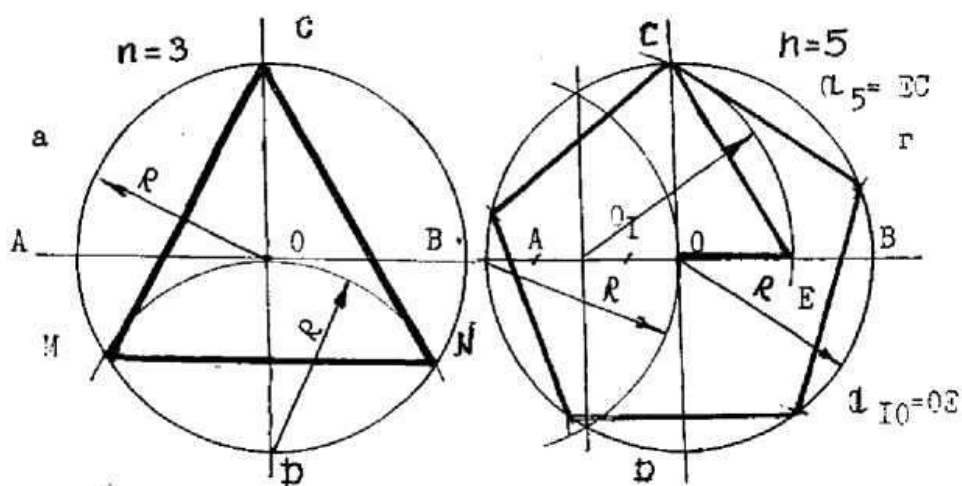


Государственное бюджетное профессиональное образовательное  
учреждение Московской области «Серпуховский колледж»

«Технология (основы черчения)»

(введение в предмет и язык предмета)



Методические указания по проведению практических и самостоятельных  
занятий

Серпухов

2017 г.

Методические указания для практических и самостоятельных занятий по дисциплине «Технология (основы черчения)» для учащихся средне профессиональных учебных заведений по специальностям 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта», 15.02.08 «Технология машиностроения»

Автор: преподаватель ГБПОУ МО «Серпуховский колледж» Галушко В.В.

Предлагаемые методические указания предназначены для получения первичных навыков и умений по предмету «Черчение».

Методические указания содержат основные темы начального курса черчения в соответствии с утвержденной рабочей программой для обучаемых по специальностям 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта», 15.02.08 «Технология машиностроения».

Методические указания состоят из разделов: «Основные понятия черчения» и «Геометрические построения». Методические указания снабжены рисунками и заданиями, которые облегчают понимание и усвоение материала.

Методические указания способствуют усвоению специальной лексики и простейшей терминологии по черчению и являются базой для дальнейшего изучения курса черчения.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.. . . . .	4
1. Основные понятия черчения.. . . . .	5
1.1. Графические изображения. . . . .	5
1.2. Чертежные инструменты и чертежные материалы. . . . .	7
1.3. Линии и углы. . . . .	9
1.4. Форматы чертежей.. . . . .	15
1.5. Чертежный шрифт.. . . . .	18
1.6. Линии чертежа. .. . . .	25
1.7. Нанесение размеров. . . . .	28
1.8. Масштабы.. . . . .	31
2. Геометрические построения.. . . . .	33
2.1. Анализ графического изображения. . . . .	33
2.2. Деление отрезков прямых на равные части. . . . .	33
2.3. Проведение перпендикулярных и параллельных линий.	35
2.4. Построение и деление углов на равные части. . . . .	36
2.5. Окружность. Деление окружности на n равных частей (построение многоугольника).. . . . .	37
2.6. Касательная к окружности. . . . .	41
2.7. Сопряжения.. . . . .	44
2.8. Овалы. . . . .	47
2.9. Завиток. . . . .	48
2.10. Лекальные кривые. . . . .	50
3. Литература.. . . . .	57

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания «Технология (основы черчения)» предназначены для практических занятий по черчению и обучения основным лексико - грамматическим моделям и конструкциям языка черчения на начальном этапе обучения.

Методические указания состоят из разделов: «Основные понятия черчения» и «Геометрическое построение». Каждый раздел разбит на темы. Содержание тем, терминология и символика соответствуют учебной программе курса черчения.

Включает в себя тексты, необходимые для усвоения чертёжной лексики, задания по активизации и закреплению знаний некоторых разделов черчения в соответствии с утвержденной программой в виде вопросов и графических построений.

Снабжено рисунками, которые облегчают обучаемым понимание материала и способствуют образному его восприятию.

Методические указания «Технология (основы черчения)» являются базой для дальнейшего изучения курса черчения в системе СПО.

# I. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ЧЕРЧЕНИЯ

**Черчение** - это наука, которая изучает правила выполнения и оформления чертежей.

## 1.1. ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

**Чертёж** - это графический язык техники. **Чертёж** - это изображение предмета или его части, которая называется деталью (рис. 1).

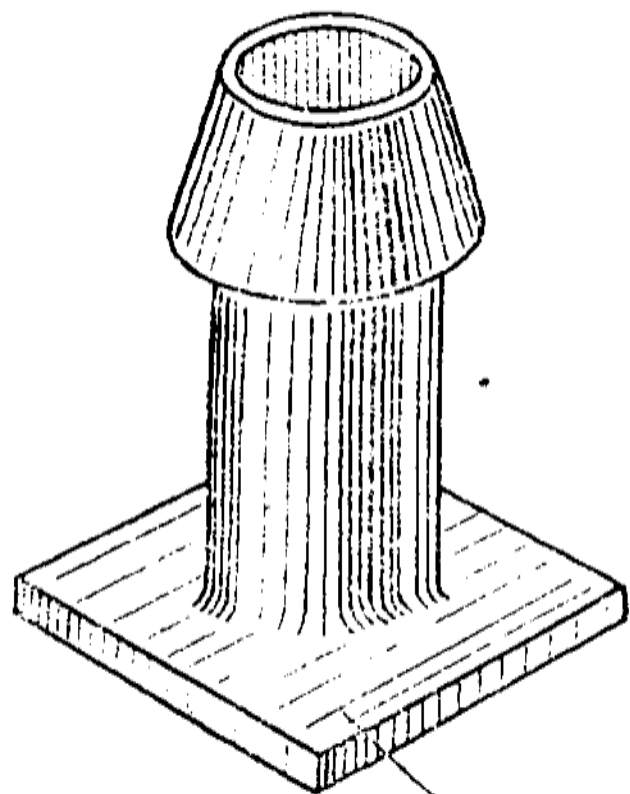
Чертёж - это специальный документ, который содержит все данные предмета для его изготовления. На рис. 1 даны деталь и ее чертёж. По чертежу можно определить геометрическую форму данной детали, а по надписи - её название, масштаб и размеры.

Чертёж нужен для изготовления предмета или его детали. Чертежи используются в строительстве, архитектуре, медицине, технике. Чертежи должны быть понятны. Поэтому существуют единые правила выполнения чертежей и их оформления. Эти правила называются **стандартами ЕСКД** или **ГОСТами**. **Стандарты ЕСКД** - это единая система конструкторской документации. **ГОСТы** - это государственные стандарты.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

**Задание: Ответьте на вопросы**

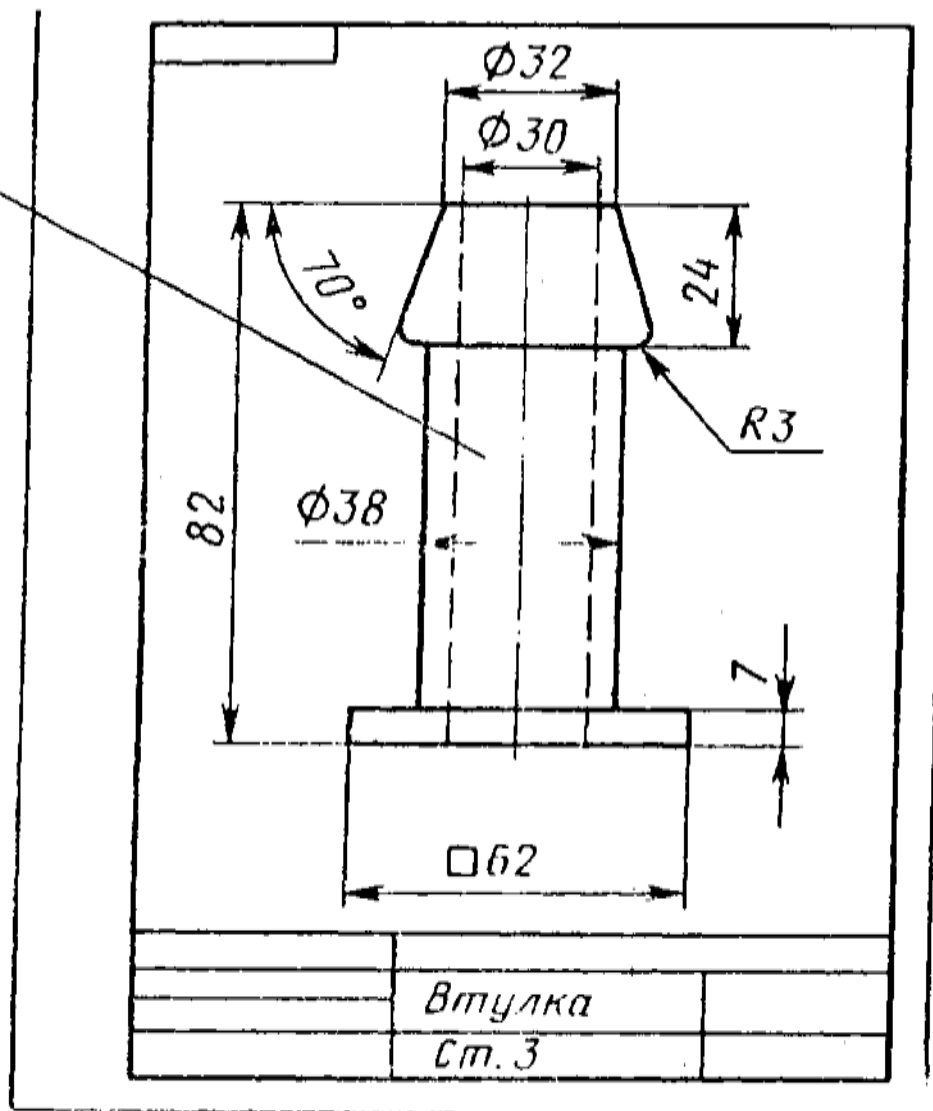
1. Что такое черчение?
2. Что такое чертёж?
3. Для чего нужен чертёж?
4. Что такое стандарт, для чего он предназначен?



*Деталь*

а)

*Чертеж*



б)

Рис. 1. Деталь (а); чертёж детали (б)

## 1.2. ЧЕРТЁЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ЧЕРТЁЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

При выполнении чертежей используются чертёжные инструменты и материалы.

### **Чертёжные инструменты**

Готовальня, линейка, транспортир, циркуль измерительный (измеритель), циркуль чертёжный, рейсшина, угольники (треугольники), рейсфедер, лекало (рис. 2).

### **Чертёжные материалы**

Карандаш, чертёжная бумага (ватман), резинка (ластик) (рис. 2). Чертёж выполняется на чертёжной бумаге. Для вычерчивания линий на чертеже пользуются карандашами. Карандаши бывают твёрдые - Т, 2Т (Н, 2Н), средние - МТ (НВ), мягкие - М, 2М (В, 2В). Когда чинят карандаш, то используют нож или лезвие.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

**Задание: Ответьте на вопросы:**

1. Какие чертёжные инструменты Вы знаете?
2. Какие чертёжные материалы Вы знаете?
3. Что такое ватман?

## ЧЕРТЁЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

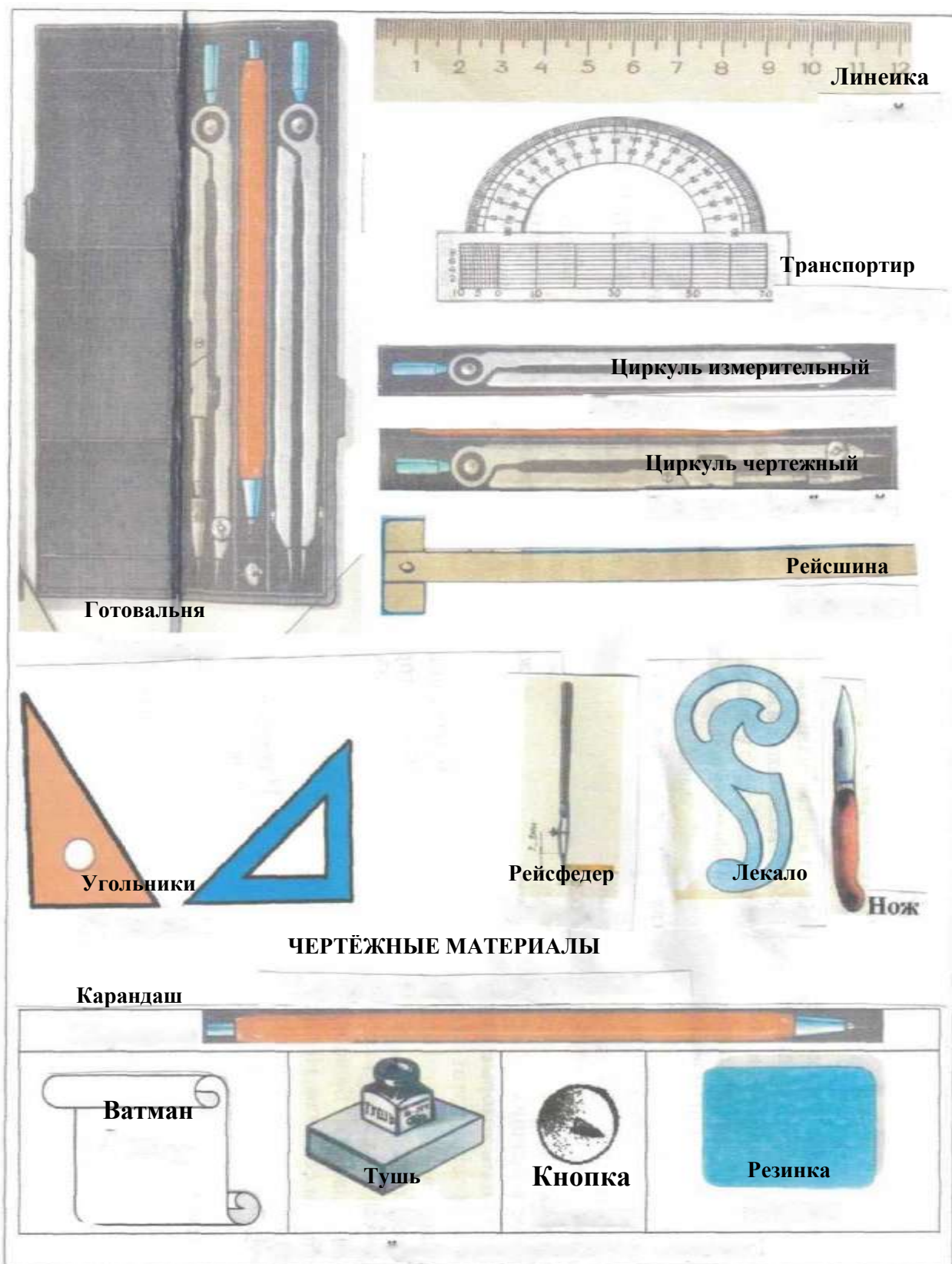


Рис. 2. Чертежные инструменты и материалы



### 1.3. ЛИНИИ И УГЛЫ

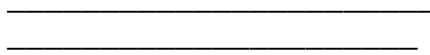
**Линия** - это множество точек, это геометрическая фигура на плоскости. Линия не ограничена ни с одной, ни с другой стороны. Линии могут быть:

**по форме:**

прямая линия



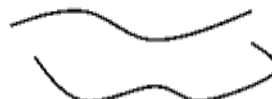
прямые линии



кривая линия



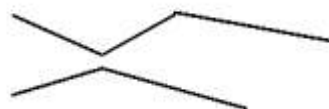
кривые линии



ломаная линия



ломанные линии



**по положению:**

горизонтальная



горизонтальные



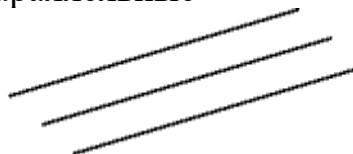
вертикальная

вертикальные

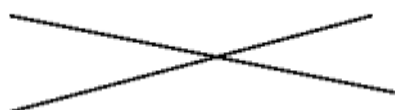
перпендикулярные



параллельные



Пересекающиеся



наклонные



Прямые линии чертят при помощи рейсшины, линейки, угольника. Линии проводят слева направо.

Кривые линии чертят при помощи лекала. Ломаные линии чертят при помощи рейсшины и угольника или линейки и угольника.

Параллельные горизонтальные, вертикальные, наклонные и перпендикулярные прямые линии на чертеже выполняют при помощи линейки и

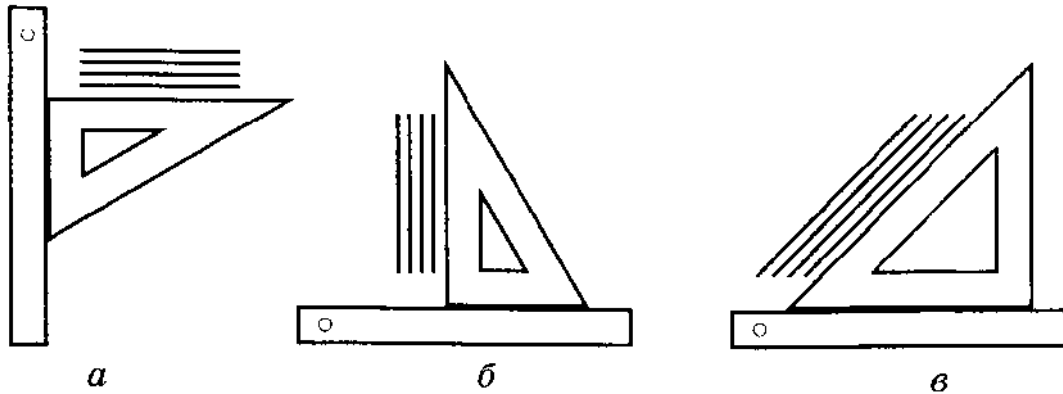


Рис. 3. Проведение горизонтальных (а), вертикальных (б) и наклонных (в) параллельных линий с помощью угольника и линейки

Для вычерчивания окружности используют циркуль (рис. 4).

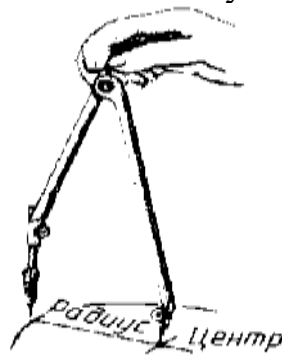


Рис. 4. Проведение окружности циркулем

Для вычерчивания и измерения углов используется угольник и транспортир.

Карандаш надо заточить правильно (рис. 5).

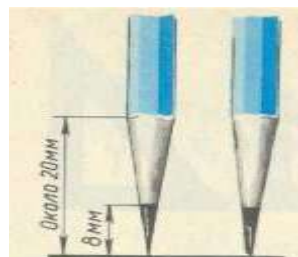


Рис. 5

Неправильные линии стирают при помощи резинки (ластика).

