположенного сечения не прерывают.

Обозначают и надписывают сечения так же, как и разрезы. Только для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных (рис. 2.12, б, в) линию сечения проводят со стрелками, а буквами не обозначают.

Не обозначают сечения наложенные и вынесенные, если они имеют ось симметрии (рис. 2.13).



## НАНЕСЕНИЕ ШТРИХОВКИ

Часть предмета, которая попадает в секущую плоскость, покрывается на чертежах линиями штриховки. Они наносятся под углом  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа толщиной от  $S/2$  до  $S/3$ . Одну и ту же деталь штрихуют с одинаковым направлением уклона на всех ее изображениях (рис. 2.14).

Расстояние между параллельными линиями штриховки (частота) должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки. Обычно штриховые линии наносят на расстоянии 3...5 мм.

### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Поясните, в каком случае применяют выносной элемент
2. Укажите когда на изображении детали уклон или конусность отчетливо не выявляется, то, сколько линий проводят и где
3. Укажите, где применяют вынесенное сечение
4. Поясните, чем отличаются разрезы и сечения
5. Укажите, когда применяют и как обозначают дополнительный вид.

### **Тема 3.3 Резьба, резьбовые изделия.**

#### ***Методические рекомендации:***

В ходе изучения данной темы необходимо усвоить основные параметры резьбовых изделий и резьбы, также условные обозначения и изображения на чертежах.

***Содержание темы:*** Основные сведения о резьбе. Классификация резьбы. Изображение резьбы и резьбовых соединений. Соединения с помощью болта, шпильки и винта.

## **ОБРАЗОВАНИЕ РЕЗЬБЫ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Соединения деталей машин и механизмов могут быть разъемными и неразъемными.

Неразъемные соединения выполняются при помощи сварки, заклепок, пайки, склеивания и т.д. В таких соединениях нельзя разъединить детали без разрушения одной из них или связующего элемента.

Все резьбовые соединения, а также соединения шпоночные, шлицевые, штифтовые являются разъемными соединениями. Они могут быть разобраны и вновь собраны без разрушения или повреждения деталей.

Резьбовые соединения широко используются в механизмах машин и аппаратов текстильной и легкой промышленности, в системах трубопроводов технологического назначения и т.д.

Резьба служит либо для соединения деталей, либо для преобразования движений в различных винтовых механизмах.

Резьбы, используемые для соединения деталей, называют крепежными. К ним относятся метрическая, трубная, дюймовая.

Резьбы, используемые для взаимного перемещения деталей, называют ходовыми. К ходовым относятся трапецеидальная, упорная, прямоугольная резьбы.

Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба (табл.1).

Термины и определения основных понятий в области цилиндрической и конической резьб установлены ГОСТ 11708-92 (СТ СЭВ 2631-80).

Таблица 1

Тип резьбы	Пример обозначения	Профиль резьбы
Метрическая (ГОСТ 9150-81)	M24	
Трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357-81)	G1/4 – A	
Трапецеидальная (ГОСТ 24738-81), ГОСТ 24739-81)	Tr 20 × 8	
Упорная (ГОСТ 10177-82)	S12 × 2	

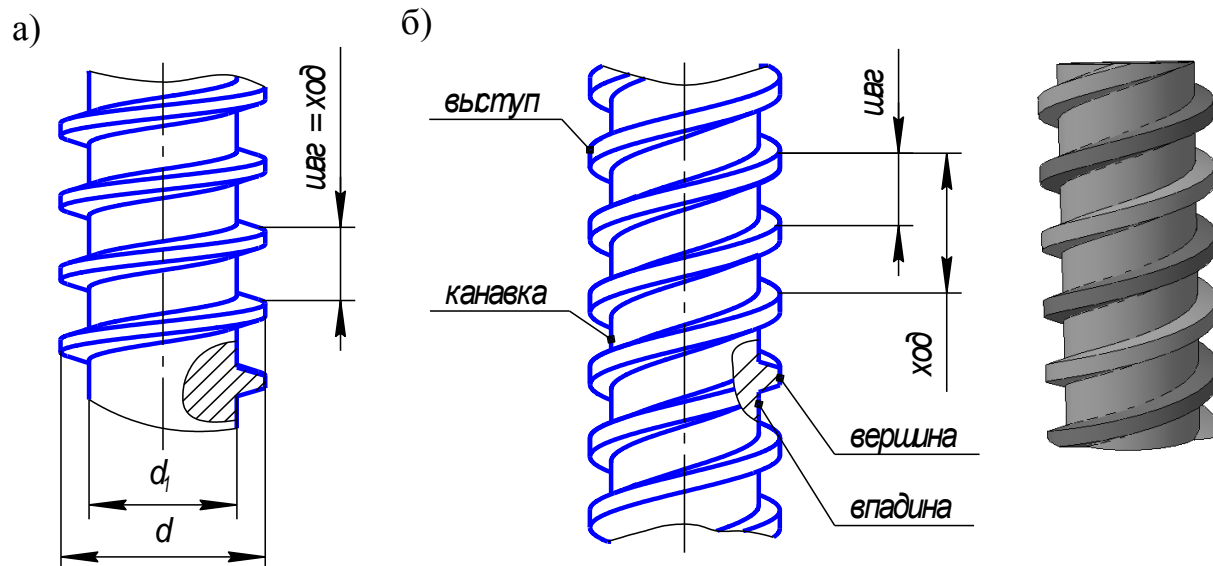
Классификация резьб может быть представлена следующей схемой:



Резьба представляет собой один или несколько равномерно расположенных выступов постоянного сечения, образованных на боковой поверхности прямого кругового цилиндра (цилиндрическая резьба) или прямого кругового конуса (коническая резьба).

Профилем резьбы называют профиль выступа и канавки в плоскости осевого сечения резьбы (рис. 1, табл. 1).

Резьба, образованная одним выступом, называется однозаходной (рис. 1, а). Резьба, образованная двумя или более выступами с равномерно расположенными заходами, называется многозаходной (рис. 1, б).



В зависимости от условий и характера производства выполнение резьбы может осуществляться различными способами и инструментами. Для изготовления большинства стандартных резьб наиболее широко применяется нарезание резьбы плашками и метчиками.

