

Г.К. Хотина Л.Б. Никишина М.Д. Афанасьева

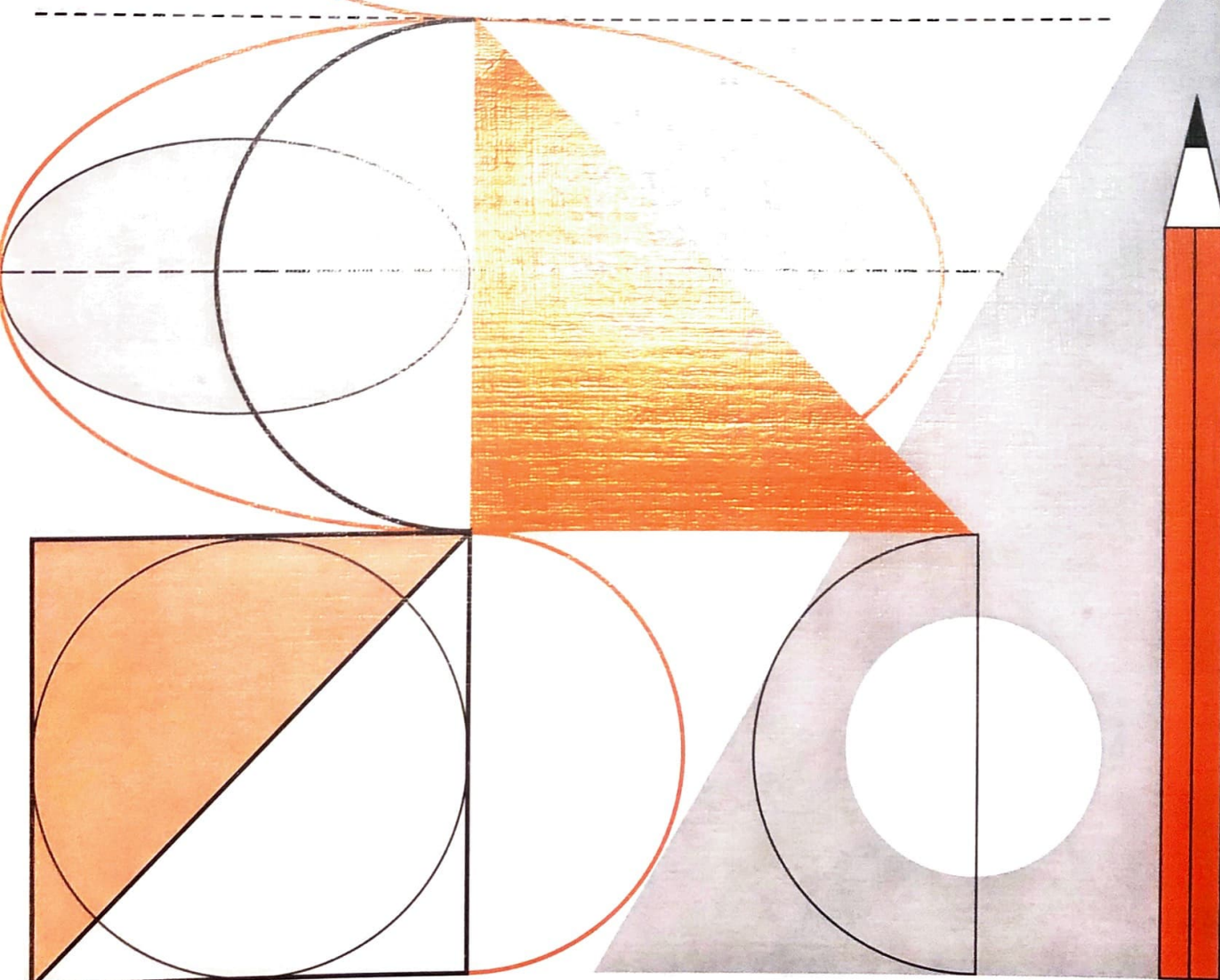
рабочая

тетрадь

по черчению

часть 1

1. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями
2. Правила оформления чертежей
3. Сопряжения



Г.К. Хотина Л.Б. Никишина М.Д. Афанасьева

рабочая

тетрадь

часть 1

по черчению

УДК 744

Хотина Г.К., Никишина Л.Б., Афанасьева М.Д.. Рабочая тетрадь по черчению. Учебное пособие. – М.: Дипак, 2006, 52 с.

ISBN 5-98580-022-9

**Рецензенты:**

Доцент кафедры «Инженерная графика» МАИ к.т.н. Бобрик Л.П., доцент кафедры «Инженерная графика» МАИ к.т.н. Кравчик Т.Н.

Рабочая тетрадь предназначена для школьников, учащихся лицеев и лиц, изучающих черчение и техническую графику.

В учебном пособии в начале каждой новой темы представлены краткие теоретические основы и правила выполнения типовых задач, затем дан набор упражнений и разнообразных заданий. В заключение ребятам предлагается начертить деталь на отдельном формате ватмана.