Измерение расстояний между точками, линиями выполняют при помощи линейки и измерителя (рис. 6).

*Биссектриса угла* - это луч  $OC$ , который выходит из его вершины и делит угол пополам

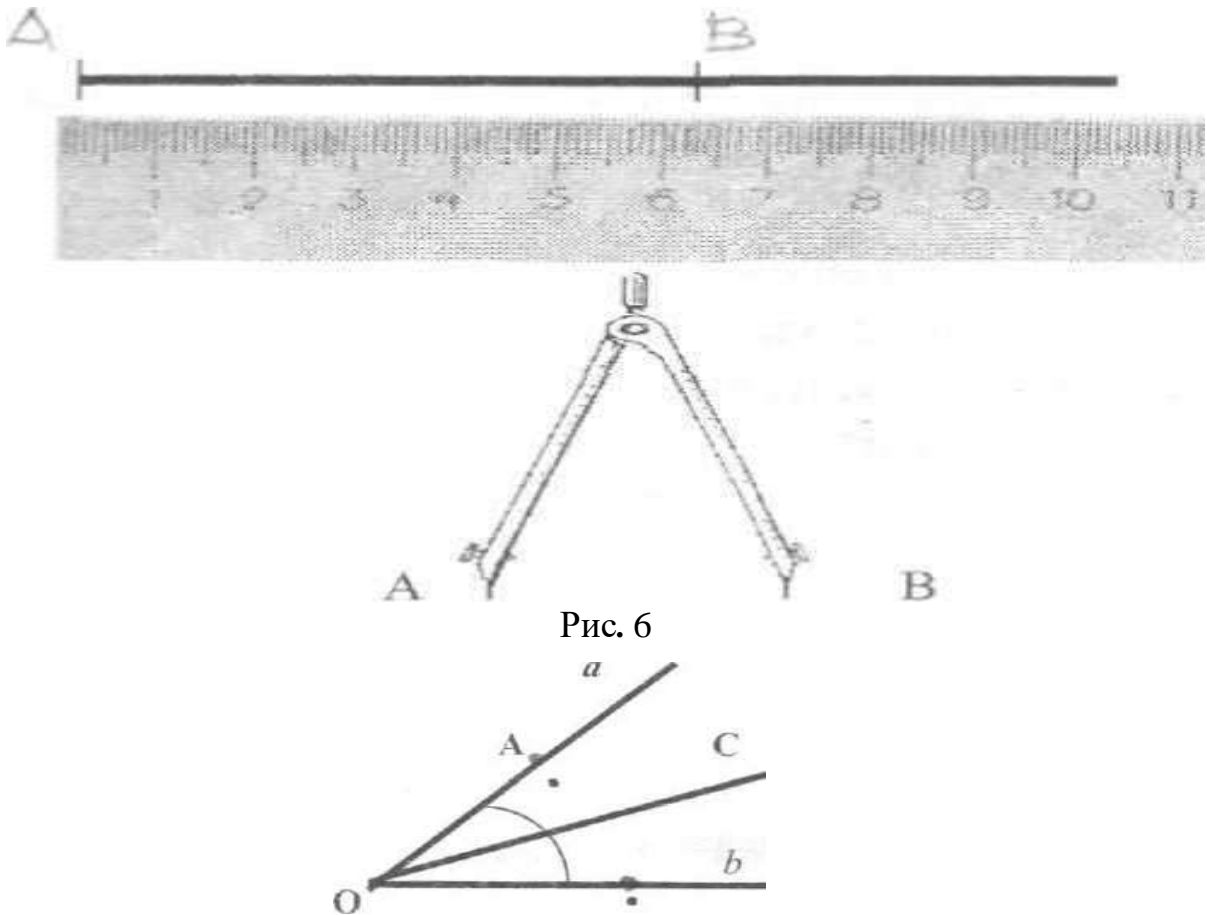


Рис. 6

*Угол* - это фигура, которая состоит из двух разных лучей с общим началом. Общее начало (точка  $O$ ) называется вершиной, а лучи  $OA$  и  $OB$  называются сторонами угла.

*Луч (полупрямая)* - часть прямой линии, ограниченная с одной стороны (точкой  $O$ ).

Угол обозначается указанием его вершины ( $\sphericalangle O$ ) или указанием его сторон ( $\sphericalangle (ab)$ ), или указанием его вершины и двух точек на сторонах ( $\sphericalangle AOB$ ).

## Виды углов:

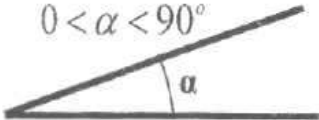
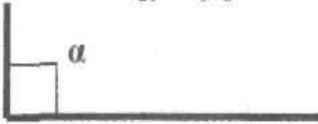
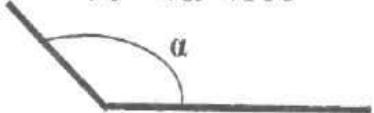
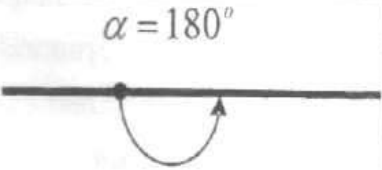

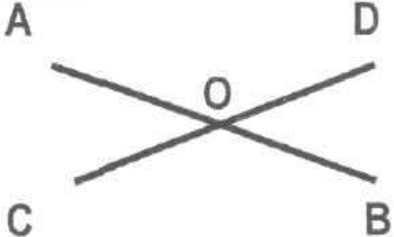
Острые, прямые, тупые, развёрнутые, полные, вертикальные

### Вертикальные углы

Два угла называются вертикальными, если стороны одного угла являются продолжением сторон другого.

Вертикальные углы равны  $\angle AOC = \angle BOD$ .

Углы между прямыми линиями строятся и измеряются при помощи угольника и транспортира.

<i>Острый угол</i> $0 < \alpha < 90^\circ$ 	<i>Прямой угол</i> $\alpha = 90^\circ$ 	<i>Тупой угол</i> $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ 
<i>Развёрнутый угол</i> $\alpha = 180^\circ$ 	<i>Полный угол</i> $\alpha = 360^\circ$ 	<i>Вертикальные углы</i> 

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

### Задание 1: Ответьте на вопросы

1. При помощи чего можно провести горизонтальные, вертикальные и наклонные линии?
2. При помощи чего можно вычертить параллельные и перпендикулярные линии?
3. При помощи чего можно начертить окружность?
4. Какие линии проводят при помощи лекала?

5. Назовите линии (по форме и по положению).
6. Что такое угол?
7. Какие виды углов вы знаете?
8. При помощи чего можно построить и измерить угол?

### Задание 2: Практическое закрепление материала

1. Выучите терминологию и отработайте навыки проведения (вычерчивания линий).
2. Пользуясь чертёжными инструментами, проведите вертикальные, горизонтальные и наклонные линии.
3. Начертите окружности разного диаметра.

#### Указание к работе.

Старайтесь проводить все линии одинаковой толщины. Красиво расположите группы линий и окружностей на листе.

## 1.4. ФОРМАТЫ ЧЕРТЕЖЕЙ

Все чертежи выполняют на форматах. Форматы - это листы чертёжной бумаги стандартных размеров по ГОСТ 2.301-68. Форматы листов определяются размерами его сторон (рис.7).

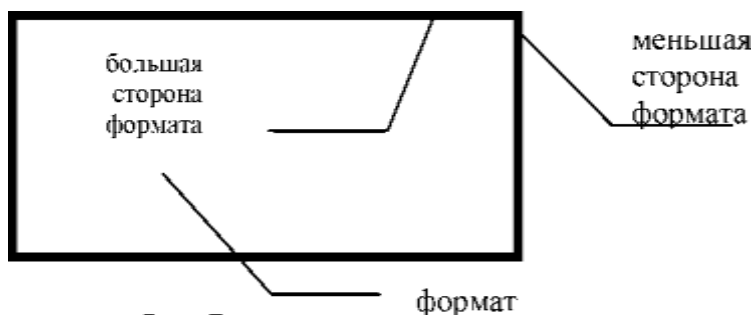


Рис. 7

Существует 5 основных форматов: А0, А1, А2, А3, А4. Обозначение формата, размеры сторон формата представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Обозначение формата	А0	А1	А2	А3	А4
Размеры сторон формата, мм	841x1189	594 x 841	420 x 594	297 x 420	210 x 297

### Форматы чертежей

Исходным форматом является А0, площадь которого -1м<sup>2</sup>. Каждый последующий формат получается делением предыдущего формата параллельно

меньшей стороне.

Каждый чертёж должен иметь рамку. Рамка ограничивает на формате место для построения изображений, нанесения размеров и обозначений. Это место внутри рамки называется *полем чертежа*.

Линии рамки чертят сплошной толстой линией на расстоянии **20 мм** от левой границы формата и на расстоянии **5 мм** от верхней, нижней и правой границ.

На чертежах располагают *основную надпись*. Форму, размеры и содержание её устанавливает стандарт (рис.8 а, б).

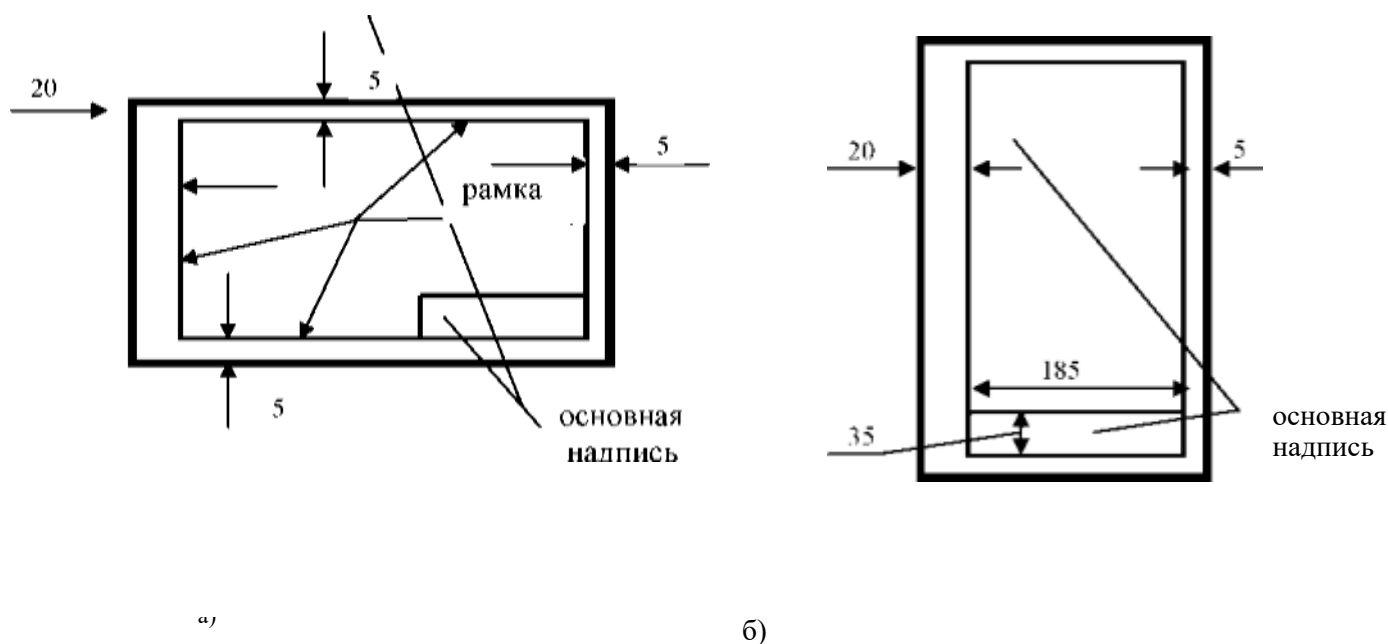
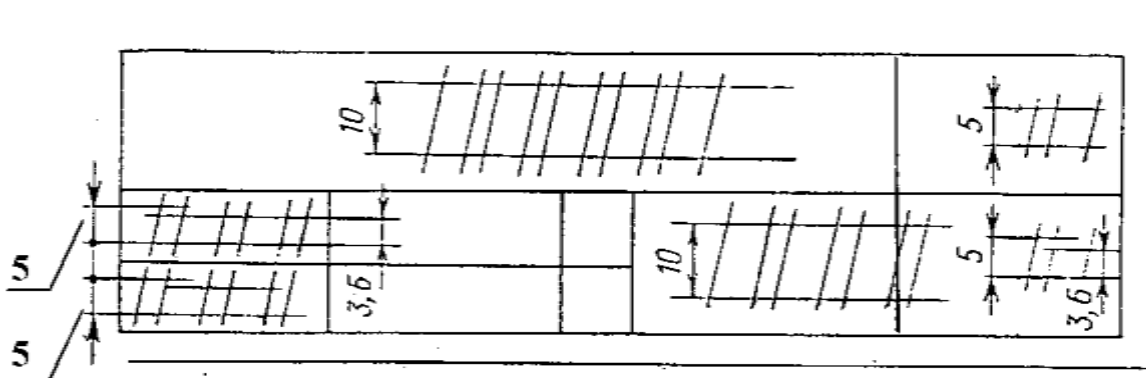
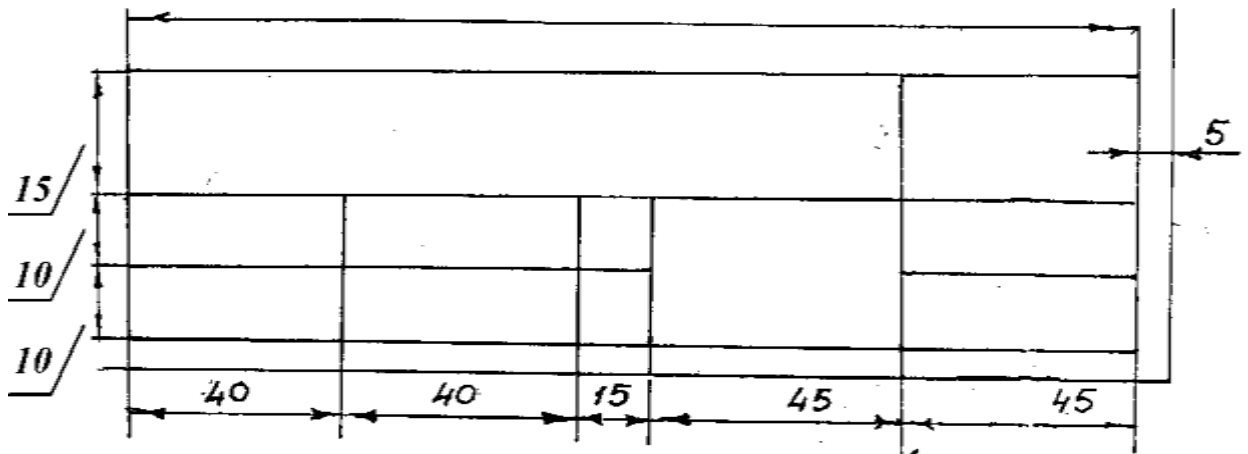


Рис. 8. Основная надпись

На учебных чертежах формата **A4** основную надпись располагают вдоль короткой стороны листа.

Рамку чертежа, рамку и графы основной надписи на учебных чертежах выполняют сплошной толстой основной линией, толщина которой - 1 мм (рис.9).



<i>ЛИНИИ</i>				№1
Чертил				Гр.
Принял				

<i>ЛИНИИ</i>				№1
Чертил				Гр.
Принял				

Рис. 9. Основная надпись

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА**

### **Задание 1: Ответьте на вопросы**

1. Что называется форматом чертежа?
2. Сколько основных форматов?
3. Как обозначают форматы?
4. Чему равна площадь формата А0?
5. Какие расстояния между границами формата и рамкой чертежа слева, справа, снизу, сверху?
6. Какие инструменты нужно использовать при вычерчивании рамки чертежа?
7. Что такое ватман?

### **Задание 2: Практическое закрепление материала**

1. Выучите терминологию и отработайте навыки выполнения рамки чертежа и рамки основной надписи.
2. Начертите рамки чертежа и основной надписи.



## 1.5. ЧЕРТЁЖНЫЙ ШРИФТ

**Чертежный шрифт** применяют (используют) для выполнения надписей и нанесения размерных чисел на чертежах.

**Чертежный шрифт** - это стандартные буквы, цифры и знаки, которые одинаковы и просты в написании. Буквы и цифры чертежного шрифта состоят из отрезков прямых линий: вертикальных, горизонтальных, наклонных и дуг, которые их соединяют.

При написании текста используют **прописные** (заглавные) и **строчные** (маленькие) буквы

Для написания стандартных букв нужно знать: высоту прописных букв ( $h$ ), высоту строчных букв ( $c$ ), ширину букв ( $g$ ), толщину линии шрифта ( $d$ ), расстояние между буквами ( $a$ ), расстояние между словами ( $e$ ), расстояние между строками ( $b$ ) и ( $k$ ) - разность между высотой прописных букв ( $h$ ) и высотой строчных букв ( $c$ ).

Параметры (размеры) шрифта представлены на рис. 10 и зависят от высоты прописных букв (табл.2).

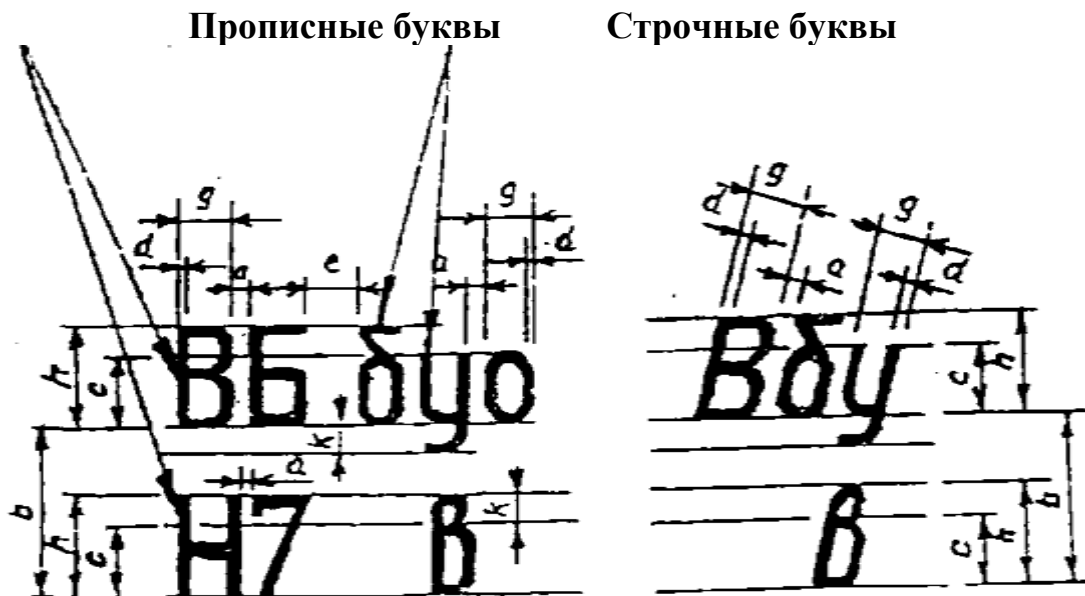


Рис. 10. Размеры шрифта

Стандарт устанавливает два типа шрифта: А ( $d=h/14$ ) и В ( $d=h/10$ ) без наклона и с наклоном к линии строки равным  $75^\circ$ .