Плашки (рис. 2, а) применяются для нарезания наружной резьбы (рис. 2, в) на заранее подготовленной заготовке детали (рис. 2, б), диаметр которой определяется диаметром и шагом нарезаемой резьбы.

Метчик (рис. 3, а) применяется для нарезания внутренней резьбы в заранее просверленном отверстии (рис. 3, б, в), диаметр которого также выбирается в зависимости от шага и диаметра нарезаемой резьбы.

При нарезании резьбы образуется участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, называемый сбегом резьбы. При этом длиной резьбы называют длину участка детали, на котором образована резьба, включая сбеги резьбы и фаску (рис. 4, а). Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей перемещать резьбонарезающий инструмент до упора к ней, то образуется недовод резьбы. Сбег и недовод определяют недорез резьбы (рис. 4, б, в).

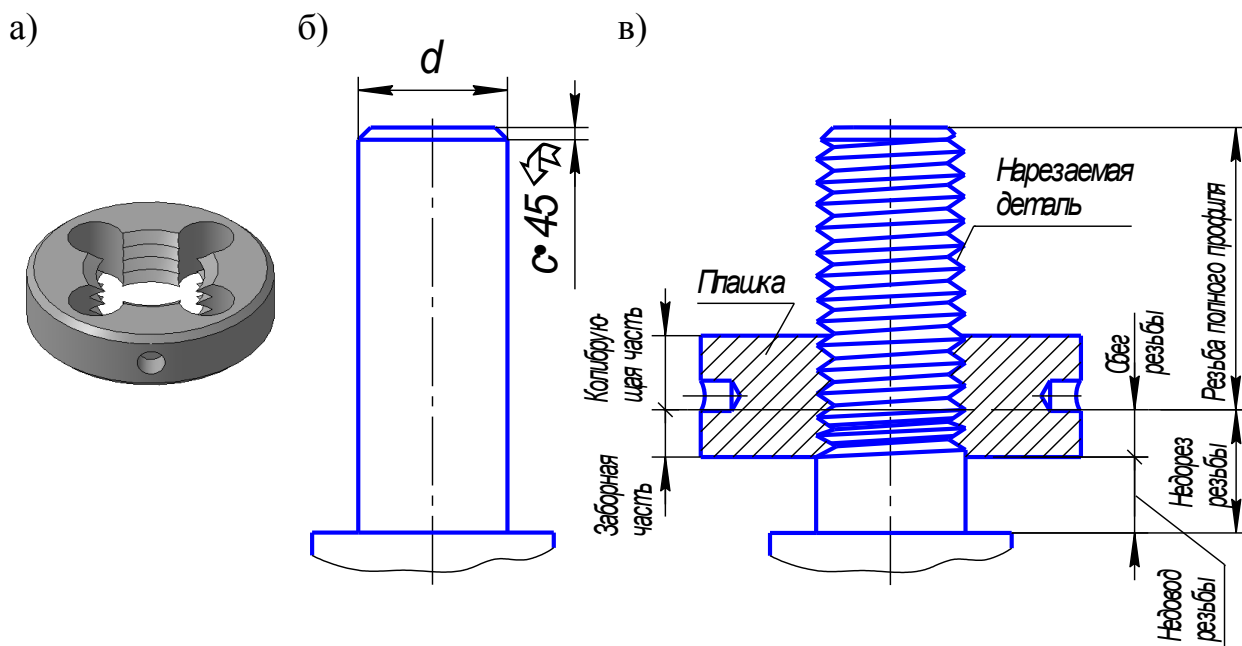


Рис. 2



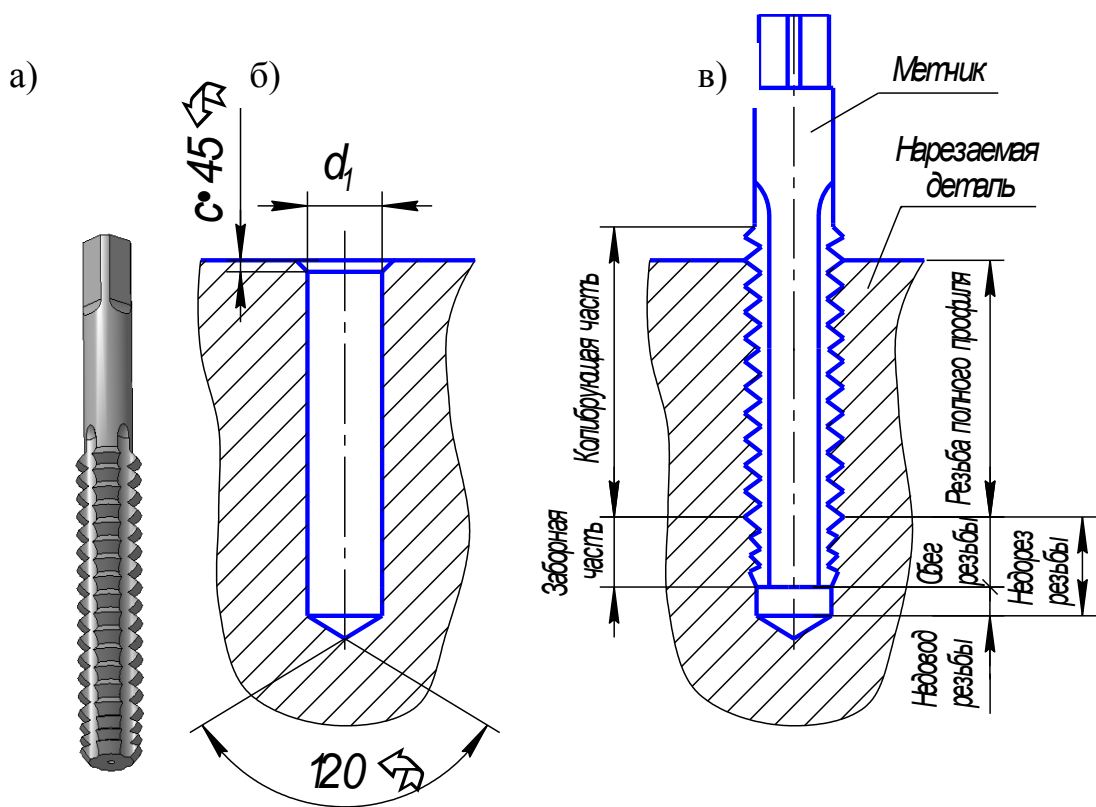


Рис. 3

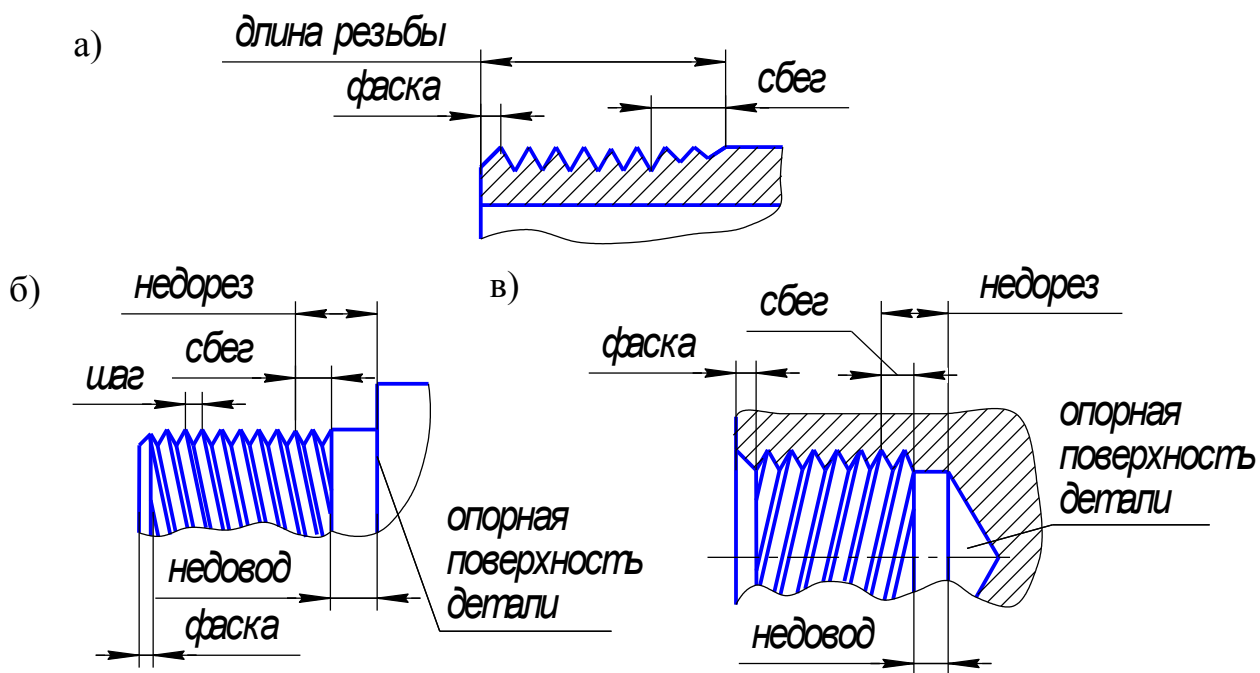


Рис. 4

Если требуется выполнить резьбу полного профиля (без сбега), то для вывода резбонарезающего инструмента делается кольцевая проточка (рис. 5а, б). Размеры проточек стандартизованы. ГОСТ 10549-80 (СТ СЭВ 214-74) определяет размеры проточек для метрических резьб [2, табл. 3.1].

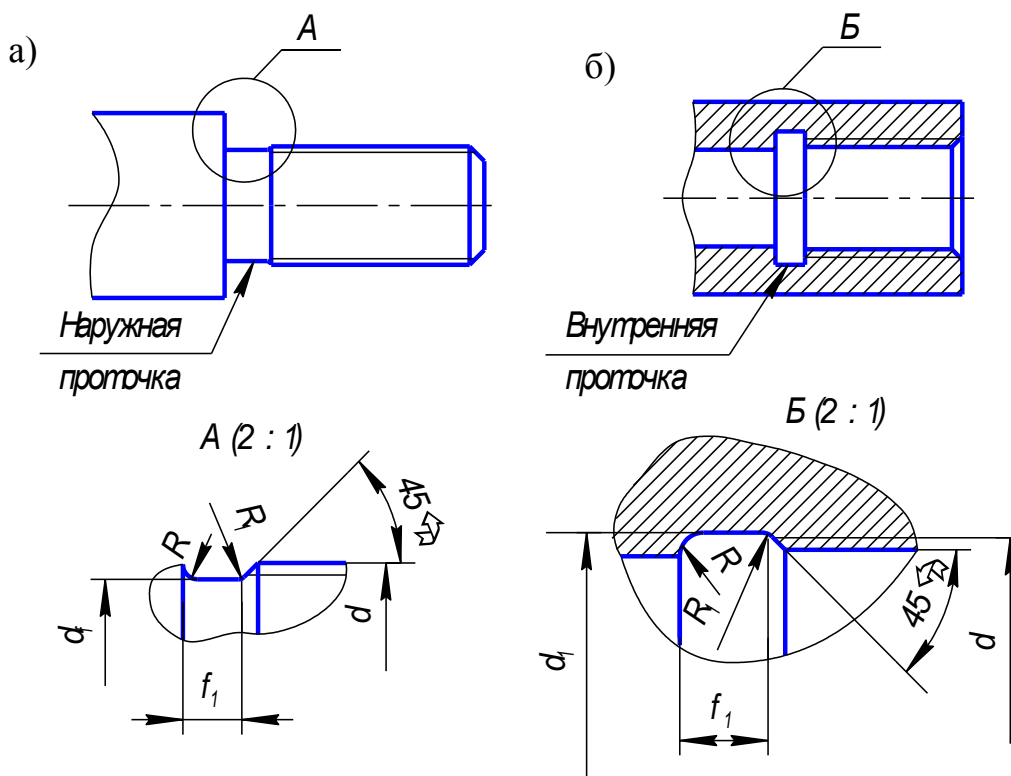


Рис. 5

Резьба бывает правая и левая. У правой резьбы выступ при вращении по часовой стрелке удаляется вдоль оси от наблюдателя (рис. 1а). У левой резьбы выступ при вращении против часовой стрелки удаляется вдоль оси от наблюдателя (рис. 1, б).