Авторы выражают глубокую благодарность учителям школы классического образования «Луч» за пожелания и советы в более подробном раскрытии некоторых тем в рабочей тетради, преподавателям кафедры «Инженерная графика» МАИ Ермаковой В.А., Клычниковой Н.В. за консультации, студентам факультета "Двигатели летательных аппаратов" МАИ А.В. Арэфьеву и А.К. Сальникову за помощь в оформлении графических материалов, включенных в пособие.

ISBN 5-98580-022-9

## Оглавление

	<b>Введение</b>	4
<b>1.</b>	<b>Чертежные принадлежности</b>	5
<b>2.</b>	<b>Общие сведения о линиях и геометрических фигурах</b>	6
<b>3.</b>	<b>Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями</b>	8
3.1	Начертание прямых, окружностей и дуг	8
3.1.1	Начертание параллельных и взаимно-перпендикулярных прямых	8
3.1.2	Построение окружностей и дуг	9
3.2	Построение углов с помощью угольников и циркуля	10
3.3	Деление отрезка, угла	11
3.3.1	Деление отрезка	11
3.3.2	Деление угла	11
3.4	Деление окружности на равные части и построение вписанных многоугольников.	13
3.4.1	Деление окружности на 3 части и 6 равных частей и построение вписанных в нее правильных 3-х и 6 угольников	13
3.4.2	Деление окружности на 4 части и 8 равных частей и построение вписанных в нее правильных 4-х и 8 угольников	16
3.4.3	Деление окружности на 5 и 10 равных частей и построение вписанных в нее правильных 5 и 10 угольников	18
3.5	Геометрические построения плоских деталей	21
<b>4</b>	<b>Правила оформления чертежей</b>	23
4.1	Форматы. Рамка. Основная надпись	23
4.2	Линии чертежа	25
4.3	Стандартный чертежный шрифт	28
4.4	Простановка размеров на чертежах	31
4.5	Масштабы	35
<b>5</b>	<b>Сопряжения</b>	38
5.1	Сопряжение прямой и окружности	38
5.1.1	Сопряжение прямой и дуги	38
5.1.2	Построение касательной к окружности	41
5.1.3	Построение касательной к 2-м окружностям	41
5.2	Сопряжение прямой и окружности дугой	44
5.3	Сопряжение окружностей	46
5.3.1	Сопряжение двух окружностей	46
5.3.2.	Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса	48
5.4.	Построение плоских деталей с сопрягаемыми элементами	51

## Введение

Дорогие ребята!

Вы приступаете к изучению предмета «Черчение», который является азбукой технического языка. Овладев основами этого предмета, вы сможете начертить любые изделия, прочитать уже выполненные чертежи и разобраться в том, что на них изображено.

На уроках черчения вы будете применять уже накопленные вами знания по другим предметам, таким как алгебра и геометрия, география и химия, научитесь анализировать изделия и приходить к интересным конструкторским решениям. У вас будут развиваться пространственное и логическое мышление, сообразительность, внимание, усидчивость и аккуратность.

Прежде чем научиться графическому языку и передавать свои технические замыслы на бумаге, вы должны изучить и усвоить основные положения в черчении. В данных рабочих тетрадях процесс изучения построен следующим образом: в начале каждой темы вы ознакомитесь с теоретическими правилами, а затем выполните отдельные простые упражнения и перейдете к начертанию более сложных деталей.

Выполнять упражнения можно в этой тетради. Для более углубленного развития графических навыков отдельные работы будут выполняться на чертежных форматах.

В пособии рассмотрено несколько вариантов каждого типа задач. Чем большее количество вариантов вы освоите, тем качественнее будут ваши знания.

Успехов вам!

## 1. Чертежные принадлежности

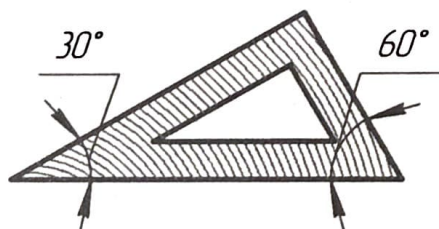
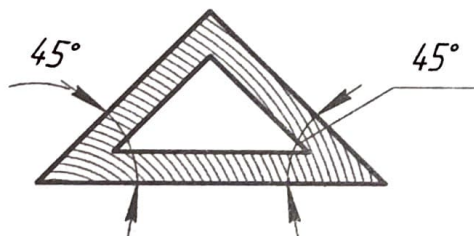
**Бумага.** Для выполнения чертежей выбирается бумага типа «Ватман» определенного размера (формата).

**Карандаши.** Линии на чертежах рекомендуется проводить карандашами разной твердости фирмы «Конструктор» или «КОН-I-NOR». Карандаши Т (Н) – твердые, применяются для начертания тонких линий. ТМ (НВ, F) – средней твердости, используются для обводки контурных линий чертежа.