При выполнении учебных чертежей используют шрифт В с наклоном.

В *четвёртой группе* буквы строят на базе буквы «Р».

Элементы шрифта	Параметры шрифта	
	Высота	Ширина
<p>Прописные буквы. Цифры</p> <p>Б В И Й К Л Н О П Р Т У Ц Ч Ъ Э Я Д 4</p> <p>Г Е З С 2 3 5 6 7 8 9 0</p> <p>А М Х Ы Ю</p> <p>Ж Ш Щ Ф</p> <p>1</p>	<p>h</p> <p>h</p> <p>h</p> <p>h</p> <p>h</p>	<p><math>6/h / 10^h</math></p> <p><math>5/n / 10^{''}</math></p> <p><math>7/h / 10^{''}</math></p> <p><math>8/h</math></p> <p><math>/ 10^n</math></p> <p><math>5/n / 10^{''}</math></p>
Строчные буквы		
<p><i>а г е з и й к л н о п х ц ч ь э я б в д р у</i></p> <p><i>с</i></p> <p><i>м ь ы ю</i></p> <p><i>ж т ш щ ф</i></p>	<p><math>\sqrt{10^h}</math></p> <p><math>\% h</math></p> <p><math>\sqrt{10^h}</math></p> <p><math>Y10^h</math></p> <p><math>\sqrt{10^h}</math></p>	<p><math>5/h / 10^{''}</math></p> <p><math>5/h / 10^{''}</math></p> <p><math>4/h / 10^{''}</math></p> <p><math>Yю^n</math></p> <p><math>Y10^h</math></p>

Параметры для написания слов и предложений приведены в

таблице 3.

**Таблица 3. Параметры для написания слов и предложений**

1) Высота прописных букв $h = (10/10)h$	( 10d )
2) Высота строчных букв $c = (7/10)h$	( 7d )
3) Толщина линий шрифта $d = (1/10)h$	( d )
4) Расстояние между буквами и цифрами $a = (2/10)h$	( 2d )
5) Минимальное расстояние между словами и числами $e = (6/10)h$	( 6d )
6) Минимальное расстояние между строками $b = (17/10)h$	( 17d )

Вудва ~~чертежный шрифт~~ ~~сорта~~ ~~размер~~ ~~плотности~~ букв «и».

Стандарт устанавливает размеры шрифта ( $h$ ): 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Шрифты пишут по **сетке**: **прямой** (угол  $90^0$ , рис.11 а) и **наклонной** (угол наклона  $75^0$ , рис.11 б). Высоту прописной буквы делят на 10 равных частей и чертят сетку с шагом ( $d$ ). **Шаг** - это есть толщина линии буквы ( $d=h/10$ ) (рис.11 в, г).

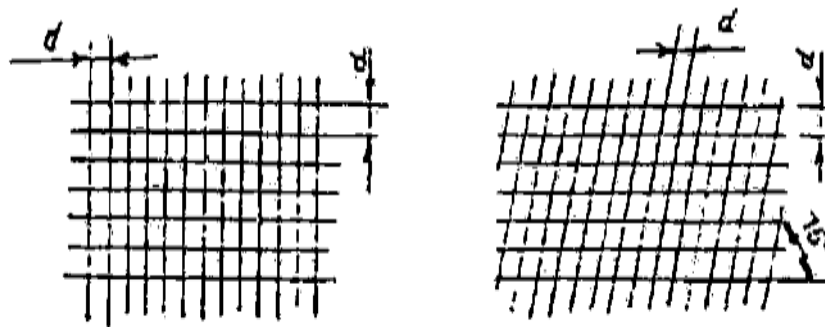


Рис.11. а – прямая сетка, б – наклонная сетка

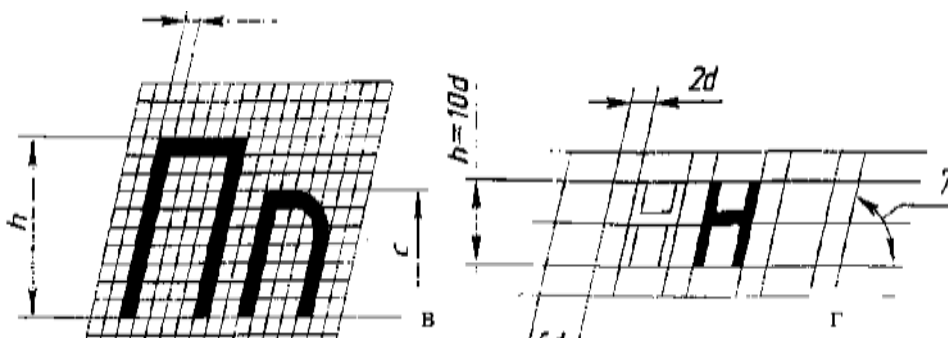
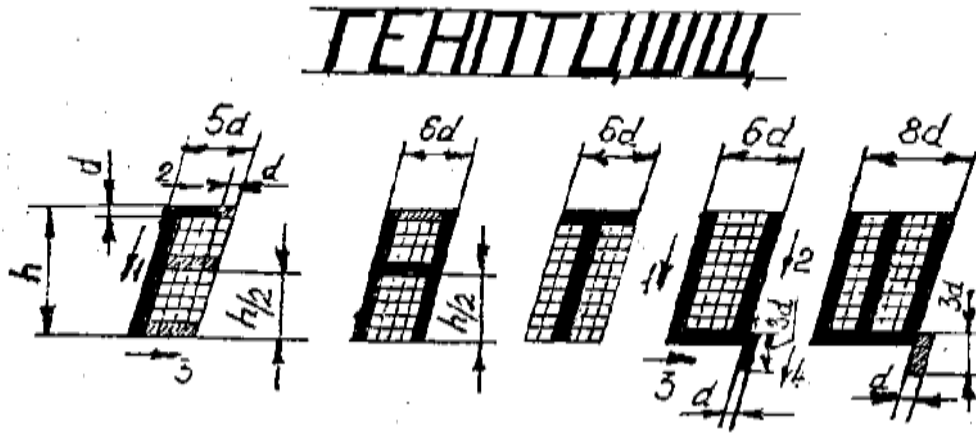


Рис. 11. в - построение буквы; г - пропорции буквы

Изучать написание чертежного шрифта следует не в алфавитном порядке, а по сложности и однотипности начертания букв. На примерах стрелками указаны направление и порядок обводки элементов букв. Прописные буквы можно условно разделить на пять групп.

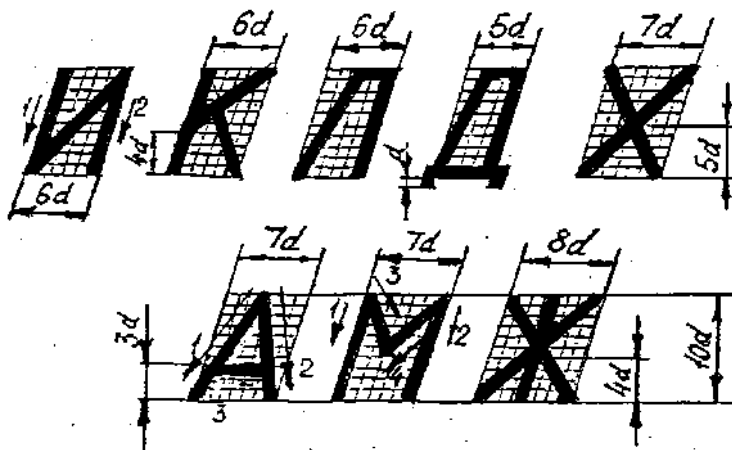
Буквы **первой группы** состоят из отрезков прямых линий - горизонтальных и наклонных под углом  $75^0$ .

В *четвёртой группе* буквы строят на базе буквы «Р».



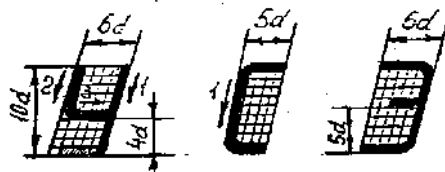
Буквы *второй группы* состоят из отрезков прямых, но наклонённых к горизонтальному направлению под различными углами.

**А Д Ж К Л М Х И Й**

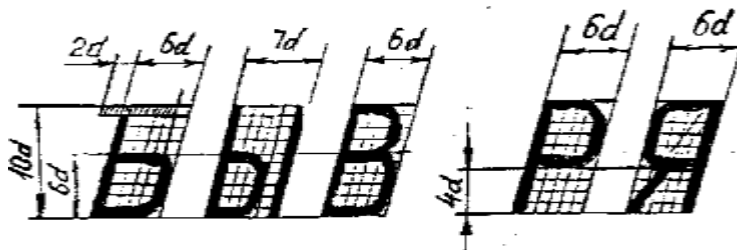


В *третьей группе* букв прямолинейные элементы плавно соединяются небольшими дугами.

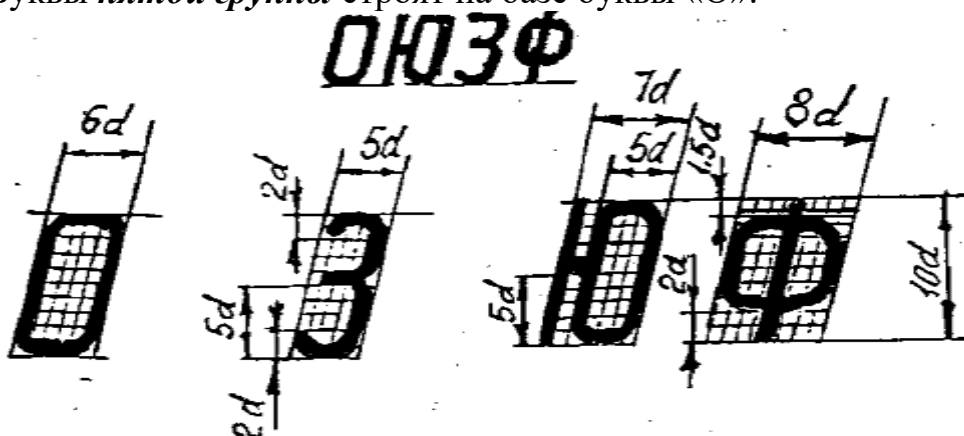
**С У 43**



Буквы *четвёртой группы* строят на элементах буквы «и».



Буквы *пятой группы* строят на базе буквы «О».



*Строчные буквы также можно разделить на пять групп.*

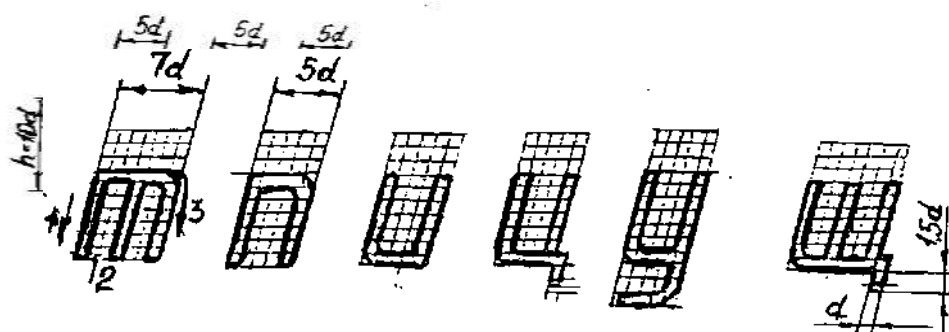
**Р Ъ Ы Ь В Я**

Буквы *первой группы* н, х, м, к, ж, ь, ы, ь, я, ч, л имеют конструкцию аналогичную прописным.

У букв *второй группы* прямолинейные элементы соединяются небольшими дугами.

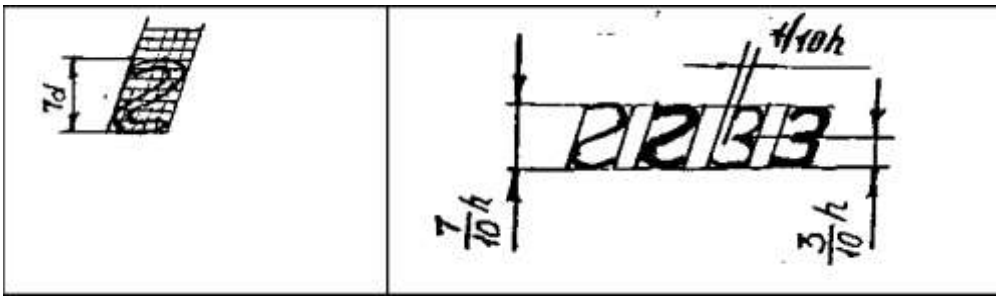


Буквы *третьей группы* строят на элементах буквы «о».



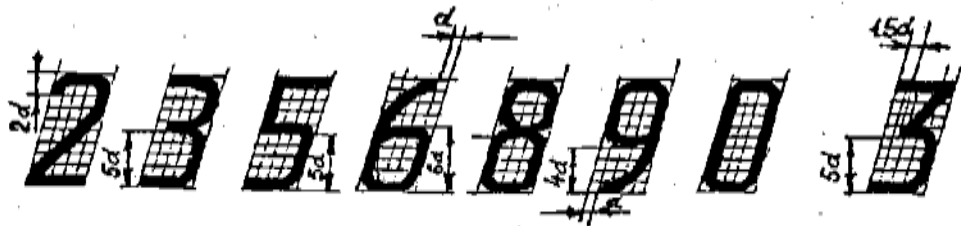
Буквы *пятой группы* состоят только из криволинейных элементов.

В четвёртой группе буквы строят на базе буквы «Р».



Цифры 1, 4, 7 состоят только из прямоугольных элементов.

5, 6, 8, 9, 0 состоят из прямолинейных и криволинейных элементов.



## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

Все надписи, тексты и числа на чертежах нужно выполнять чертёжным шрифтом по ГОСТ 2.304-81. Чертёжный шрифт - это стандартные буквы, числа и знаки, которые отличаются однородностью и простотой написания. Шрифт пишут по сетке: прямой или наклонной. Угол наклона -  $75^0$ , шаг-толщина линии буквы ( $d$ ). При написании текста используют прописные (заглавные) и строчные (маленькие) буквы. Размер шрифта - это высота прописных букв ( $h$ ) в мм. Все параметры шрифта - ширина и высота букв, расстояние между буквами и цифрами, расстояние между словами, расстояние между строками - зависят от высоты прописных букв ( $h$ ).

### Задание 1: Ответьте на вопросы

1. Что такое чертежный шрифт?
2. Чем характеризуется (отличается) чертежный шрифт?
3. Чем отличаются строчные буквы от прописных?
4. По каким размерам формируется сетка для написания шрифта?
5. Какой шрифт лучше использовать в учебных чертежах?
6. Какой толщиной линий выполняется чертежный шрифт?
7. Что такое размер шрифта?
8. Какие размеры шрифта Вы знаете?

### Задание 2: Практическое закрепление материала

1. Выучите терминологию и отработайте навыки чертёжного шрифта.
2. Выполните задание №1 «Шрифт».

## 1.6. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

Все чертежи выполняются только стандартными линиями. *ГОСТ 2.303-68* устанавливает наименование, начертание, основное назначение и толщину линий. Толщина линии одного и того же типа должна быть одинаковая для всех изображений на чертеже.

*Сплошная основная линия* применяется (используется) для изображения видимого контура предмета.

*Сплошная тонкая линия* используется для проведения осей проекций, выносных и размерных линий, для штриховки сечений.

*Штриховая линия* применяется для изображения на чертежах линий невидимого контура.

*Штрихпунктирной линией* проводят осевые и центровые линии.

**Толщина сплошной толстой основной линии** - это **главный параметр линии** и обозначается буквой *S*. Толщина сплошной тонкой линии, штриховой и штрихпунктирной линий зависит от толщины сплошной толстой основной линии (*S*). Наименование, начертание, основное назначение (использование) и толщина линий приведены в табл. 4. Применение линий по ГОСТ 2.303-68 показано на чертеже детали рис. 12.


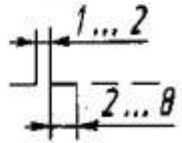


Наименование	Начертание	Основное назначение	Соотношение толщины линий
Сплошная толстая основная		Линии видимого контура и др. (буквой <i>s</i> условно обозначают толщину основной линии, которую взяли за единицу, толщина остальных линий зависит от выбора толщины <i>s</i> )	От 0,5 до 1,4 мм
Штриховая		Линии невидимого контура	От $s/3$ до $s/2$
Сплошная тонкая		Размерные и выносные линии, линии построений, линии штриховки и др.	От $s/3$ до $s/2$
Штрихпунктирная тонкая		Осевые и центровые линии	От $s/3$ до $s/2$

Таблица 4. Линии чертежа

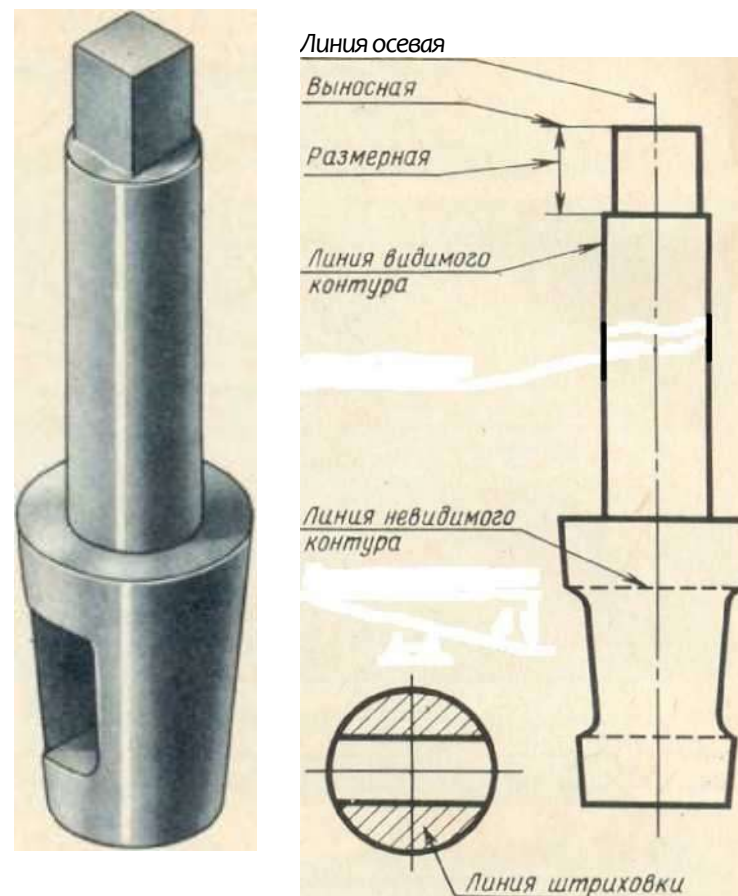


Рис. 12. Линии чертежа



## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

При выполнении чертежей необходимо выдерживать назначение, начертание и толщину линий чертежа в соответствии с ГОСТ 2.303-68. Контур детали нужно вычерчивать сплошными толстыми основными линиями, их толщина  $S$ . Сплошными тонкими линиями следует вычерчивать размерные и выносные линии, линии штриховки. Их толщина равна  $S/3$ . Расстояние между линиями штриховки равно 1-10 мм, угол наклона их  $45^{\circ}$ . Линии невидимого контура следует чертить штриховой линией. Её толщина равна  $S/2$ . Длина штрихов и расстояние между штрихами должны быть одинаковыми.