К основным параметрам резьб относятся:

- наружный диаметр  $d$  цилиндрической резьбы – диаметр воображаемого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней резьбы. Этот диаметр для большинства резьб принимают за номинальный диаметр резьбы, используемый при её обозначении;

- внутренний диаметр  $d_1$  цилиндрической резьбы – диаметр воображаемого кругового цилиндра, вписанного во впадины наружной или вершины внутренней резьбы (рис. 1, а);

- шаг резьбы  $P$  – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля резьбы, измеренное в направлении, параллельном ее оси (рис. 1; 4, б);

- ход резьбы  $P_h$  – величина относительного осевого перемещения детали с резьбой за один полный оборот. Для однозаходной резьбы ход равен шагу (см. рис. 1).

Резьба называется стандартной, если её профиль и размеры соответствуют стандарту (табл. 1).

## ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

На чертежах резьбу изображают условно в соответствии с ГОСТ 2.311-68 (СТ СЭВ 284-76). Условное изображение одинаково для всех резьб.

Наружная резьба (на стержне) изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру  $d$  и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру  $d_1$ . При изображении на плоскости, параллельной оси резьбы, эта тонкая линия должна пересекать границу фаски на конце стержня и доходить до сплошной линии, ограничивающей резьбу (рис. 6, а, б).

При изображении на плоскости, перпендикулярной к оси резьбы, тонкую линию окружности внутреннего диаметра резьбы  $d_1$  проводят в виде дуги, примерно равной  $3/4$  этой окружности. Разрыв окружности допускается в любом месте. Расстояние между сплошными основной и тонкой линиями принимают равным не менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

Внутреннюю резьбу (в отверстиях) в разрезах изделий показывают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру (рис. 6, в, г).

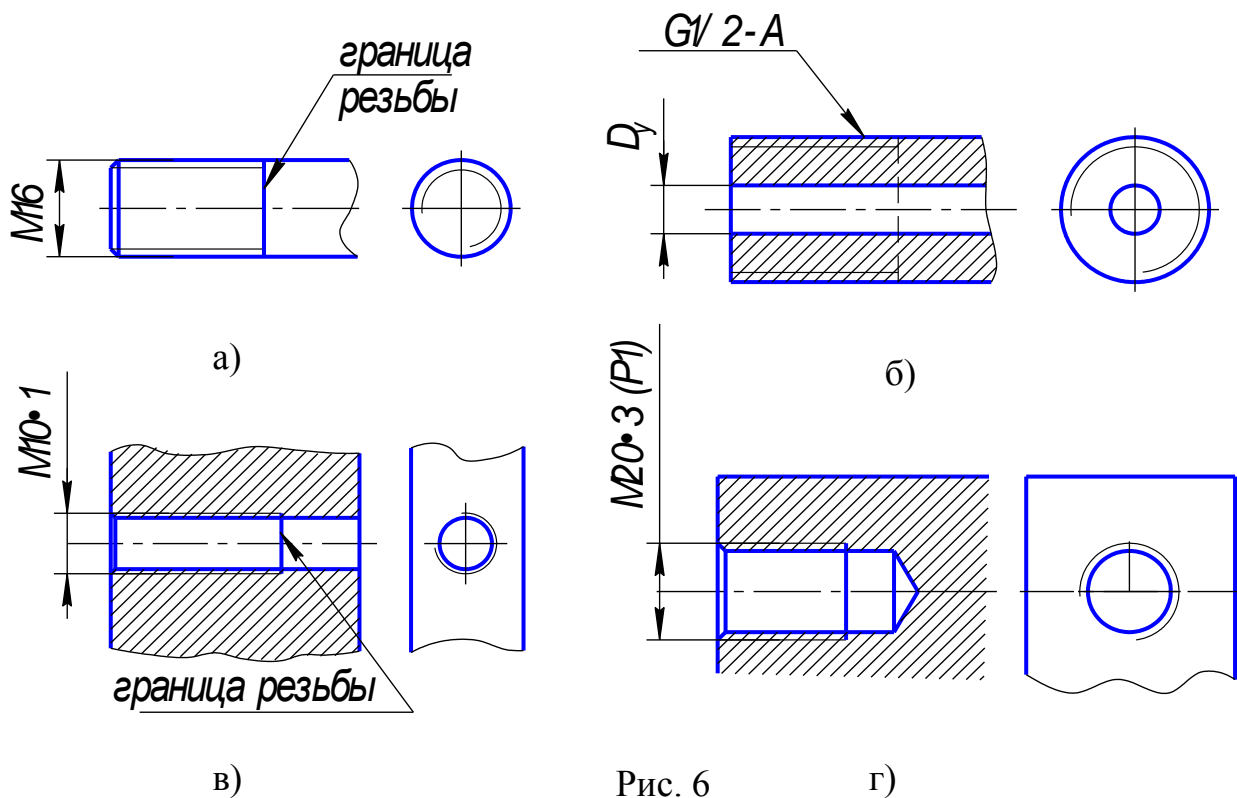


Рис. 6

г)

В изображениях на плоскости, перпендикулярной к оси резьбы, сплошную тонкую линию проводят в виде дуги, приблизительно равной  $3/4$  окружности и разомкнутой в любом месте.

При изображении резьбы как наружной, так и внутренней на плоскости, перпендикулярной к оси, фаску не показывают.

Линию, определяющую границу резьбы, проводят до линии наружного диаметра резьбы. Границу резьбы изображают сплошной основной линией, если она видима, либо штриховой линией, если она невидима (рис. 6).

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до сплошной основной линии, т.е. до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра резьбы в отверстии.

При изображении резьбы в несквозном (глухом) отверстии показывают только длину её полного профиля (рис. 6, г).

В резьбовых соединениях, изображенных на разрезе, резьба стержня закрывает резьбу отверстия (рис. 7, а, б).

При изображении резьбы с нестандартным профилем обязательно указывают её профиль и размеры.