Для вычерчивания осевых и центровых линий используют штрих-пунктирные линии, их толщина равна  $S/3$ , а длина штрихов и расстояние между ними должны быть одинаковыми для всего чертежа. Центр окружности - это точка пересечения штрихов.

### Задание 1: Ответьте на вопросы

1. Какие линии используются для вычерчивания чертежей?
2. Назовите типы линий.
3. Назовите толщины линий.
4. Какие линии используются для вычерчивания осевых (центровых) линий?
5. Какие линии используются для вычерчивания штриховки?
6. Какая длина штриха: штриховых линий, штрихпунктирных линий?
7. Чему равно расстояние между штрихами: штриховых линий, штрих-пунктирных линий?
8. Чему равно расстояние между линиями штриховки?

### Задание 2: Практическое закрепление материала

1. Выучите терминологию и отработайте навыки вычерчивания линий чертежа.
2. Выполните задание №2 «Линии чертежа».

## 1.7. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Чтобы изготовить любую деталь, нужно знать её **размеры**. Каждый предмет имеет размеры: **длину, ширину, высоту**. Эти размеры наносят на чертёж в миллиметрах. Буквы «мм» не пишут. Нанесение размеров представлено на рис. 13.

Чтобы нанести размеры, чертят выносные и размерные линии. Выносные и размерные линии - это сплошные тонкие линии.

Размерную линию чертят параллельно измеряемой линии (рис. 13).

Расстояние от линии контура до размерной линии - **6-10 мм**. Размерную линию ограничивают **стрелками**. Величина стрелки зависит от толщины линии видимого контура. Все стрелки на чертеже одинаковые (рис. 13).

Выносные линии перпендикулярны размерной линии. Выносные линии продолжают за размерную линию на **1-5 мм**. Над размерной линией пишут размерное число. Расстояние от размерной линии до размерного числа - **1 мм**.

### Правила нанесения размеров по ГОСТ:

1. Размерное число наносят над размерной линией в - мм.

2. Количество размеров должно быть минимальное, но достаточное.
3. Выносные линии чертят не всегда. Можно использовать линии контура.
4. Размерные и выносные линии не должны пересекаться.
5. Для указания размеров угла размерная линия проводится в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии радиально (в виде радиуса). Знаки градусов наносятся на уровне высоты цифры размерного числа. Размерные числа угловых размеров наносятся над размерными линиями со стороны их выпуклости.
6. Когда длина размерной линии  $< 12\text{мм}$ , стрелки чертят «снаружи».
7. Когда на размерной линии мало места для стрелок (длина стрелки  $(6-10)S$ ) наносят точки или засечки.
8. Перед размерными числами наносят знаки:  $0$ ,  $\square$ ,  $R$ ,  $s$ ,  $l$ . Знак, который указывает размер диаметра, представляет собой окружность, пересечённую наклонной чертой под углом в  $75^\circ$  к размерной линии. Перед размерным числом, которое указывает размеры элементов квадратной формы ставят квадрат ( $\square$ ). Высота знака равна  $4/7$  высоты цифр размерных чисел.  
 Перед размерным числом, которое указывает величину радиуса, ставят прописную букву  $R$ .  
 Перед размерным числом, которое указывает толщину детали, ставят строчную букву  $s$ .  
 Перед размерным числом, которое указывает длину детали, ставят строчную букву  $l$ .
9. При нанесении размера диаметра внутри окружности размерное число смещают относительно середины размерной линии.
10. Размеры двух и более одинаковых элементов (например, отверстия) наносят один раз и пишут ( $3 \text{ отв. } \varnothing 12, \text{ ---}$ ) количество элементов.  
 $\frac{4}{4} \text{ отв.}$

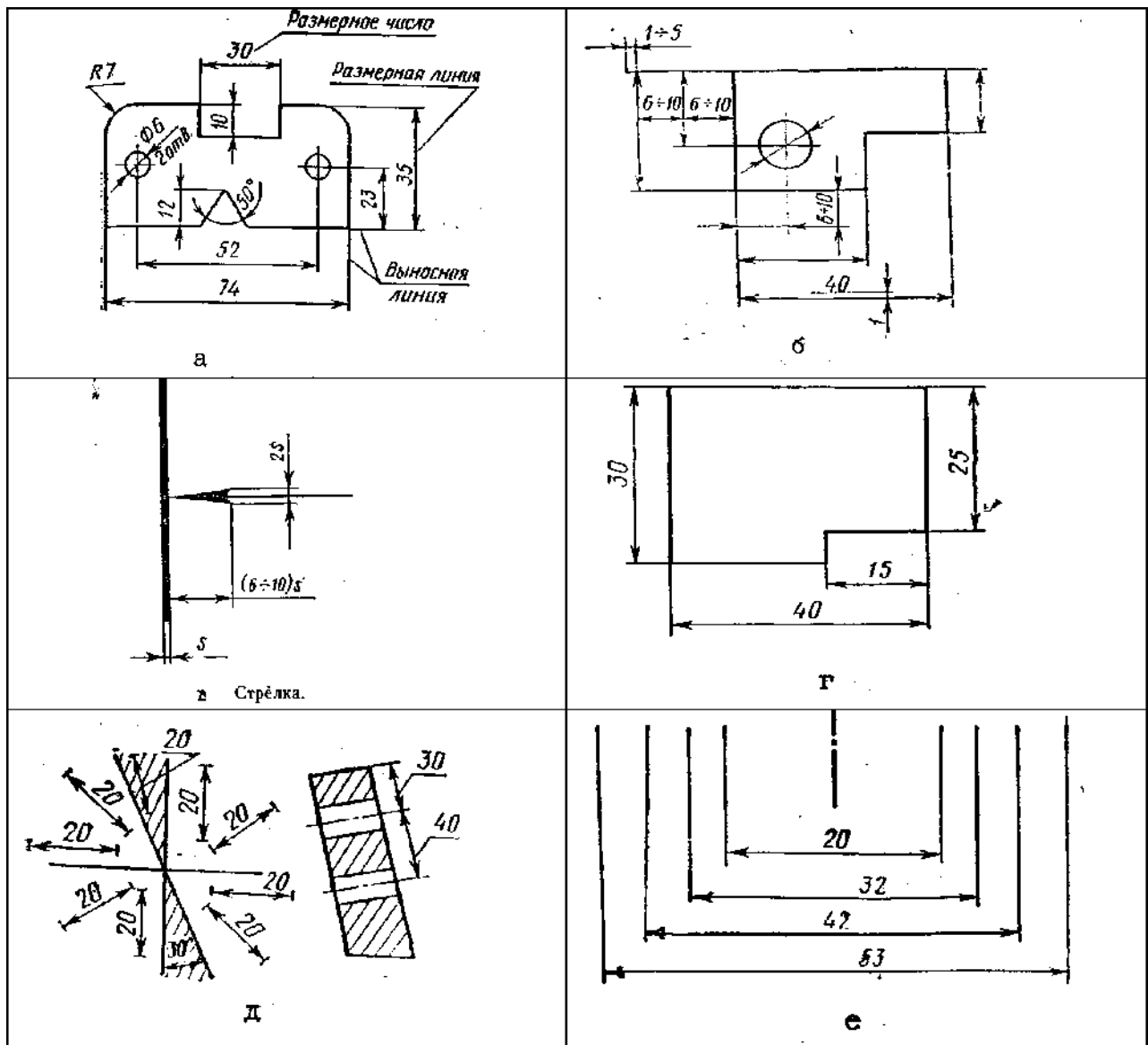


Рис. 13. Нанесение размеров

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

Для того, чтобы определить величину детали и сделать её чертёж, необходимо знать размеры. Поэтому на каждом чертеже наносят размеры по правилам ГОСТ 2.307-68. На изображении чертят выносные и размерные линии, стрелки. Затем пишут размерные числа, которые определяют действительные размеры детали в миллиметрах.

### Задание 1: Ответьте на вопросы

1. Какой тип линий используют при вычерчивании выносных и размерных линий?
2. Как называются числа, которые указываются на чертеже?
3. Какое расстояние между размерными линиями и линией контура?
4. Что обозначает размерное число?

5. На какую длину выносные линии могут выходить за концы стрелок?
6. Какой знак пишут перед размером окружности?
7. Что обозначает R перед размерным числом?
8. Как указывают размеры квадратных элементов деталей?
9. Как проводят размерные и выносные линии для угловых размеров?

### Задание 2: Практическое закрепление материала

1. Выучите терминологию.
2. Отработайте навыки нанесения размеров.

## 1.8. МАСШТАБЫ

На практике выполняют чертежи очень крупных деталей, например, деталей автомашин, самолётов, кораблей, и очень мелких - деталей часового механизма, приборов.

Не всегда можно выполнять чертежи предметов в их натуральную величину. Большие предметы изображают меньше в несколько раз, малые предметы изображают больше.

*Действительные размеры* предмета определяются *размерными числами* на чертеже.

*Размеры изображения* предмета чертятся на чертеже (рис. 14).

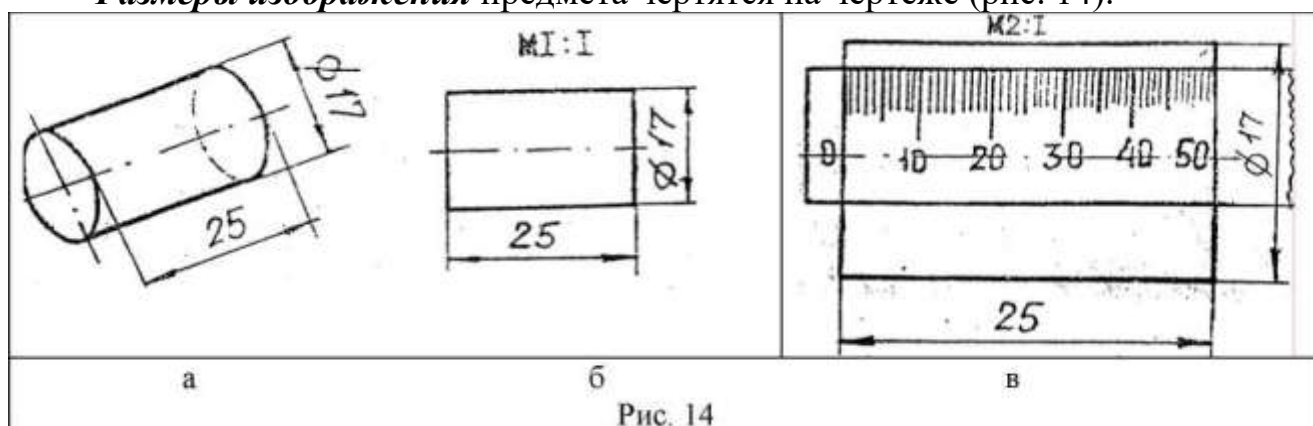


Рис. 14

На рис. 14а дано изображение цилиндра в натуральную величину.

На рис. 14 б чертёж цилиндра выполнен в масштабе 1:1, потому что размеры изображения (017 мм и длина 25 мм) равны действительным его размерам.

На рис. 14 в чертёж цилиндра выполнен в масштабе 2:1, так как размеры изображения (034 мм и длина 50 мм) больше, чем действительные размеры детали (размерные числа) - 017 и 25 в два раза.

**Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета к действительным линейным размерам предмета.**

На чертеже масштаб обозначают буквой «М» и пишут: М1:1, М2:1, М5:1 и так далее.

Масштабы изображений и их обозначение на чертежах устанавливает стандарт.

В черчении применяют следующие величины масштабов.

**Натуральная величина -1:1.**

**Масштабы уменьшения -1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10,1:15,1:20.**

**Масштабы увеличения - 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1, 20:1.**

Размеры на чертеже всегда проставляют действительные, независимо от величины масштаба.

Угловые размеры при уменьшении или увеличении изображения не изменяются.

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА**

Для того, чтобы изготовить предмет (деталь), нужно иметь его чертёж. Детали бывают большие и малые. При вычерчивании чертежей используют масштаб. Масштаб показывает, во сколько раз линейные размеры изображения детали больше или меньше действительных линейных размеров детали. Масштаб увеличения применяют для деталей, которые имеют маленькие действительные размеры. При вычерчивании больших деталей применяют масштаб уменьшения. Масштаб 1:1 применяется, если размеры изображения равны действительным размерам детали. Размерные числа на чертеже - это действительные размеры детали (рис. 14) и они не зависят от масштаба.

### **Задание 1: Ответьте на вопросы**

1. Что называется масштабом?
2. Какие бывают масштабы?
3. Как обозначают масштаб на чертеже?
4. Когда применяют масштаб увеличения, уменьшения?
5. В чём различие между действительными размерами предмета и размерами изображения?
6. Что означают записи: M1:5; M1:1; M10:1?

### **Задание 2: Практическое закрепление материала**

1. Выучите терминологию и отработайте навыки вычерчивания окружностей.
2. Начертите окружность 040 мм в масштабах 1:1, 1:2, 2:1 и проставьте её размер на всех изображениях.

## **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ**

**Геометрические построения** - это правила вычерчивания элементов деталей с помощью чертёжных инструментов.

### **2.1. АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

**Анализ графического изображения** - это определение геометрических построений, которые необходимы для выполнения чертежа. Основа анализа - это разделение процесса построения контура изображения на отдельные геометрические построения. На чертежах выполняют деление отрезков прямых, углов и окружностей на равные части.

## 2.2. ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКОВ ПРЯМЫХ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

### Деление отрезка прямой на две и четыре равные части.

Из концов отрезка **A** и **B** циркулем проводят две дуги окружности радиусом **R**, большим половины отрезка, до взаимного пересечения в точках **a** и **b** (рис.15 а).

Полученные точки **a** и **b** соединяют прямой. Точка **C** есть середина отрезка **AB** и делит его пополам. Если выполнить подобное построение для отрезков **CB** и **AC**, то можно разделить отрезок **AB** на четыре равные части.

Практическое применение деления отрезка на четыре равные части представлено на рис.15 б.

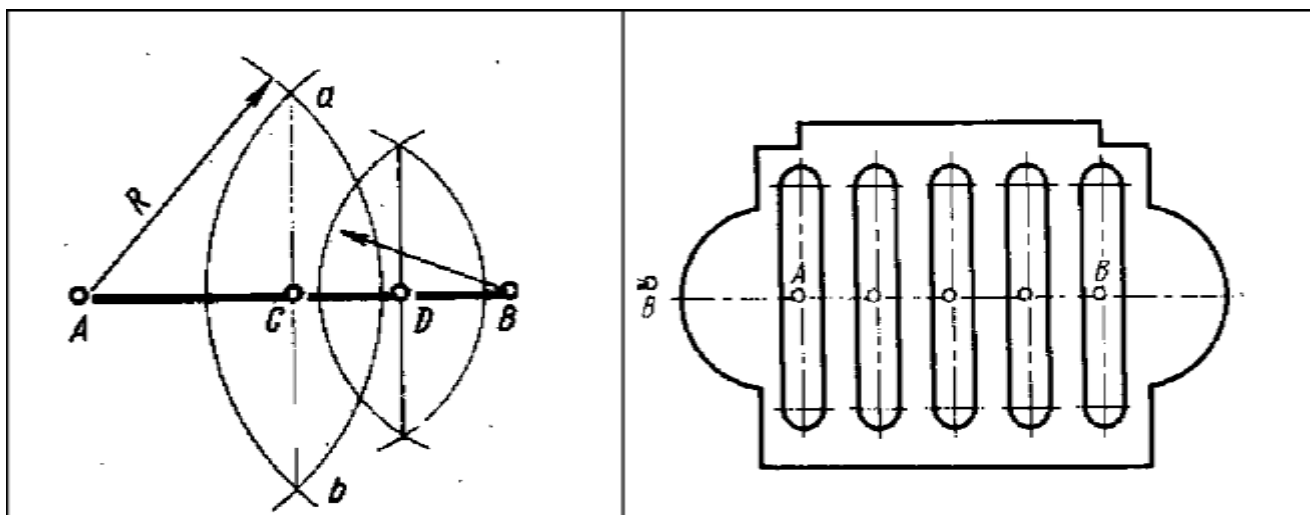


Рис. 15 а. Деление отрезка на две и четыре равные части (практическое применение способа деления отрезка на четыре равные части)

Рис. 15 б. Пластина с пазами применение способа деления отрезка

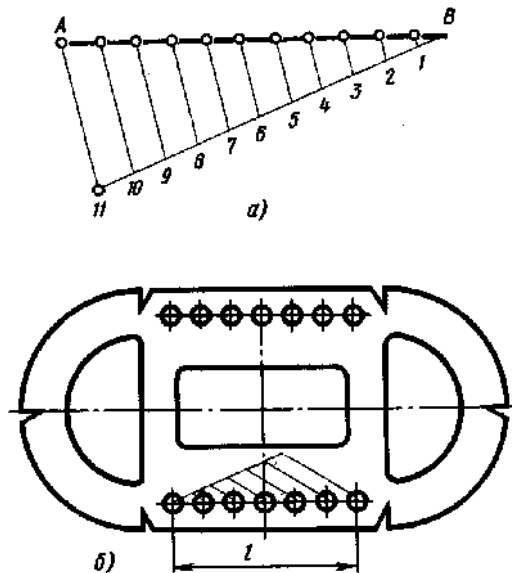


Рис. 16, а - Деление отрезка на «*n*» равных частей; б - деталь (практическое применение деления отрезка на «*n*» равных частей)

**Деление отрезка прямой на любое число равных частей.** Пусть отрезок *AB* требуется разделить на 11 равных частей. Из точки *B* проводят под острым углом к отрезку прямую линию (рис. 16, а), на которой от точки *B* измерительным циркулем откладывают 11 равных отрезков произвольной величины. Точку *11* соединяют с концом *A* данного отрезка прямой линией. Из точек делений 1-10 проводят прямые, параллельные прямой *11A*, которые и делят отрезок *AB* на 11 равных частей. Практическое применение деления отрезка прямой на любое число равных частей представлено на рис. 16, б.

### 2.3. ПРОВЕДЕНИЕ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

#### Опускание перпендикуляра из данной точки на прямую.

Из данной точки *C* (рис. 17) проводят дугу окружности произвольного радиуса так, чтобы она пересекала прямую *AB* в точках *D* и *E*. Из этих точек описывают две дуги окружности радиусом *R*, большим половины отрезка *DE*, до пересечения в точке *F*. Точки *F* и *C* соединяют прямой, которая и будет перпендикуляром к *AB*.

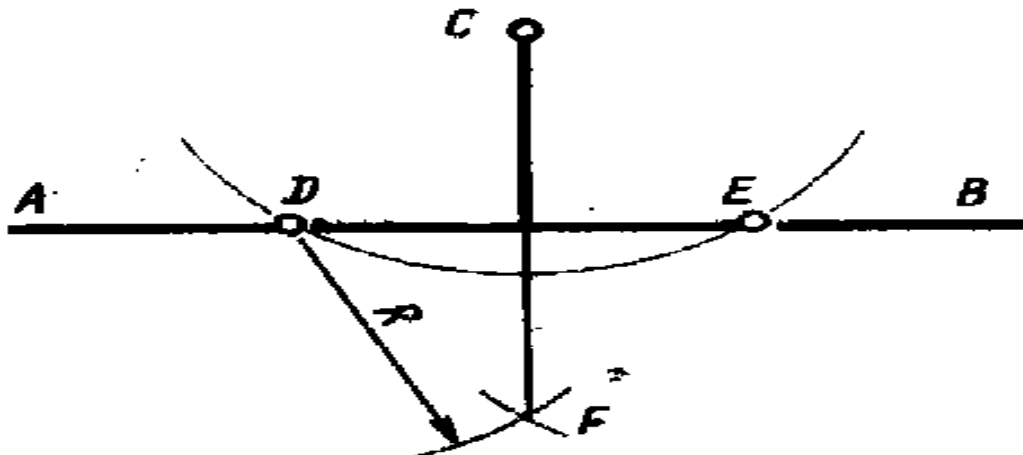


Рис. 17. Проведение перпендикуляра к прямой из данной точки

**Проведение прямой параллельной данной прямой через заданную точку.**  
 $B$  - это произвольная точка на прямой « $a$ » (рис. 18). Из точек  $B$  и  $A$  проводят дуги радиусом  $R=AB$ .  $C$  - это точка пересечения дуги с прямой  $a$ . Из точки  $B$  проводят дугу радиусом  $r=AC$  и получают точку пересечения  $D$ . Через точки  $A$  и  $D$  проводят прямую « $b$ », которая параллельна прямой « $a$ ».

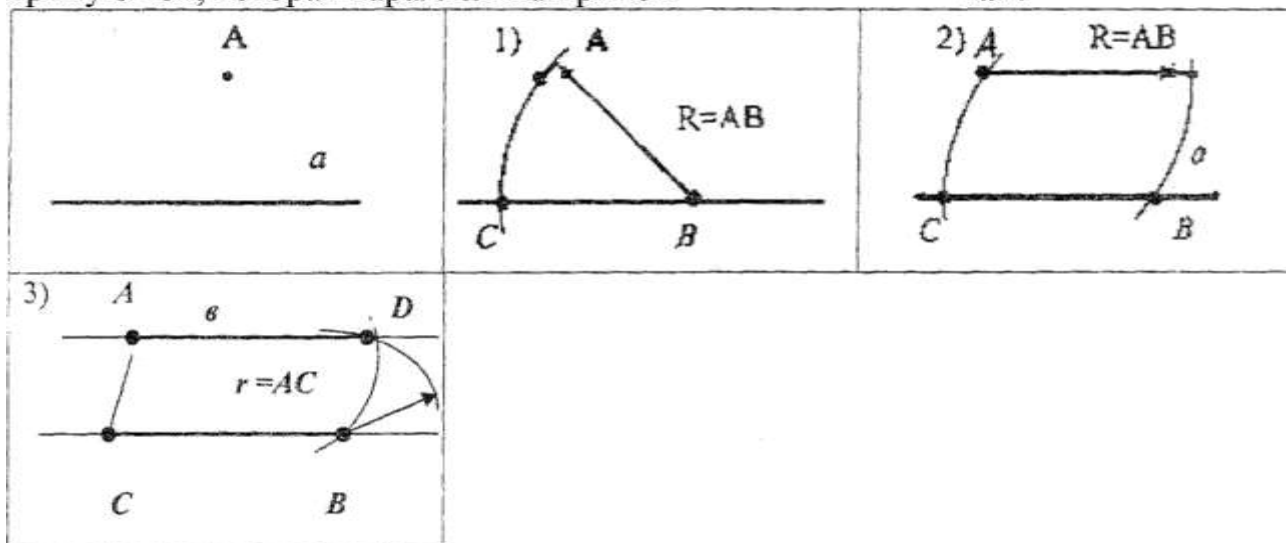


Рис. 18. Построение параллельных прямых

## 2.4. ПОСТРОЕНИЕ И ДЕЛЕНИЕ УГЛОВ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

**Построение углов.** Углы можно строить на чертеже с помощью двух угольников (одного с углами  $45^{\circ}$  и другого с углами  $30^{\circ}$  и  $60^{\circ}$ ) (рис. 19) или транспортира.

На рис. 19 показано, как при различных положениях угольников на линейке можно строить углы  $30^{\circ}$  ( $150^{\circ}$ ),  $60^{\circ}$  ( $120^{\circ}$ ) и  $45^{\circ}$  ( $135^{\circ}$ ). Углы  $75^{\circ}$  ( $105^{\circ}$ ) и другие строятся при использовании одновременно двух угольников.

Транспортиром строят на чертеже углы любой величины. При помощи транспортира рекомендуется строить те углы, которые невозможно построить двумя угольниками.



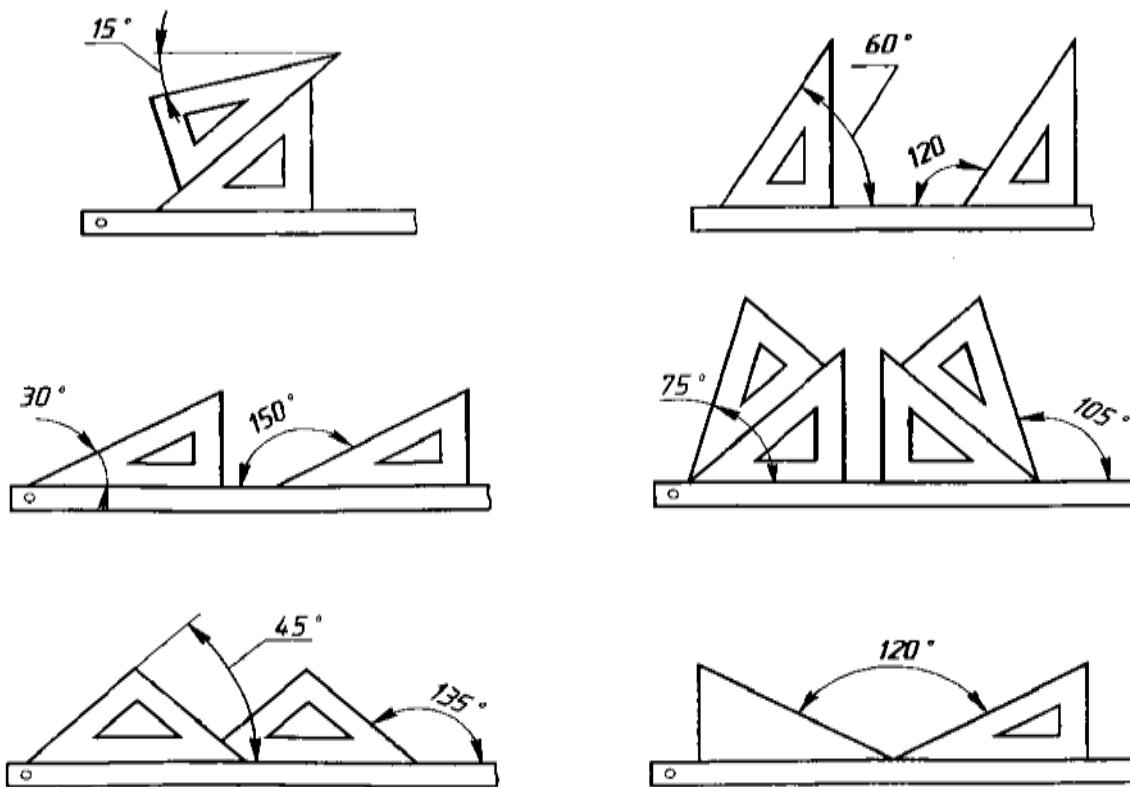


Рис. 19. Построение углов с помощью двух угольников

**Деление углов на две равные части.** Из вершины угла  $O$  произвольным радиусом проводят дугу окружности, которая пересекает стороны угла в точках  $M$  и  $N$  (рис. 20). Из точек пересечения  $M$  и  $N$ , как из центров радиусом  $R$ , большим чем половина дуги  $MN$ , проводят две дуги окружностей до пересечения между собой в точке  $A$ . Точку  $A$  и вершину угла  $O$  соединяют прямой линией. Прямая  $OA$  есть биссектриса угла и делит его на две равные части.

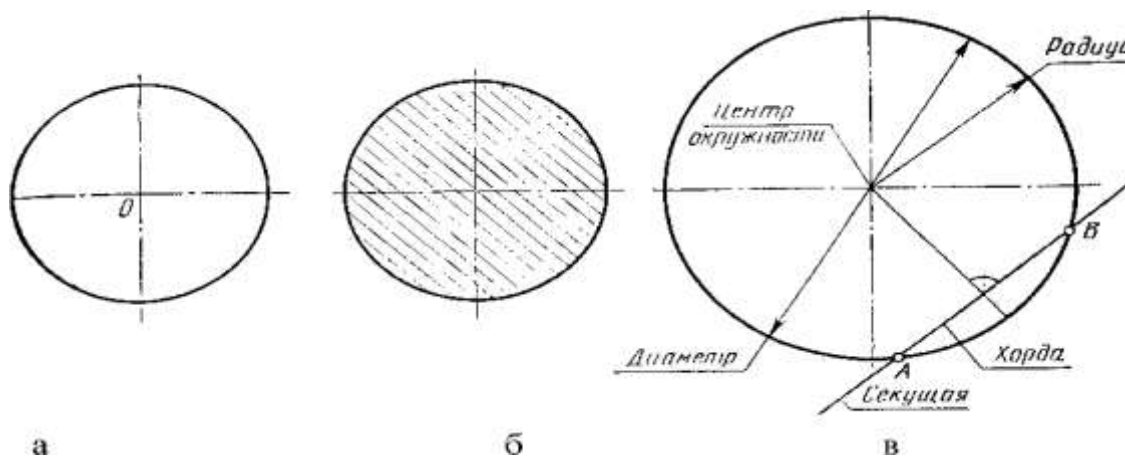


Рис. 21: а - окружность; б - круг; в - элементы окружности

## 2.5. ОКРУЖНОСТЬ. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА «N» РАВНЫХ ЧАСТЕЙ (ПОСТРОЕНИЕ МНОГОУГОЛЬНИКОВ)

**Окружность** - это замкнутая плоская кривая линия (рис. 21, а). Расстояние от

центра до любой точки окружности постоянно. Это расстояние - *радиус* окружности.

*Круг* - это часть плоскости, которую ограничивает окружность (рис. 21, б).

Прямая, которая пересекает окружность, есть *секущая*. Отрезок секущей, который находится между точками *A* и *B*, есть *хорда*.

Хорда, которая проходит через центр, есть *диаметр*.

Хорда перпендикулярна радиусу, который проходит через её середину.

Часть окружности есть *дуга* (рис. 21, в). Через три точки, если они не лежат на одной прямой, можно провести только одну окружность.

### Деление окружности на «*n*» равных частей.

Уметь делить окружность на равные части - это значит уметь строить правильные многоугольники.

*Многоугольник* - это замкнутая ломаная, соседние звенья которой не лежат на одной прямой. Вершины ломаной называются *вершинами* многоугольника, а звенья ломаной - его *сторонами*. *Правильный многоугольник* - это многоугольник с равными сторонами и углами.

Многоугольник с «*N*» вершинами, а значит, и с «*N*» сторонами называется *N*-угольником.

Все геометрические построения при делении окружности нужно сначала выполнять в тонких линиях, а затем вписанные правильные многоугольники нанести сплошными линиями.

Деление окружности на равные части представлено на рис. 22

- ❖ *На три равные части* окружность делится точками *C, M, N*. Их можно получить, если из точки *D* провести дугу радиусом окружности до пересечения с окружностью в точках *M* и *N*. Соединяя точки *M, N* и *C*, получим правильный вписанный треугольник (рис. 22, а).
- ❖ *На шесть равных частей* можно разделить окружность, если из точек *A* и *B* горизонтального диаметра радиусом окружности провести дуги, пересекающие окружность в точках *1, 2, 3, 4*. Соединяя точки деления между собой и с *A, B*, получим правильный вписанный шестиугольник (рис. 22, б).
- ❖ *На двенадцать равных частей* можно разделить окружность, если из точек *A, B, C, D* горизонтального и вертикального диаметров провести дуги, пересекающие окружность в точках *1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8*. Соединив точки деления между собой и с *A, B, C, D*, получим правильный вписанный двенадцатиугольник (рис. 22, в).
- ❖ *На пять и десять равных частей*: радиус *AO* делят на две равные части точкой *O1*. С центром в точке *O1* проводят дугу радиусом, равным отрезку *O1C*. Эта дуга пересекает горизонтальный диаметр окружности в точке *E*. Отрезок *EC* даёт величину стороны правильного вписанного пятиугольника, а отрезок *EO* равен стороне вписанного десятиугольника (рис. 22, г).
- ❖ *На семь равных частей* можно разделить окружность, если разделить радиус окружности *AO* пополам, то половина хорды *KM* будет равна стороне

вписанного семиугольника. (рис. 22, д).

- ❖ ***На восемь равных частей*** можно разделить окружность, если дуги между точками *A* и *C*, *B* и *C* разделить пополам. Соединяя точки деления, получим правильный вписанный многоугольник (рис. 22, е).

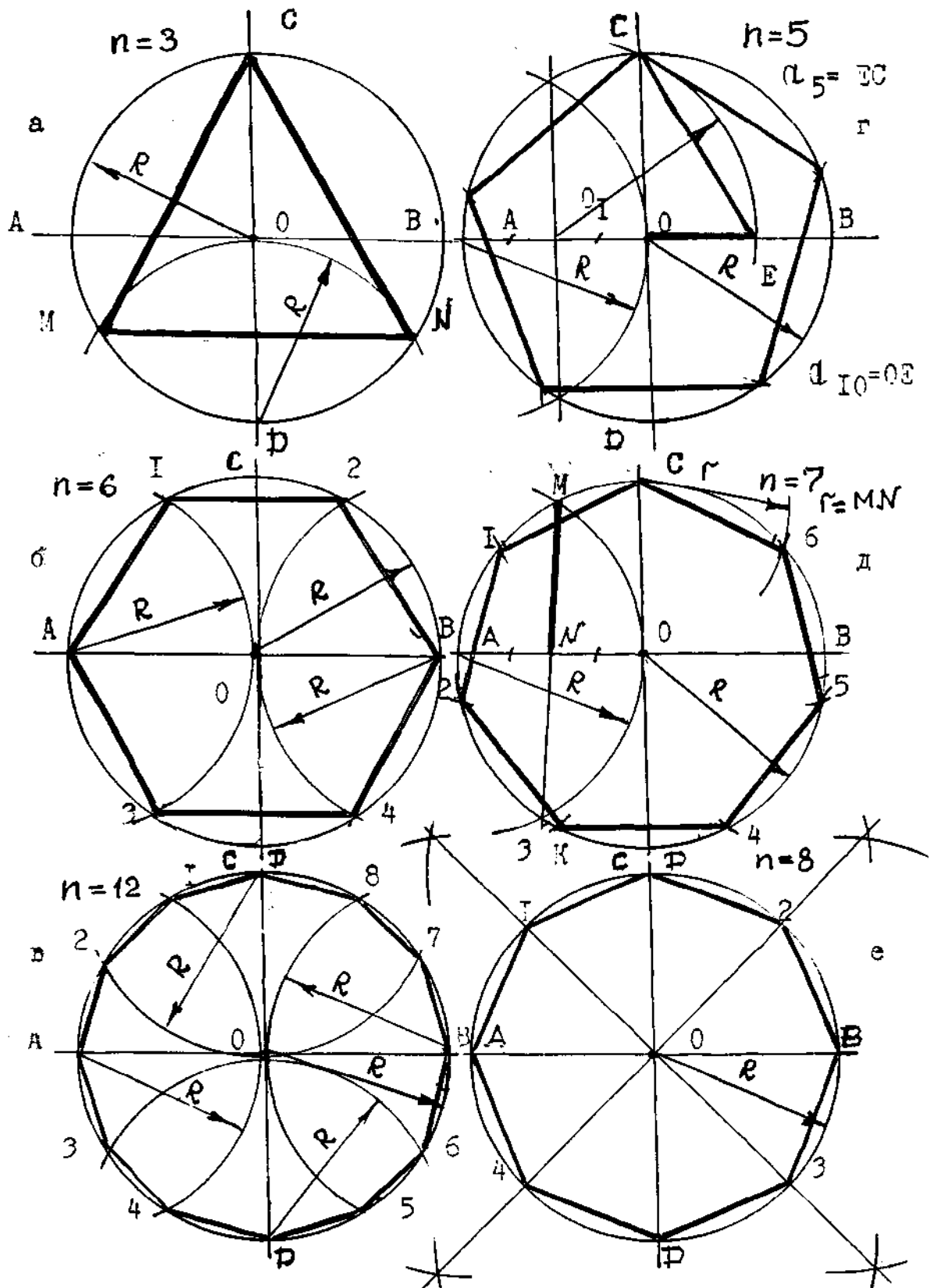


Рис. 22. Деление окружности: а - на 3 части; б - на 6 частей; в - на 12 частей; г - на 5 и на 10 частей; д - на 7 частей; е - на 8 частей

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

Геометрические построения нужно знать для того, чтобы правильно вычерчивать элементы деталей с помощью чертёжных инструментов. Параллельные и перпендикулярные прямые строятся не только с помощью рейсшины и угольника, но также и с помощью циркуля. Построение правильных многоугольников, вписанных в окружность, выполняется с использованием циркуля.

Отрезок прямой можно разделить пополам с помощью циркуля.

### Задание 1: Ответьте на вопросы

1. С помощью каких инструментов можно построить перпендикулярные и параллельные прямые?
2. Как разделить заданный отрезок прямой пополам?
3. С помощью каких инструментов можно строить углы?
4. Как разделить заданный отрезок прямой на пять равных частей?
5. Как разделить окружность на три равные части, на шесть равных частей?

### Задание 2: Практическое закрепление материала

1. Выучите терминологию.
2. Отработайте навыки деления окружности.
3. Выполните задание №3 «Деление окружности».

## 2.6. КАСАТЕЛЬНАЯ К ОКРУЖНОСТИ

*Касательная к окружности - это прямая, которая имеет только одну общую точку с окружностью. Эта точка есть точка касания.*

Касательная перпендикулярна радиусу окружности, которая проходит через точку касания (рис. 23).

Касательная может быть *внешняя* или *внутренняя*. Если обе окружности лежат по одну сторону касательной, такая касательная называется *внешней* (рис. 23, а). Если окружности лежат по разные стороны касательной, такая касательная называется *внутренней* (рис. 23, б).