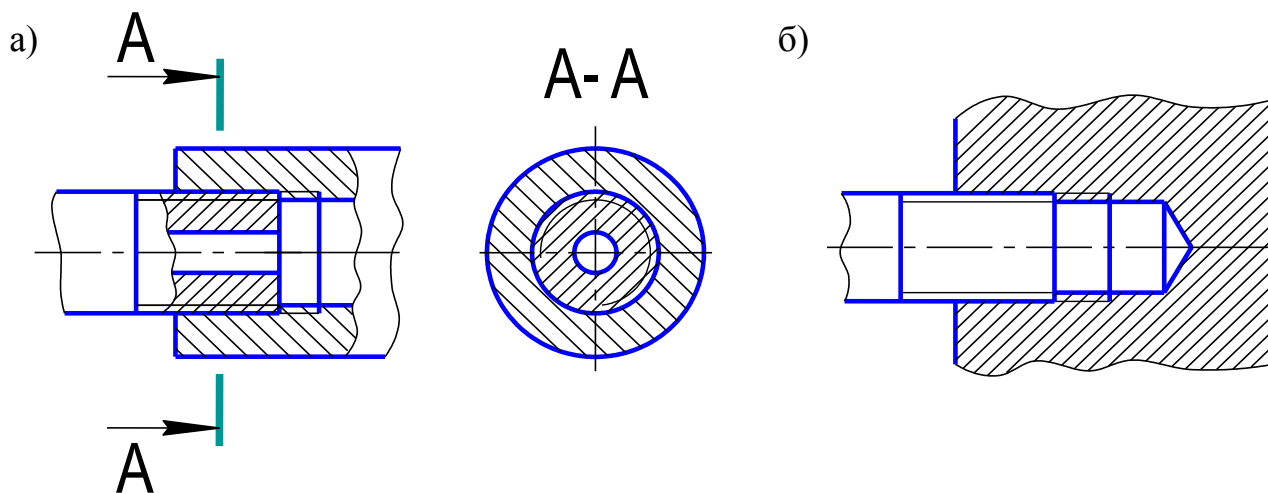


Рис. 7

## ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ

Условное изображение всех резьб на чертежах одинаково. Это облегчает выполнение чертежей, но не дает полного представления о резьбе. Поэтому изображение стандартной резьбы на чертеже дополняется условным обозначением, которое характеризует резьбу по профилю, размерам, направлению витков и т.д. Условные обозначения резьб указывают по соответствующим стандартам.

Обозначение всех резьб, кроме трубной и конических, всегда относят к наружному диаметру резьбы. Его можно наносить по любому из указанных вариантов (рис. 8), где знаком \* отмечены допускаемые места нанесения обозначений (ГОСТ 2.311-68).

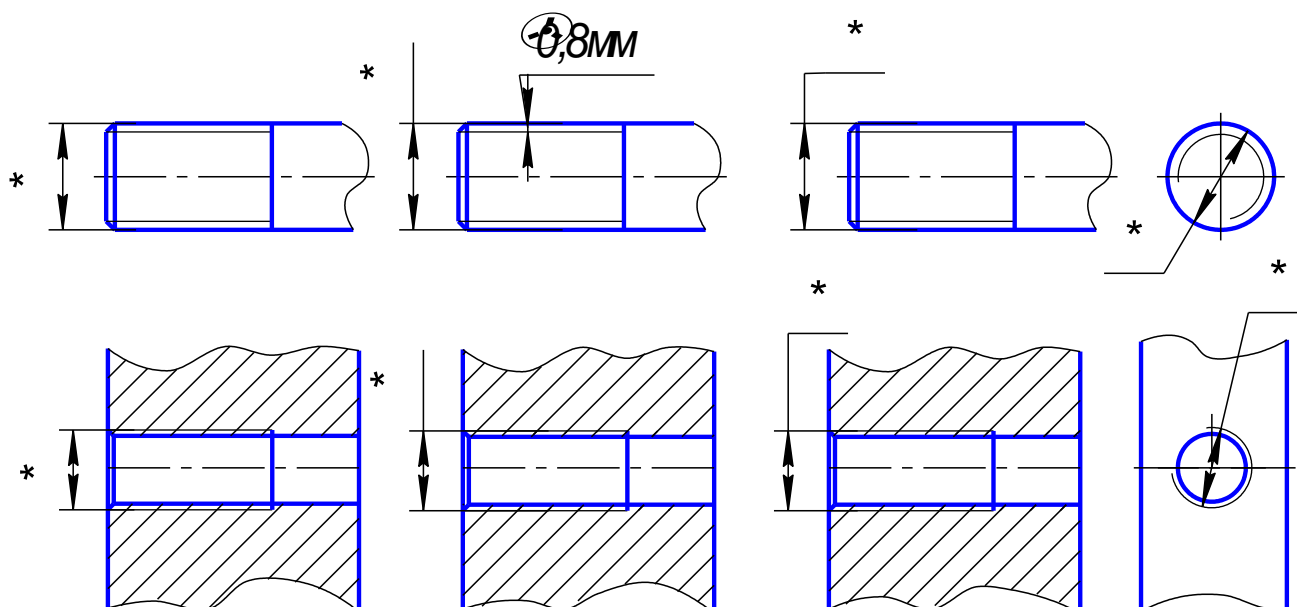


Рис. 8

Обозначение однозаходной резьбы с крупным шагом (рис. 6, а) состоит из буквенных и цифровых данных, содержащих сведения о типе и номинальном диаметре резьбы (М 20 – метрическая резьба с крупным шагом, наружный диаметр  $d=20$  мм). Для резьбы с мелким шагом (рис. 6, в) указывается шаг резьбы (М 8 х 1 – метрическая резьба с мелким шагом  $P = 1$  мм, наружный диаметр  $d=8$  мм). У многозаходных резьб (рис. 6, г) обозначается ход, а шаг с буквой Р отмечают в скобках (М 20 х 3 (Р1) – трехзаходная метрическая резьба с мелким шагом  $P = 1$  мм, наружный диаметр резьбы  $d=20$  мм; М 20 х 3 (Р1)ЛН – та же резьба, но левая).

Обозначение трубной (рис. 6, б) и конической резьб [2, черт.222] осуществляется с помощью наклонной линии-выноски со стрелкой и горизонтальной полки. Стрелку и линию-выноску проводят от сплошной основной линии. В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы входит латинская буква G, размер в дюймах (1 дюйм равен 25,4 мм:  $1" = 25,4$  мм), соответствующий диаметру условного прохода трубы  $D_y$  (т.е. внутреннему диаметру трубы), и класс точности А или В (например, G1–А – резьба трубная, условный проход  $D_y$  равен 25 мм, т.е. примерно 1", класс точности среднего диаметра резьбы – А).