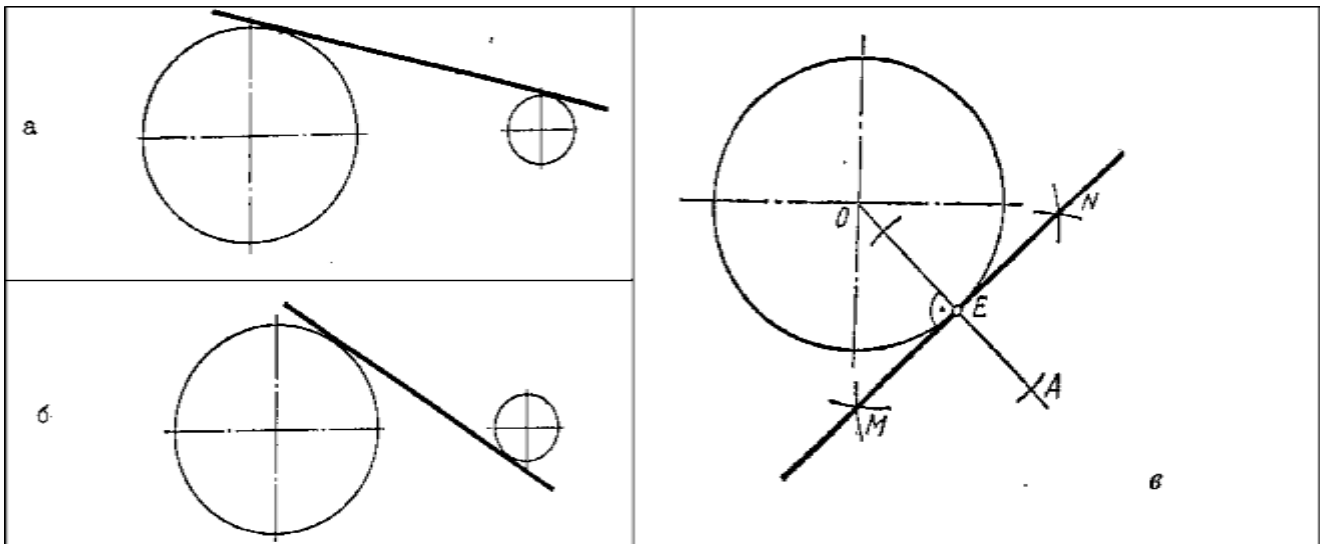


Рис. 23. а - внешняя касательная; б - внутренняя касательная; в - построение касательной к окружности через точку  $E$ , которая лежит на окружности

### Построение касательной к окружности через точку « $E$ », которая лежит на окружности (рис. 23, в)

Через точку  $E$  проводим прямую  $OA$  и строим перпендикуляр  $MN$  к прямой  $OA$  в точке  $E$  (рис. 23, в).  $MN$  есть касательная к окружности в точке  $E$ .

### Построение касательной к окружности из точки « $A$ », которая не лежит на окружности (рис. 24)

1. Дана окружность в точке  $A$ .
2. Соединим центр окружности  $O$  с точкой  $A$ . Отрезок  $OA$  делим на две равные части. Получаем точку  $K$ .
3. Из центра  $K$  проводим окружность. Её радиус  $KA$ . Получаем точки  $M$  и  $N$ .
4.  $AM$  и  $AN$  - это касательные к окружности.

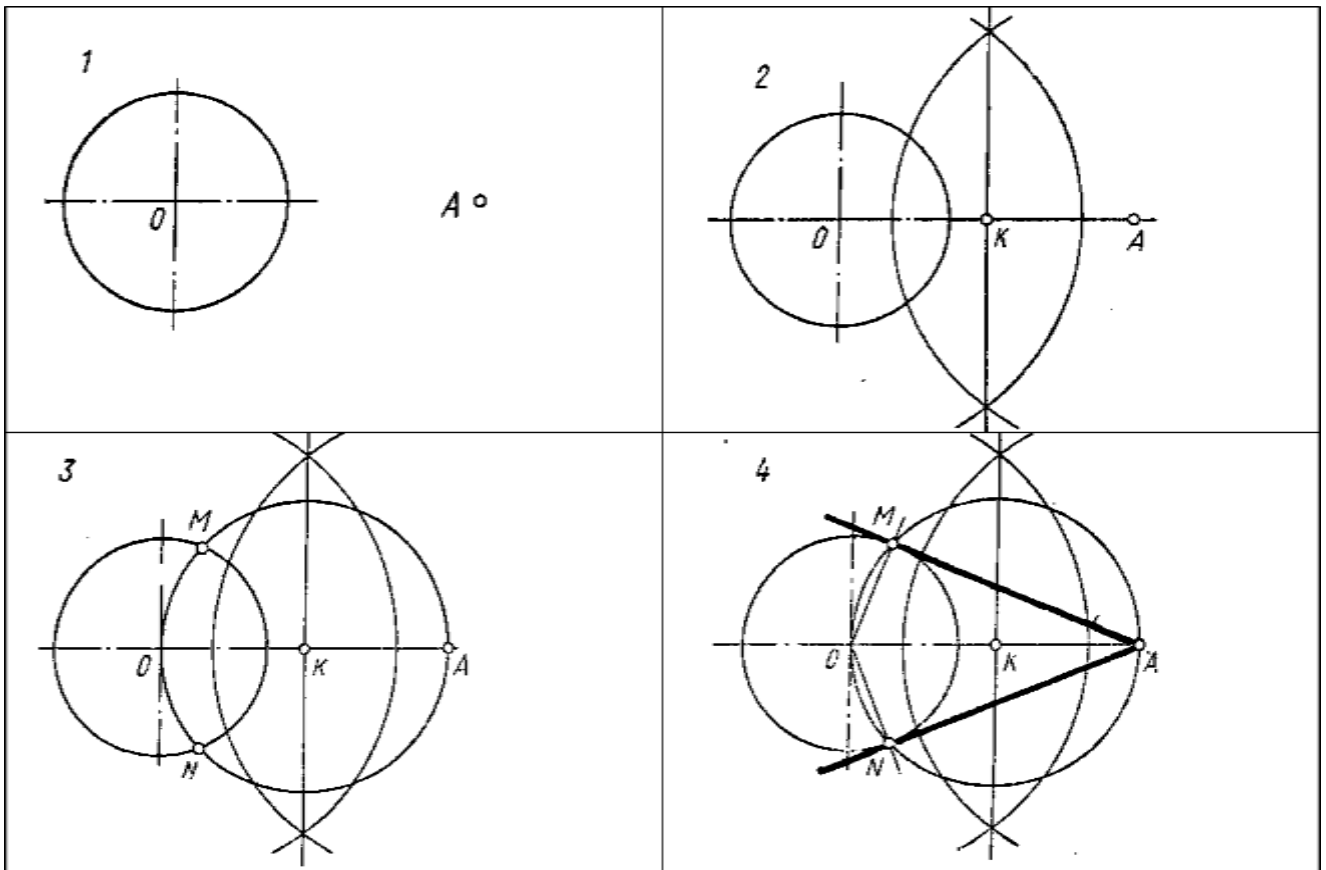


Рис. 24. Построение касательной к окружности из точки  $A$ , которая не лежит на окружности

### Построение внешней касательной (рис. 25)

1. Даны две окружности. Их радиусы  $R_1$  и  $R_2$ .
2. Из центра  $O_1$  проводим окружность радиуса  $R_1 + R_2$ .
3. Строим касательную  $O_2N$  к этой окружности из точки  $O_2$ . Прямая  $O_1N$  пересекает большую окружность в точке  $M$ .
4. Из точки  $O_2$  проводим прямую  $O_2K$  параллельно  $O_1M$  и соединяем точки  $M$  и  $K$ . Прямая  $MK$  есть внешняя касательная к данным окружностям. Вторая внешняя касательная проходит через точки  $F$  и  $E$ .

### Построение внутренней касательной (рис. 26)

1. Даны две окружности. Их радиусы  $R_1$  и  $R_2$ .
2. Из центра  $O_1$  проводим окружность радиуса  $R_1 - R_2$ .
3. Строим касательную  $O_2K$  к этой окружности из точки  $O_2$ . Соединяем точки  $O_1$  и  $K$ . Отмечаем на первой окружности точку  $N$ .
4. Из точки  $O_2$  проводим прямую  $O_2M$  параллельно  $O_1K$ .  $M$  и  $N$  - это точки касания.  $MN$  - искомая внутренняя касательная. Вторая внутренняя касательная строится также.

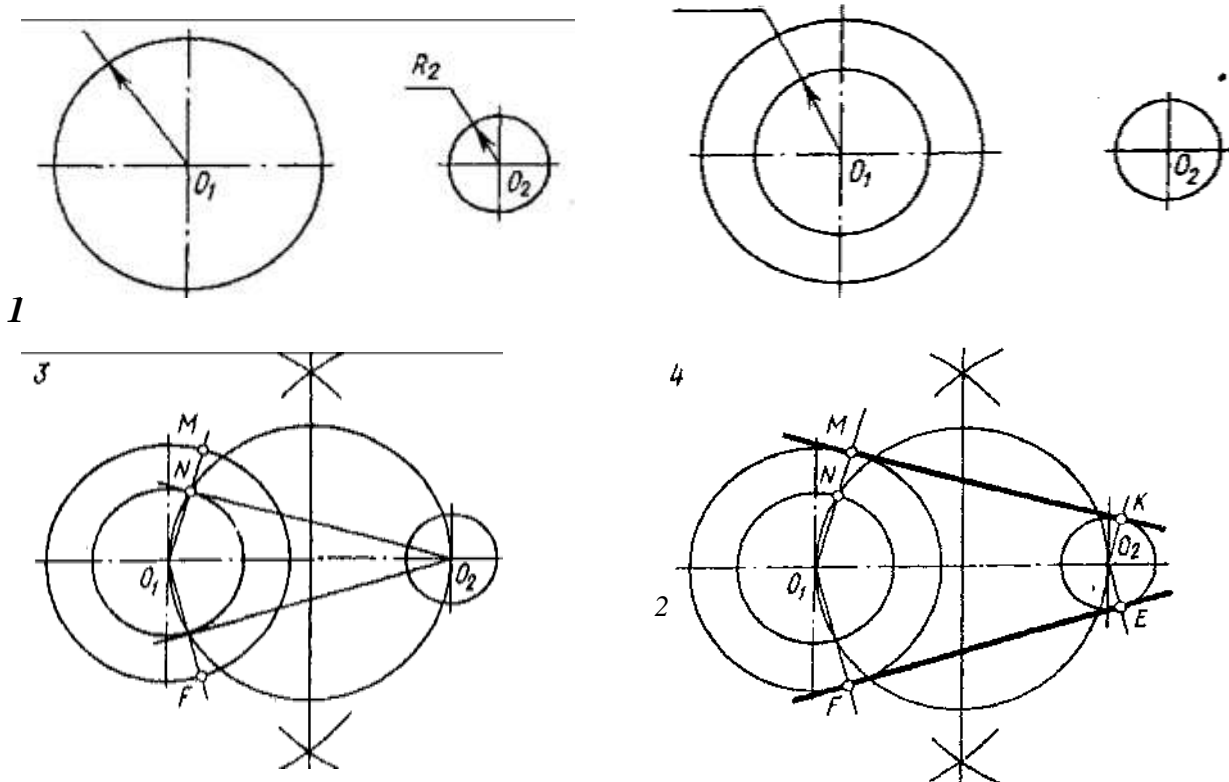


Рис. 25 Построение внешней касательной

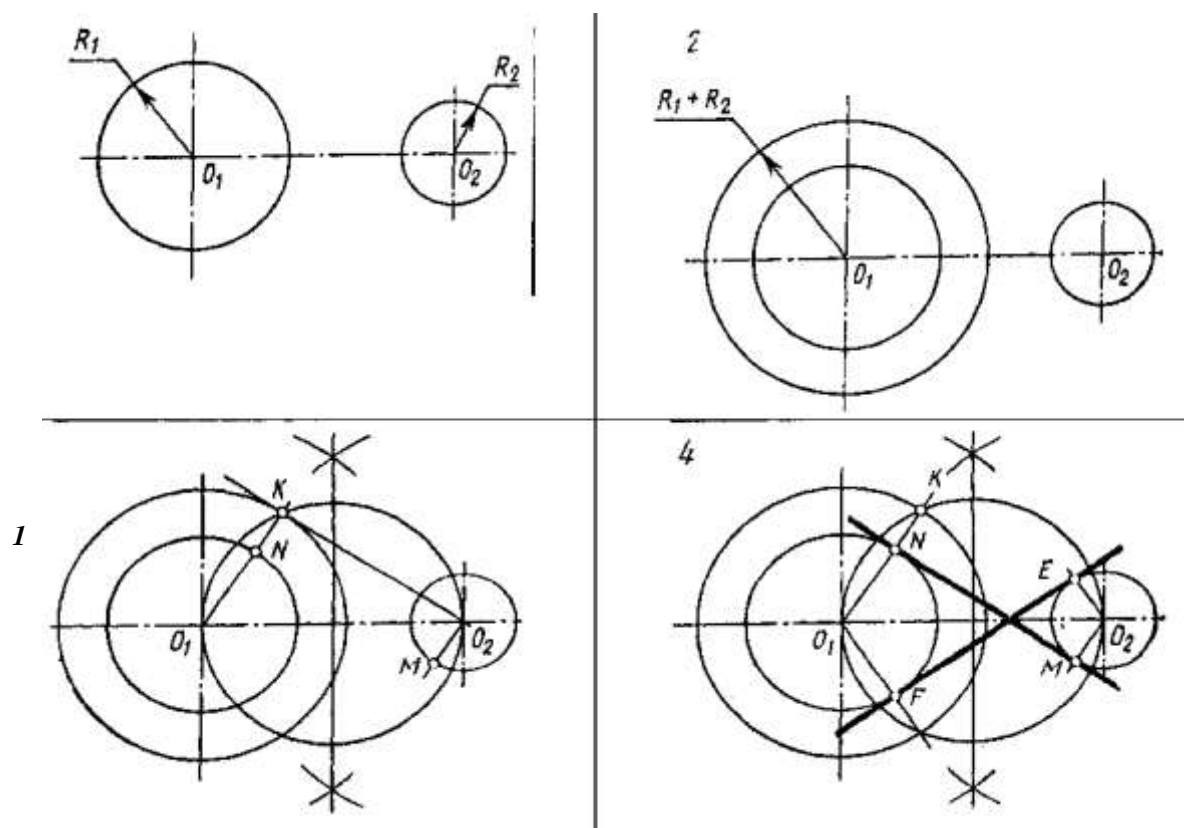


Рис. 26. Построение внутренней касательной



Контур многих деталей машин и приборов состоит из прямых линий и дуг окружностей с плавными переходами от одной линии к другой.

**Плавный переход одной линии в другую называется сопряжением.** Эта дуга называется **дугой сопрягающей окружности** (рис. 27). Радиус этой **окружности** - радиус сопряжения. **Центр этой окружности** - центр сопряжения. **Точка, где одна линия переходит в другую** - точка сопряжения.

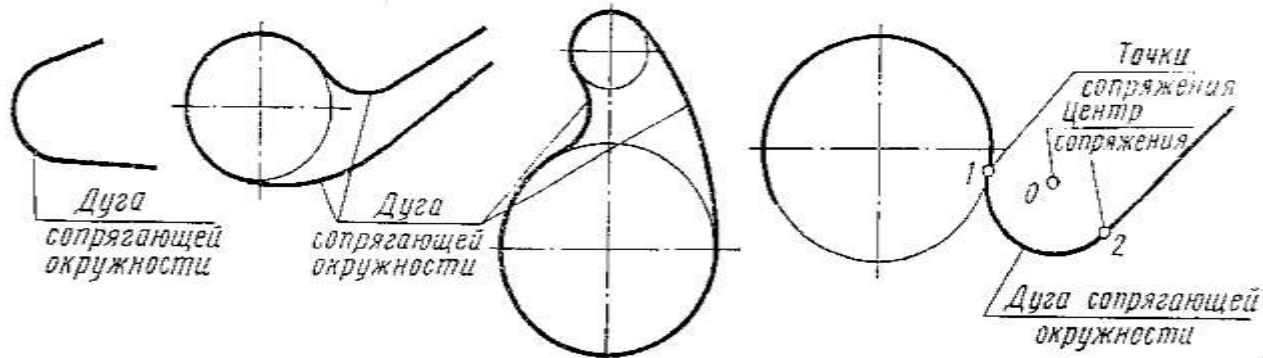


Рис.

27. Дуги сопрягающей окружности

Сопряжение прямой линии и окружности и сопряжение окружности с окружностью бывает **внешнее, внутреннее, смешанное** (рис.28).

**Внешнее сопряжение** (рис. 28, а). Сопрягаются две окружности. Их центры лежат вне сопрягающей окружности. Такое сопряжение называется внешним.

**Внутреннее сопряжение** (рис. 28, б). Сопрягаются две окружности. Их центры лежат внутри сопрягающей окружности. Такое сопряжение называется внутренним.

**Смешанное сопряжение** (рис. 28, в). Сопрягаются две окружности. Центр одной окружности лежит вне сопрягающей окружности, центр другой окружности лежит внутри сопрягающей окружности. Такое сопряжение называется смешанным.

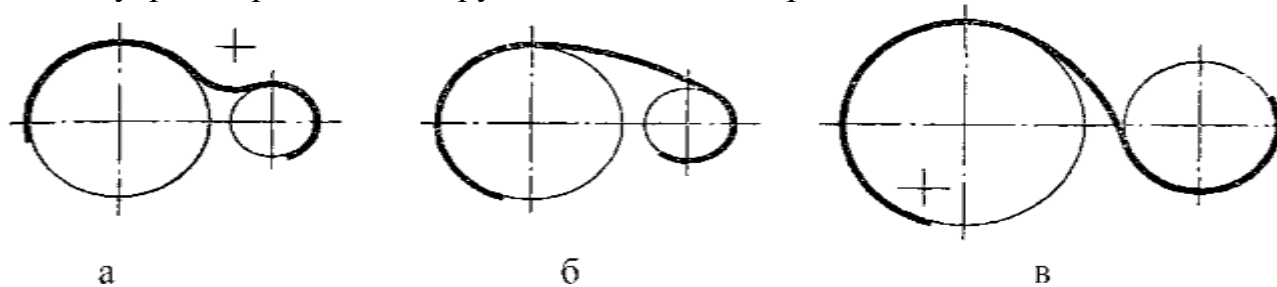


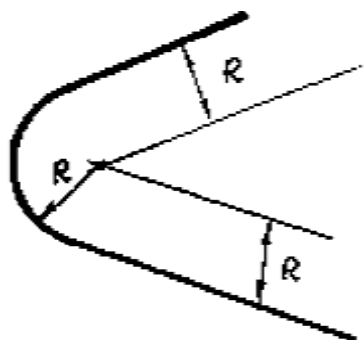
Рис. 28. Сопряжения: а - внешнее, б - внутреннее, в - смешанное

**Построить сопряжение - это значит найти центр сопряжения и точки сопряжения.**

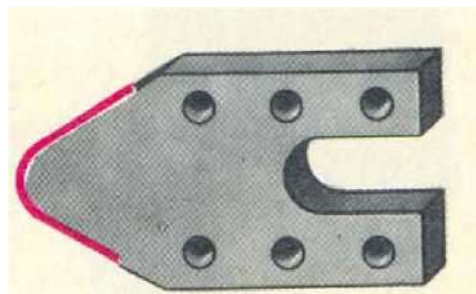
1. **Сопряжение прямых дугой окружности** применяется при скруглении углов (если задан радиус сопряжения **R**). На рис.29.я показана последовательность построения сопряжения сторон угла дугой радиуса **R**. Сначала проводят две прямые, параллельные сторонам угла, на расстоянии радиуса **R** сопряжения. Точка **O** пересечения вспомогательных прямых - центр дуги сопряжения. Перпендикуляры, опущенные из центра **O** на данные прямые, определяют точки сопряжения **A** и **B**.

## 2.7. СОПРЯЖЕНИЯ

Радиусом  $R$  проводят дугу сопряжения между точками  $A$  и  $B$ . На рис. 29. б показано практическое применение сопряжения.



а



б

Рис. 29. Сопряжение прямых дугой окружности: а - построение сопряжения; б - скоба (практическое применение сопряжения)

**Внешнее сопряжение дуги окружности и прямой.** Сопряжение дуги окружности радиуса  $R$  с прямой  $a$  дугой радиуса  $R_j$  показано на рис. 30. Для построения такого сопряжения вычерчивают дугу окружности радиуса  $R+R_j$  с центром в т.  $O_1$ . Затем проводим прямую  $b$ , параллельную прямой  $a$ , на расстоянии, равном радиусу сопрягающей дуги  $R_j$ . Получаем точку  $O$  - центр сопряжения. Проводим прямую  $OO_1$ , получаем точку сопряжения  $J$ . Опускаем из точки  $O$  перпендикуляр на прямую  $a$ . Получаем точку сопряжения  $2$ . Проводим сопрягающую дугу радиуса  $R_j$  от точки  $J$  до точки  $2$ .

а

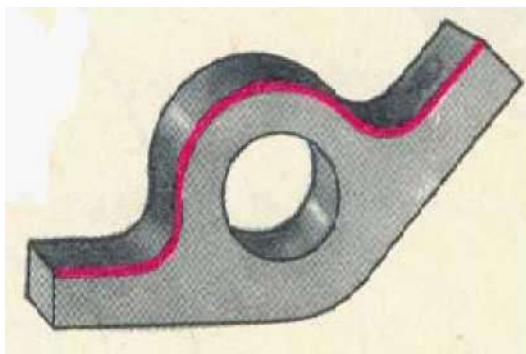


Рис. 30. Внешнее сопряжение дуги окружности и прямой: а - кронштейн (практическое применение сопряжения)

2. **Внешнее сопряжение двух дуг** (рис. 31). При внешнем сопряжении дуги радиуса  $R_j$  и дуги радиуса  $R_2$  дугой окружности сопряжения радиуса  $R$  центр сопряжения  $O$  определяется в точке пересечения вспомогательных дуг радиусов  $R_j+R$  и  $R_2+R$ , которые проведены из центров  $O_1$  и  $O_2$ . Пересечение лучей  $OO_1$  и

$OO_2$  с заданными окружностями даёт точки сопряжения  $A$  и  $B$ . Радиусом  $R$  проводят дугу сопряжения между точками  $A$  и  $B$ .

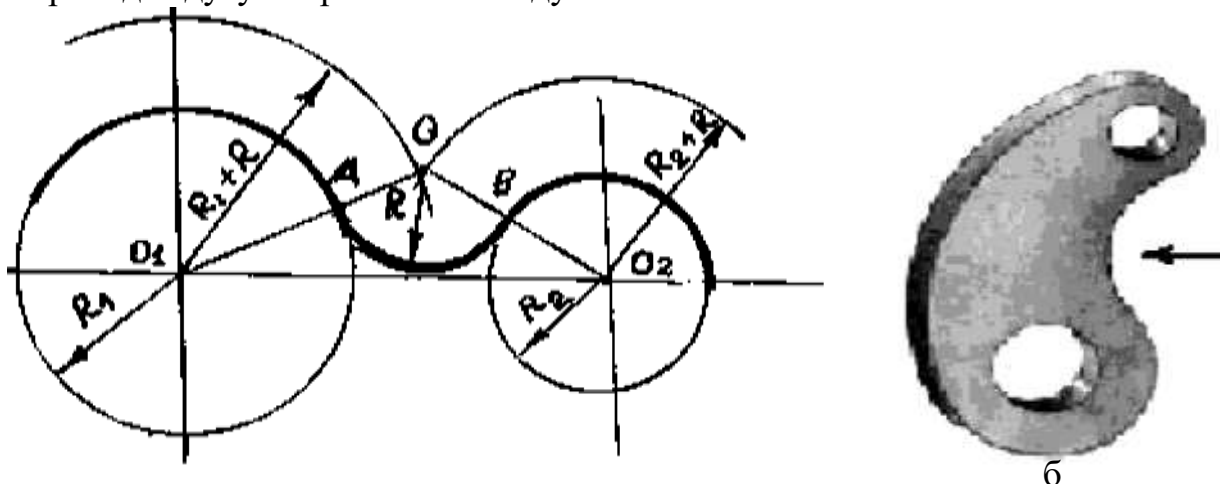


Рис. 31. Внешнее сопряжение двух дуг: а - построение сопряжения; б - деталь (практическое применение сопряжения)

3. При внутреннем сопряжении (рис. 32) центр сопряжения  $O$  определяется в точке пересечения вспомогательных дуг радиусов  $R-R_1$  и  $R-R_2$ , которые проводятся соответственно из центров  $O_1$  и  $O_2$ . Точки сопряжения  $A$  и  $B$  лежат на пересечении продолжений прямых  $OO_1$  и  $OO_2$  с окружностями. Радиусом  $R$  проводят дугу сопряжения между точками  $A$  и  $B$ .

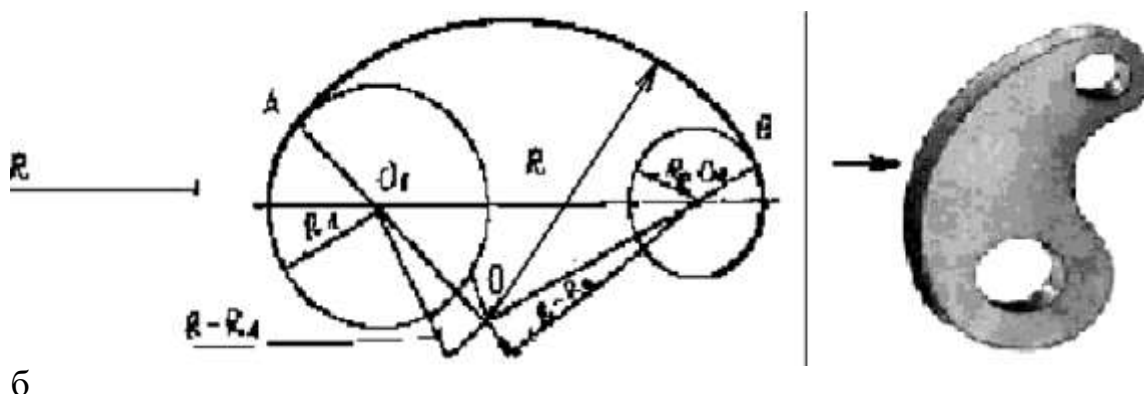


Рис. 32. Внутреннее сопряжение: а - построение сопряжения; б - деталь (практическое применение сопряжения)

## 2.8. ОВАЛЫ

*Овалы - это замкнутые кривые линии, которые состоят из дуг сопрягающихся окружностей.* Овалы часто встречаются в контурах деталей машин. Овалы чертят с помощью циркуля.

Построение овала, который имеет две оси симметрии, представлено на рис.33

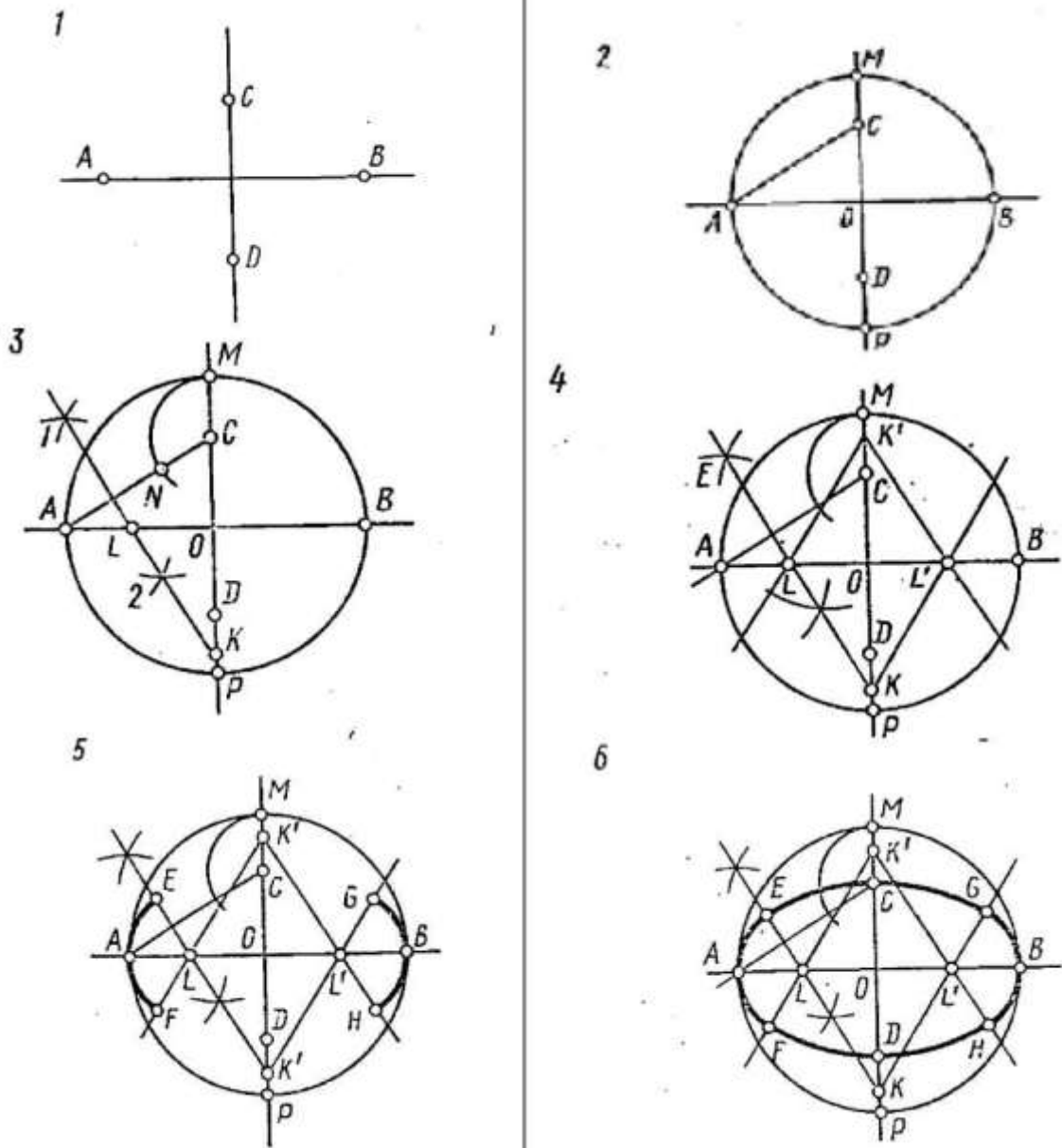


Рис. 33. Построение овала

1. Даны две взаимно-перпендикулярные оси овала.  $AB$  - большая ось.  $CD$  - малая ось.
2. Проводят окружность радиуса  $OA$  с центром  $O$ . Соединяют точки  $A$  и  $C$ .
3. Проводят дугу радиуса  $CM$  из центра  $C$ . Получают точку  $N$ . Отрезок  $AN$  делят на две равные части и через середину отрезка  $AN$  проводят прямую  $l_2$ , перпендикулярную  $AN$ . Получают точки  $L$  и  $K$ .
4. Точка  $K'$  симметрична точке  $K$ . Точка  $L'$  симметрична точке  $L$ .
5. Проводим дугу  $EAF$  радиуса  $AL$  из центра  $L$  и дугу  $GBH$  радиуса  $AL=L'B$  из центра  $L'$ .
6. Проводим дугу  $ECG$  радиуса  $KC$  из центра  $K$  и дугу  $FDH$  радиуса  $KC=K'D$  из центра  $K'$ .  $AB$  и  $CD$  - оси симметрии овала.

33.

*Завиток - это плоская спиральная кривая.* Завитки имеют три, четыре или больше центров. Завиток чертят с помощью циркуля.

**Построение завитка, который имеет три центра, показано на рис. 34.**

1. Дан правильный треугольник.
2. Продолжают стороны треугольника в одном направлении, например, по движению часовой стрелки.
3. Проводят в направлении против часовой стрелки дугу  $AD$  радиуса  $R=AB$  с центром в точке  $B$ . Проводят дугу  $DE$  радиуса  $2R$  с центром в  $C$ . Проводят дугу  $EF$  радиуса  $3R$  с центром в точке  $A$  и т.д.

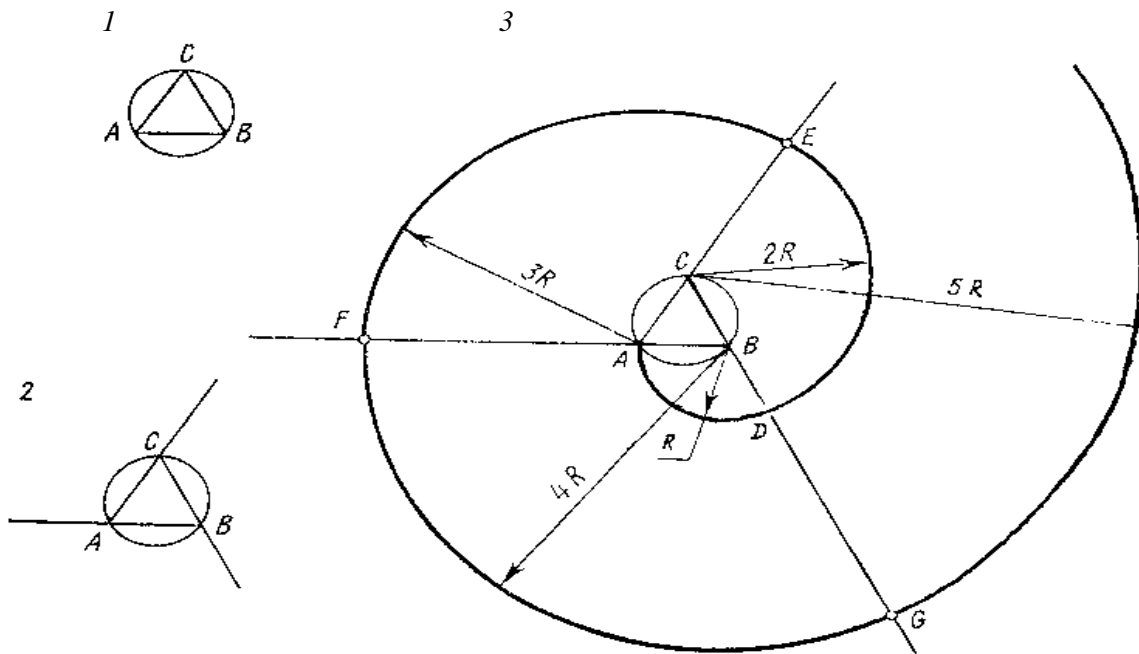


Рис. 34. Построение завитка

## **СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО ТЕМЕ «СОПРЯЖЕНИЯ»**

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

При проектировании деталей выполняют плавный переход одной линии в другую: окружности в прямую, окружности в окружность и т.д. Плавный переход называется сопряжением. Одна линия переходит в другую по дуге окружности. Эта дуга называется дугой сопрягающей окружности. Радиус этой окружности - это радиус сопряжения. Центр этой окружности - это центр сопряжения. Точка, где одна линия переходит в другую, это точка сопряжения. Если центры окружностей, которые сопрягаются, лежат вне сопрягающей окружности - это внешнее сопряжение. Если центры окружностей, которые сопрягаются, лежат внутри сопрягающей окружности - это внутреннее сопряжение.

Кривые, которые получаются сопряжением дуг окружностей, называются коробовыми кривыми. К коробовым кривым относятся овалы. Овал - это замкнутая кривая, которая имеет две оси симметрии.

Завиток - это плоская спиральная кривая, которая имеет много центров.

### **Задание 1: Ответьте на вопросы**

1. Что называется сопряжением?
2. Назовите основные элементы сопряжения.
3. Как построить сопряжение сторон угла?
4. Как строится внешнее сопряжение дуги и прямой?
5. Как строится внешнее сопряжение двух дуг?
6. Как строится внутреннее сопряжение дуг окружностей?
7. Что такое овал?
8. Как построить овал по двум осям симметрии?
9. Как построить завиток?

### **Задание 2: Практическое закрепление материала**

1. Выучите терминологию и отработайте навыки выполнения сопряжений.
2. Выполните задание № 4 «Сопряжения».

## 2.10. ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ

*Лекальными называются кривые, которые чертят при помощи лекала по предварительно найденным точкам.*

*Лекала - это специальные линейки с криволинейными кромками. Лекальные кривые - это эллипс, парабола, гипербола, эвольвента, спираль Архимеда и др. Лекальные кривые широко используются при вычерчивании различных деталей.*

При вычерчивании лекальных кривых сначала по определённым правилам строят точки кривой. Нужно, чтобы расстояния между точками были не больше 15 мм. Полученные точки от руки соединяют плавной кривой (тонкой линией), а затем обводят кривую по лекалу (сплошной основной линией). Лекало прикладывают к кривой так, чтобы оно охватывало своим контуром не менее трёх-четырёх точек одновременно. Следующий участок лекала должен перекрывать ранее обведённый

участок кривой и т.д. Этот приём обеспечивает плавность кривой и отсутствие на ней изломов. Начинать обводку рекомендуется с участков наибольшей кривизны. На рис. 35 показано, как обводить кривую при помощи лекала. В большинстве случаев приходится пользоваться не одним, а несколькими лекалами. Лекала подбирают так, чтобы участки кривых имели наибольшую плавность, которая соответствует характеру данной кривой.

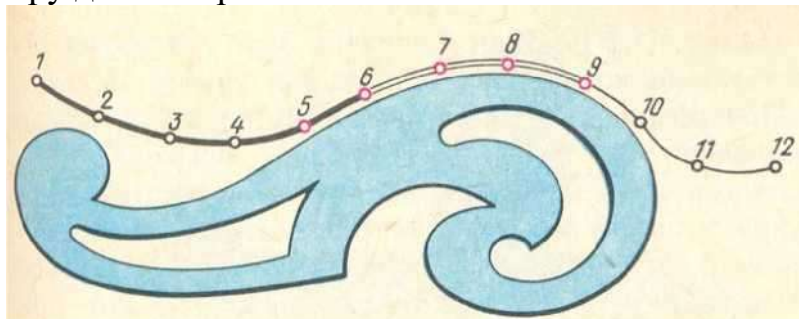


Рис. 35

Рассмотрим способы построения лекальных кривых второго порядка - эллипса, параболы, гиперболы.

**Эллипс** - это замкнутая кривая. Его большая и малая оси есть оси симметрии. Точки  $F_1$  и  $F_2$  - это фокусы эллипса. Сумма расстояния от любой точки эллипса (от  $M$ , от  $N$ , ...) до фокусов  $F_1$  и  $F_2$  есть величина постоянная. Она равна большей оси  $AB$ . Например,  $F_1M + F_2M = AB$ ,  $F_1N + F_2N = AB$  (рис. 36).