Из нестандартных резьб наибольшее распространение имеет прямоугольная резьба с квадратным профилем. Такая резьба не имеет условного обозначения, поэтому при изображении ее как на стержне, так и в отверстии необходимо показывать профиль резьбы и наносить необходимые для ее изготовления размеры – наружный и внутренний диаметры резьбы, величину шага и ширину впадины (рис. 9).

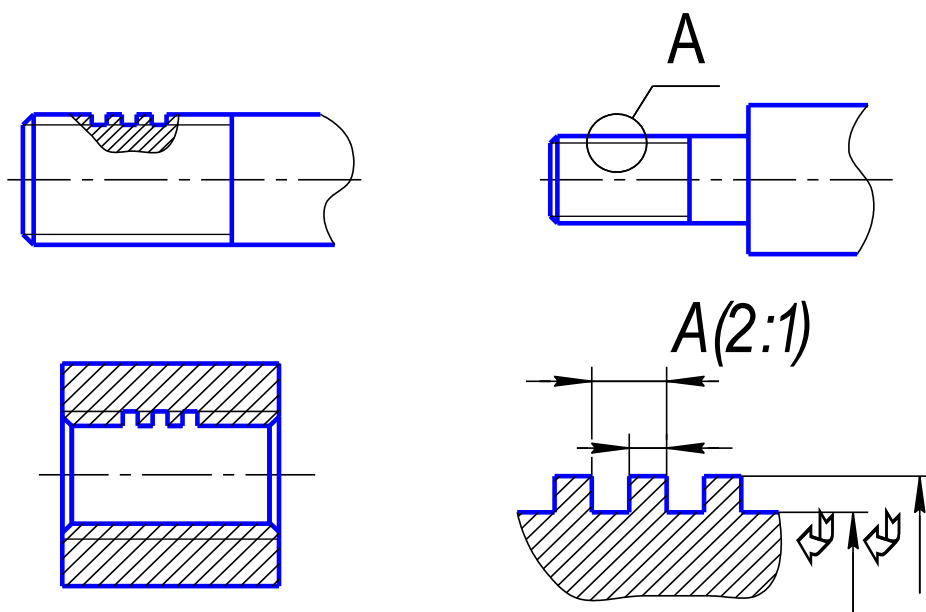


Рис. 9

**Вопросы для самопроверки:**

1. По каким признакам классифицируются резьбы.
2. Условные обозначения резьбы
3. Основные параметры резьбы
4. Упрощенное изображение резьбовых соединений.

**Тема 3.4 Эскизы деталей и рабочие чертежи.**

**Методические рекомендации:**

В ходе изучения данной темы необходимо усвоить назначение эскиза и рабочего чертежа детали. Порядок и последовательность их выполнения.

**Содержание темы:** Форма детали и ее элементы. Графическая и текстовая часть чертежа. Нанесение размеров на чертеже деталей и обозначений шероховатостей поверхностей. Выполнение эскиза и рабочего чертежа детали.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Что такое эскиз?
2. Что такое рабочий чертеж детали?
3. Основы нанесения размеров на чертеже детали.

**Тема 3.5 Разъемные и неразъемные соединения деталей.**

**Методические рекомендации:**

В ходе изучения данной темы необходимо усвоить виды разъемных и неразъемных соединений.

**Содержание темы:** Шпоночные, зубчатые(шлицевые) соединения деталей. Их назначение и условные обозначения. Сварные соединения. Условные обозначения сварных швов.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Разъемные соединения какие бывают?
2. Неразъемные соединения?

**Тема 3.6 Зубчатые передачи.**

**Методические рекомендации:**

В ходе изучения данной темы необходимо усвоить конструктивные разновидности зубчатых колес и их изображение на чертеже.

**Содержание темы:** Основные виды передач. Конструктивные разновидности зубчатых колес. Условные изображения цилиндрической, конической и червячной передачи.

**ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ** Общие термины, определения и обозначения элементов зубчатых передач устанавливает ГОСТ 16530-83. •

Передача – механизм, осуществляющий передачу вращательного движения или его преобразование. Совокупность деталей, с помощью которых передается вращательное движение от одного вала к другому. • Зубчатая передача – кинематическая пара, образованная зубчатыми колесами, зубья которых при последовательном соприкосновении между собой передают заданное движение от одного колеса к другому. • Зубчатое колесо – деталь зубчатой передачи в виде диска с зубьями, входящими в зацепление с зубьями другого колеса. В зацеплении двух зубчатых колес одно из колес называется шестерней (с меньшим числом зубьев или ведущее), другое – зубчатым колесом (с большим числом зубьев или

ведомое). В основу определения параметров зубчатого колеса положена делительная окружность. Делительными окружностями называются соприкасающиеся окружности пары зубчатых колес, катящиеся одна по другой без скольжения (диаметры  $d_1$  и  $d_2$ ).

Расстояние между одноименными точками профиля соседних зубьев, измеренное по дуге делительной окружности, называется шагом зацепления ( $p_t$ ). Отрезки, равные шагу  $p_t$ , делят делительную окружность на  $z$  частей ( $z$  – число зубьев колеса). Делительный диаметр для зубчатого колеса всегда один. Длина делительной окружности зубчатого колеса:  $\pi d = p_t z$  (где  $\pi = 3,14$ ), откуда диаметр делительной окружности  $d = (p_t / \pi) z$ . Линейная величина, в  $\pi$  раз меньшая шага зацепления, называется модулем и обозначается буквой  $m$ . Модуль – число миллиметров делительного диаметра, приходящееся на один зуб. Модуль ( $m$ ) и числа зубьев шестерни ( $z_1$ ) и колеса ( $z_2$ ) являются основными расчетными параметрами зубчатой передачи. Числовые значения модулей зубчатых колес определяет ГОСТ 9563-60.

Числовые значения модулей зубчатых колес (ГОСТ 9563-60)

Ряд Модуль  $m$ , мм 1 0,6 1,0 1,25 1,5 2,0 2,5 3,0 4,0 5,0 6,0 8,0 10 12 16 20 25 32 40 50 63 80 100 125 160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500 3150 4000 5000 6300 8000 10000

### **Вопросы для самопроверки:**

1. По конструктивным разновидностям зубчатые колеса подразделяются??
2. Особенности отображения цилиндрической передачи?
3. Особенности отображения конической передачи?
4. Особенности отображения червячной передачи?