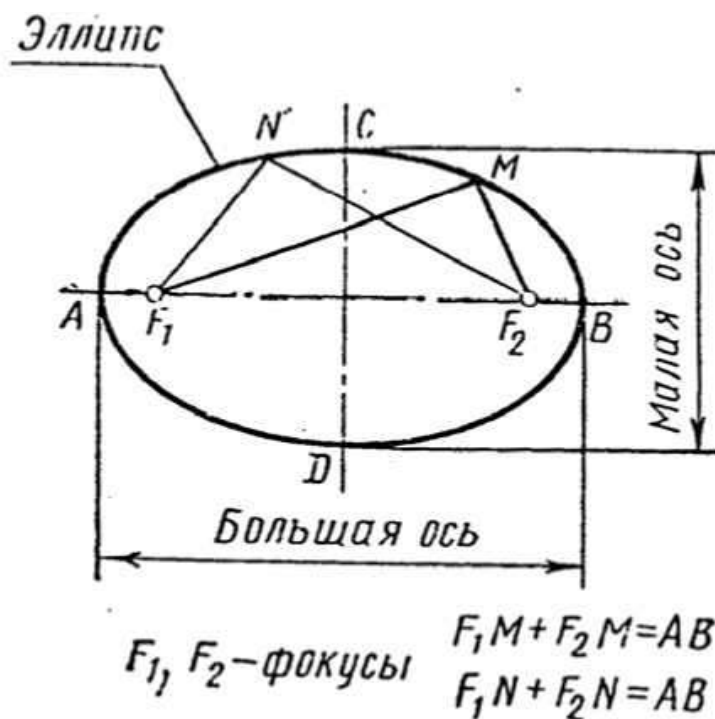


Рис. 36. Эллипс

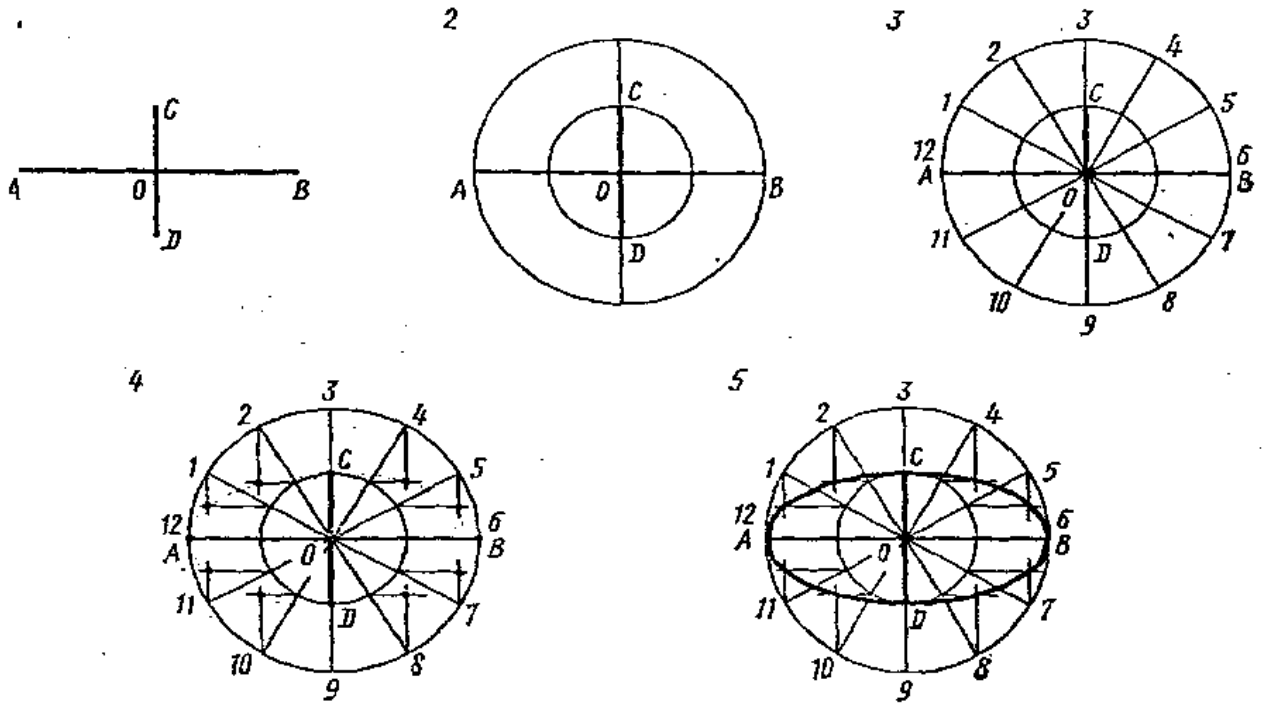


Рис. 37. Построение эллипса

**Построение эллипса дано на рисунке 37.**

1. Даны большая ось  $AB$  и малая ось  $CD$  эллипса.
2. Проводят из центра  $O$  окружность радиуса  $OA$  и окружность радиуса  $OC$ .
3. Делят большую окружность на 12 равных частей. Точки деления  $1, 2, 3, 12$  делят малую окружность тоже на 12 равных частей.
4. Из точек деления большой окружности проводят прямые, параллельные  $CD$ . Из точек деления малой окружности проводят прямые, параллельные  $AB$ . Точки пересечения вертикальных и горизонтальных прямых - это искомые точки эллипса.
5. Соединяют точки плавной кривой с помощью лекала.

**Парабола - это незамкнутая кривая.**  $F$  - фокус параболы. Прямая  $a$  - директриса параболы. Расстояние от любой точки параболы (от  $M$ , от  $N$ , ...) до фокуса  $F$  равно расстоянию от этой точки (от  $M$ , от  $N$ , ...) до директрисы. Например,  $MF=MK$ ,  $NF=NL$ ) (рис. 38). Расстояние от фокуса параболы до директрисы называется параметром  $p$  параболы. Вершина  $A$  параболы делит параметр на две равные части.

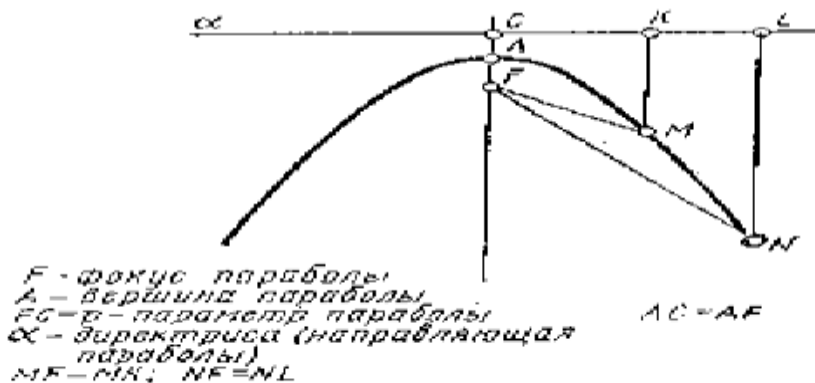


Рис. 38. Парабола



### Построение параболы представлено на рис. 39.

1. Дан параметр параболы  $p=FC$ ,  $F$  - фокус параболы.
2. Через точку  $C$  проводят горизонтальную прямую  $a$  - директрису параболы. Вертикальная прямая  $FC$  - ось симметрии параболы. Делят параметр - отрезок  $CF$  на две равные части. Точка  $A$  - вершина параболы.
3. Отмечают на оси параболы вниз от точки  $F$  несколько произвольных точек  $I, II, III$ . Проводят прямые, перпендикулярные оси параболы.
4. Из центра  $F$  проводят дугу радиуса  $IC$ . Получают точку  $B$ . Проводят дугу радиуса  $II C$ , получают точку  $K$ . Проводят дугу радиуса  $III C$ , получают точку  $L$ .
5. Точки  $A, B, K, L$  - точки параболы. Соединяют их плавной кривой с помощью лекала.

$F_1, F_2$  - *фокусы* гиперболы.  $mn$  - *асимптоты* гиперболы. Разность расстояний от любой точки гиперболы (от точки  $N, K...$ ) до фокусов  $F_1$  и  $F_2$  есть величина постоянная. Она равна расстоянию между вершинами  $A$  и  $B$ . Например,  $KF_2 - KF_1 = AB$ ,  $NF_2 - NF_1 = AB$ . Гипербола имеет две симметричные ветви.

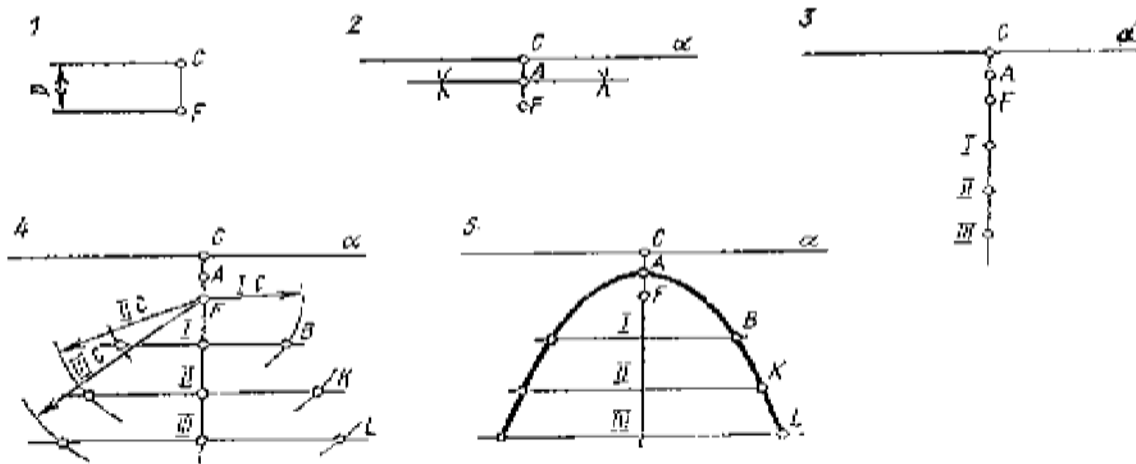


Рис. 39. Построение параболы

*Гипербола* – это незамкнутая кривая (рис. 40).  $A, B$  – *вершины* параболы. Прямая которая проходит через вершины гиперболы, называется *действительной осью* гиперболы. Прямая, которая проходит через центр гиперболы перпендикулярно её действительной оси, называется *мнимой осью* гиперболы.

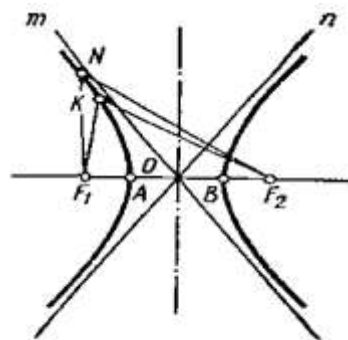


Рис. 40. Гипербола

**Построение гиперболы дано на рис. 41.**

1. Даны фокусы  $F_1$  и  $F_2$  и её вершины  $A$  и  $B$ .
2. Слева от фокуса  $F_1$  выбираем произвольно на прямой  $AB$  точки  $I, II$  и т.д.
3. Проводим дугу радиуса  $AI$  с центром  $F_1$  и дугу радиуса  $BI$  с центром  $F_2$ . Получаем точку  $M$ . Проводим дугу радиуса  $AII$  с центром  $F_1$  и дугу радиуса  $BII$  с центром  $F_2$ . Получаем точку  $K$  и т.д.

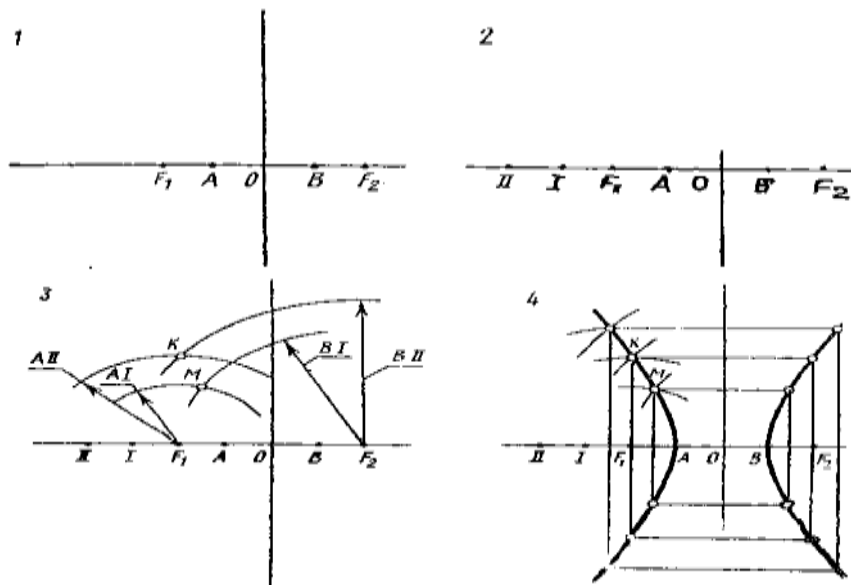


Рис. 41. Построение гиперболы

4. Точки  $M, K, N$  - это точки гиперболы. Соединяя их плавной кривой с помощью лекала, получим гиперболу.

**Эвольвента - это плоская кривая, описываемая точкой прямой, катящейся без скольжения по окружности.**

Эвольвенту описывает конец карандаша, прикрепленного к нити, намотанной на неподвижный цилиндр. Если разматывать нить и натягивать, то её конец с карандашом опишет эвольвенту (рис. 42).

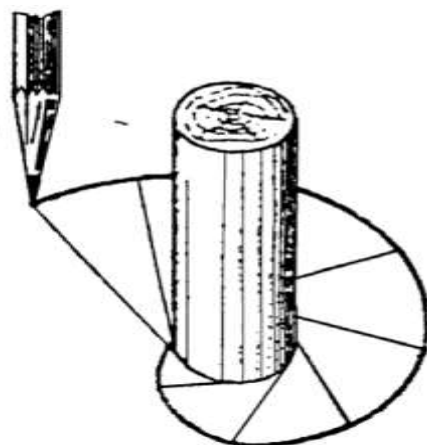


Рис. 42. Эвольвента

**Построение эвольвенты по заданному диаметру  $d$  (рис. 43) выполняют так:**

так:

1. Окружность делят на некоторое число равных частей, например, на восемь.
2. Из точек  $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  деления проводят касательные к окружности.

3. На касательных откладывают соответственно  $\frac{1}{8}, \frac{2}{8}, \frac{3}{8}, \frac{4}{8}, \frac{5}{8}, \frac{6}{8}, \frac{7}{8}, \frac{8}{8}$  длины окружности, например, отрезок  $3-3'$  равен  $2\pi \frac{d}{8}$ .

длины окружности, например, отрезок  $3-3'$  равен

4. Полученные точки  $1, 2', 3', \dots$  соединяют по лекалу.

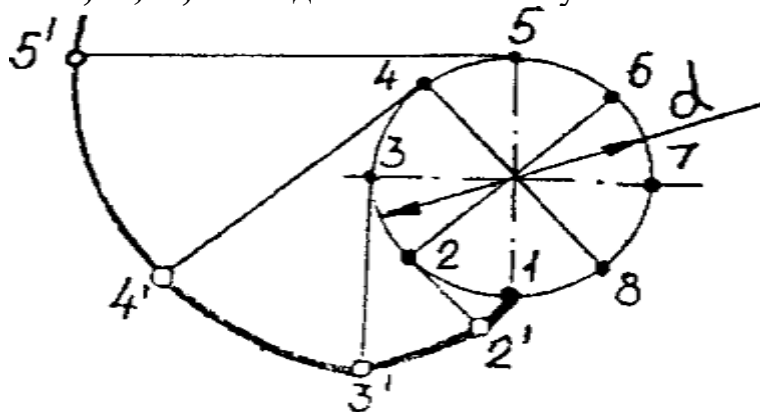


Рис. 43. Построение эвольвенты

*Спираль Архимеда - это плоская кривая, описываемая точкой, которая равномерно движется по радиус-вектору, а он равномерно вращается вокруг неподвижной точки  $S$ . Точка  $S$  — полюс спирали. Отрезок, который соединяет произвольную точку спирали с полюсом, называется **радиус-вектором**. Шаг спирали  $SA$  — это путь, который проходит точка по радиус-вектору за время одного полного оборота вокруг полюса  $S$  (рис.44).*

**Построение спирали по заданному шагу  $SA$  и полюсу  $S$  (рис. 44):**

1. Из точки  $S$  проводят окружность радиусом  $SA$ .
2. Окружность и шаг  $SA$  спирали делят на одинаковое число равных частей, например, на восемь.
3. Из полюса  $S$  к точкам  $I, 2, \dots$  проводят лучи.
4. Из этой же точки  $S$  проводят дуги радиусами  $SI, S2, \dots$  до пересечения с лучами  $SI, S2, \dots$  в точках  $I, II, \dots$
5. Полученные точки, включая  $S$  и  $I$ , соединяют при помощи лекала.

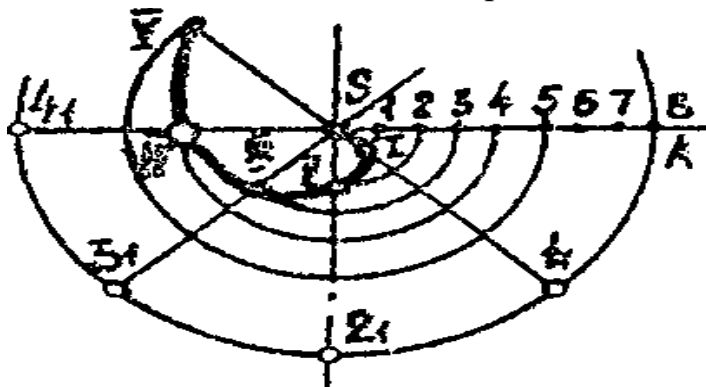


Рис. 44. Построение спирали Архимеда

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

Для построения лекальных кривых сначала по определённым правилам строят точки кривой, а затем полученные точки соединяют при помощи лекала. Наибольшее применение (использование) при построении очертаний различных деталей находят такие кривые: эллипс, парабола, гипербола, эвольвента, окружности, спираль Архимеда. Например, зубья зубчатого колеса имеют эвольвентное очертание.

Эллипс, парабола и гипербола называются кривыми второго порядка и могут быть получены при пересечении поверхности конуса плоскостями.

### **Задание 1: Ответьте на вопросы**

1. Какие линии проводят при помощи лекала?
2. Какие лекальные кривые вы знаете?
3. Как строятся лекальные кривые?
4. Какая кривая называется эллипсом?
5. Какая кривая называется параболой?
6. Какая кривая называется гиперболой?
7. Как построить эвольвенту окружности по диаметру?
8. Где находят применение (использование) лекальные кривые?

### **Задание 2: Практическое закрепление материала:**

1. Выучите терминологию.
2. Отработайте навыки выполнения лекальных кривых.
3. Выполните задание №5 «Лекальные кривые».

## Список используемой литературы

1. Мазурова И.И, Казакова Т.Б. Черчение. - М.: Изд-во «Высшая школа», 2013.
2. Боголюбов С.К., Воинов А.В. Черчение. - М.: Изд-во «Машиностроение», 2014.
3. Мирошниченко А.В., Шумейко Л.В. Методические указания по изучению курса черчения для иностранных студентов подготовительного отделения. - М.: Изд-во «Высшая школа», 2014.