### **Тема 3.7 Общие сведения об изделиях и составление сборочных чертежей**

#### **Методические рекомендации:**

В ходе изучения данной темы необходимо усвоить назначение и содержание чертежа общего вида, сборочного чертежа.

**Содержание темы:** Чертеж общего вида, сборочный чертеж их назначение и содержание. Размеры на сборочных чертежах. Порядок выполнения сборочного чертежа. Выполнение спецификации.

#### **СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ**

Соединение деталей в сборочные единицы, а затем в готовое изделие выполняется по сборочным чертежам. Сборочным чертежом называют конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. Составление сборочных чертежей должно быть увязано с требованиями ГОСТ 2.109-73\*. Сборочный чертеж должен содержать: 1. Изображения (виды) сборочной единицы, дающие представление о конструкции, расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу.

Изображения на сборочных чертежах выполняются по ГОСТ 2.305-2008. Изображения сборочного чертежа должны решать три задачи: а) показывать взаимосвязь составных частей изделия, заявленных в спецификации; б) обеспечивать возможность простановки на чертеже необходимых для сборочного чертежа размеров; в) обеспечивать возможность простановки номеров позиций всех составных частей изделия, заявленных в спецификации. 2. Размеры. 3.



Номера позиций составных частей, входящих в изделие. Каждая деталь, входящая в изделие, должна иметь свой номер. 4. Основные характеристики изделия: над основной надписью могут быть указаны технические требования, условия. Отдельного рассмотрения требуют размеры на сборочном чертеже: Габаритные (длина, ширина и высота изделия). Присоединительные – размеры элементов деталей, входящих в данный узел и не задействованных в данной сборке 5 Установочные\* – размеры, по которым осуществляется привязка данного изделия к опорной поверхности другого сборочного соединения или к фундаменту машины

**Вопросы для самопроверки:**

1. Назначение и содержание чертежа общего вида?
2. Назначение и содержание сборочного чертежа?
3. Порядок выполнения сборочного чертежа?
4. Спецификация-назначение, порядок заполнения?

**Тема 3.8 Деталирование сборочного чертежа**

**Методические рекомендации:**

В ходе изучения данной темы необходимо усвоить этапы деталирования сборочного чертежа единицы

**Содержание темы:** Назначение и работа сборочной единицы. Количество деталей, входящих в сборочную единицу. Количество стандартных деталей, их условное изображение. Выполнение рабочего чертежа детали.

**ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Деталированием называют выполнение рабочих чертежей деталей изделия по сборочному чертежу. Рабочие чертежи деталей – это чертежи, содержащие изображения деталей и необходимые данные для изготовления и контроля. Приступая к деталированию сборочного чертежа (в данных методических указаниях рассмотрено деталирование предохранительного клапана), нужно его прочесть, придерживаясь той последовательности, которая была изложена в разделе 2 настоящих методических указаний. Выполнение чертежей деталей проводится по операциям. Процесс деталирования при этом состоит из двух этапов: 1) подготовительный этап – уяснение формы детали, выбор главного изображения, количества изображений, масштаба чертежа (операции 1-7, приведенные далее); 2) собственно выполнение чертежа детали (операции 8-13). 1-я операция. Выбрать деталь, для которой будет составляться рабочий чертеж, определив по спецификации ее наименование. Начинать следует с выполнения чертежей наиболее значимых деталей. 2-я операция. Найти все изображения детали на сборочном чертеже, уяснить ее наружную и внутреннюю форму и определить габаритные размеры. Эта операция является наиболее важной. При ее выполнении следует понимать, что нельзя правильно выполнить чертеж детали, предварительно не уяснив вида поверхностей, которыми ограничены ее наружная и внутренняя формы. Поэтому при выполнении этой операции необходимо придерживаться следующей последовательности: а) найти все изображения на сборочном чертеже, начиная с того изображения, к которому отнесена полка с номером позиции данной детали. При этом данная деталь мысленно как бы выделяется из всех остальных. Поэтому на рисунках в примере деталировки изображения соответствующих деталей выделены сплошной основной линией, в

то время как остальные показаны тонкой; б) представляя все изображения детали и учитывая способ соединения ее с другими изделиями, определить виды поверхностей, ограничивающих наружную и внутреннюю формы детали, и на основании этого представить ее конструкцию; в) детализирование предохранительного клапана следует начать с выполнения чертежа корпуса как наиболее значимой детали, затем составить чертежи остальных деталей по мере убывания их степени сложности. Примеры оформления рабочих чертежей деталей, входящих в предохранительный клапан, приведены на с. 20, 23, 26, 29, 32, 35. 3-я операция. Выбрать главное изображение. 4-я операция. Наметить необходимое количество изображений. 5-я операция. Выбрать масштаб изображения по ГОСТ 2.302-68. Масштаб для вычерчивания детали выбирается в зависимости от сложности ее формы и размеров. Часто масштаб чертежа детали не совпадает с масштабом сборочного чертежа. 6-я операция. Выбрать по ГОСТ 2.301-68 необходимый формат листа для чертежа данной детали. 7-я операция. Приступить к построению изображений данной детали тонкими линиями, строго соблюдая ГОСТ 2.305-2008. Следует отметить, что главное изображение отдельной детали может и не совпадать с расположением этой детали на главном изображении сборочного чертежа. 8-я операция. Нанести выносные и размерные линии в соответствии с ГОСТ 2.307-68. 9-я операция. Определить на сборочном чертеже размеры детали и проставить их на чертеже с учетом требований ГОСТ 2.307-68, ГОСТ 872481, ГОСТ 6357-81. Размеры деталей определяют непосредственно измерением по чертежу задания с учетом масштаба изображения. Особое внимание при вписывании размеров обращают на сопрягаемые размеры, т.е. на те размеры соединяемых деталей, номинальные значения которых являются одинаковыми. Во избежание ошибок целесообразно их вписывать в первую очередь, последовательно на всех чертежах сопрягаемых деталей. Например, для рассматриваемой сборки (с. 16) сопрягаемыми являются резьбовые размеры. 10-я операция. Нанести штриховку согласно ГОСТ 2.306-68. 11-я операция. Проверить чертеж, внести необходимые исправления. 12-я операция. Заполнить основную надпись. 13-я операция. Закончив чертеж одной детали, в той же последовательности приступить к выполнению чертежа другой детали.

#### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Этапы детализирования сборочного чертежа?
2. Условные изображение и рабочие чертежи стандартных деталей.
3. Создание рабочих чертежей деталей.

#### **Тема 4.1 Чтение и выполнение чертежей и схем по специальности**

##### ***Методические рекомендации:***

В ходе изучения данной темы необходимо усвоить типы схем в зависимости от основного назначения и особенности отображения на чертеже.

***Содержание темы:*** Общие сведения о схемах. Типы схем в зависимости от основного назначения. Изображение кинематической, гидравлической, пневматической и электрической схем.

#### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Типы схем?
2. Особенности изображения кинематической схемы.

3. Особенности изображения гидравлической схемы.
4. Особенности изображения пневматической схемы.
5. Особенности изображения электрической схемы.

## **Тема 5.1 Программа КОМПАС. Основные сведения и возможности. Порядок и последовательность работы с системой КОМПАС.**

**Методические рекомендации:** для успешного освоения САПР КОМПАС необходимо иметь представление об отражении графической информации с помощью средств системы.

**Содержание темы:** Основные сведения и возможности КОМПАСа. Интерфейс системы, последовательность и порядок работы с системой.

### **Основные компоненты КОМПАС-3D**

Основные компоненты **КОМПАС-3D** (разработчик и распространитель **ЗАО АСКОН**) – собственно система трехмерного твердотельного моделирования, чертежно-графический редактор и модуль проектирования спецификаций.

Система трехмерного твердотельного моделирования предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

Чертежно-графический редактор (**КОМПАС-ГРАФИК**) предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Он может успешно использоваться в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем – везде, где необходимо разрабатывать и выпускать чертежную и текстовую документацию.

В системе **КОМПАС-3D** имеется возможность создания ассоциативных чертежей трехмерных деталей. 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. Все виды связаны с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения в ассоциативном виде.

### **Основные элементы интерфейса**

После включения компьютера двойным щелчком по ярлыку на рабочем столе откройте программу **КОМПАС-3D 10LT**. Программа разработана для операционной системы **Windows**, поэтому ее окно имеет те же элементы управления, что и другие **Windows**-приложения. В открывшемся окне появятся **Заголовок программного окна**, строка **Главного меню** и **Стандартная панель**.

## Заголовок программного окна

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

## Главное меню




**Главное меню** расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем находятся все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды. Для активации **Главного меню** достаточно открыть любое из входящих в него меню простым щелчком мыши на его имени. Команды меню объединены в группы по функциональному признаку. Группы отделены друг от друга горизонтальными линиями. Для закрытия **Главного меню** необходимо щелкнуть мышью в любом месте окна **КОМПАС-3D** вне меню, или нажать клавишу <Esc> на клавиатуре, или выполнить необходимую команду меню.

## Стандартная панель



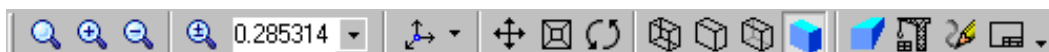
**Стандартная панель** расположена в верхней части окна системы под **Главным меню**. На этой панели находятся кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами, позволяющие обращаться к наиболее часто используемым при работе командам.

Состав панели управления различен для разных режимов работы системы. Кроме того, набор кнопок на панели можно изменить с помощью средств настройки системы. Многие команды в **Стандартной панели** продублированы командами **Главного меню**. Запуск команд **Стандартной панели** осуществляется простым щелчком мыши.

В строке **Стандартной панели** нажмите на символ  первой команды **Создать** и выберите, что будете создавать. С помощью **КОМПАС-3D** можно создавать чертежи, фрагменты, текстовые документы, спецификации, сборки и детали. Поскольку система полностью поддерживает все требования ЕСКД, чертеж, создаваемый в **КОМПАС-3D**, полностью соответствует стандартному листу чертежа, содержит рамку, основную надпись и другие технические требования.

После создания нового или открытия уже существующего чертежа на экране появятся следующие панели.

## Панель Вид



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

### Панель Текущее состояние



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

### Компактная панель



Панель переключения                      Инструментальная панель

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

### Панель свойств и Панель специального управления



Панель                      Вкладка панели свойств  
управле-  
ния

**Панель свойств** служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько закладок и **Панель специального управления**. **Панель специального управления** находится в верхней или левой части **Панели свойств**. На **Панели специального управления** расположены кнопки, с помощью которых выполняются специальные действия, такие как ввод объекта, прерывание текущей команды, включение автоматического создания объекта и т.д. Набор кнопок зависит от выполняемой команды.

### Строка сообщений

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

Внимательно следите за состоянием **Строки сообщений**. Это поможет правильно реагировать на запросы и сообщения системы и избежать ошибок при выполнении построений.

При построении трехмерных моделей в окне документа кроме перечисленных элементов управления находится также **Дерево модели**, оно располагается в левом верхнем углу окна.

### **Дерево модели**

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

### **Курсор и управление им**

**Курсор** – это главный инструмент при работе с **КОМПАС-3D**. С помощью курсора пользователь вызывает команды, вычерчивает и редактирует различные объекты, указывает точки и выполняет множество других действий. Основным способом управления курсором – это его перемещение мышью. При работе с документами-моделями перемещение курсора возможно только мышью. В зависимости от того, какое действие выполняется в системе, изменяется внешний вид курсора (стрелка, перекрестие, вопросительный знак со стрелкой и т.д.). Форма и размер курсора могут быть настроены пользователем с помощью команды **Сервис - Параметры - Система - Графический редактор - Курсор**.

### **Справочная система КОМПАС**

При возникновении затруднительных ситуаций во время работы с **КОМПАС** можно быстро получить необходимую справочную информацию. Для этого разработана справочная система, которая содержит сведения о командах меню и панелях кнопок, клавиатурных комбинациях, типовых последовательностях выполнения различных операций и т.д.

#### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Интерфейс программы.
2. Рабочие инструменты системы.
3. Порядок создания графической модели.