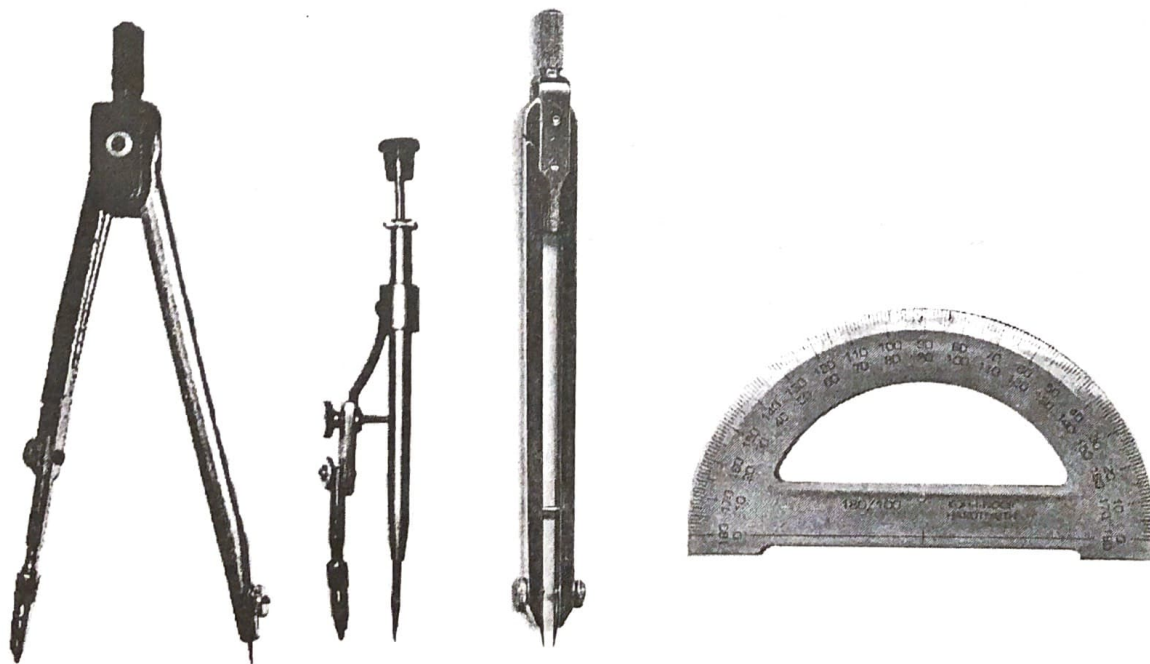


М (В) – мягкий грифель, обычно вставляется в циркуль для обводки окружностей и дуг.

**Угольники.** В черчении рекомендуется использовать деревянные прямоугольные треугольники, имеющие углы  $45^\circ$ ,  $30^\circ$  и  $60^\circ$ .



**Инструменты.** Ниже представлены два вида циркулей, с помощью которых чертятся окружности и дуги, а также измеритель – это тот же циркуль, но с двумя иглочками.

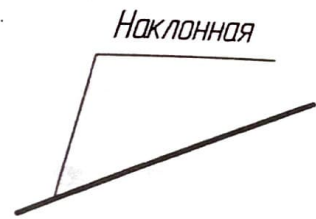


**Ластик** – белый, мягкий.

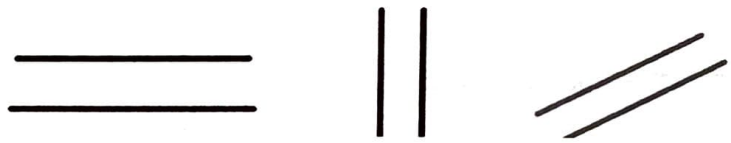
**Транспортир** – для измерения углов.

## 2. Общие сведения о линиях и геометрических фигурах

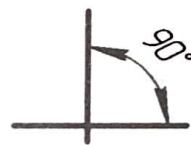
### 1. Прямая линия



**2. Прямые**, лежащие в одной плоскости и никогда не пересекающиеся между собой, называются параллельными.



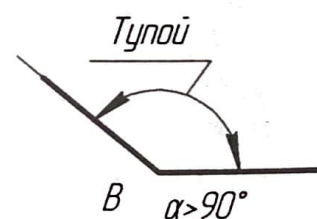
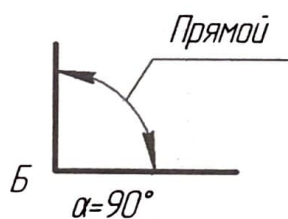
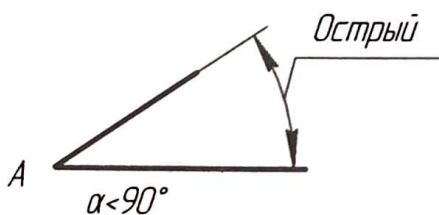
**Прямые**, которые пересекаются под углом  $90^\circ$  (прямым углом), называются перпендикулярными.



**3. Луч** – прямая, выходящая из точки



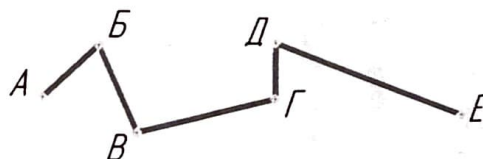
**4. Два луча**, выходящие из одной точки, образуют угол.



**5. Отрезок** – прямая, соединяющая две точки.



**6. Ломаная линия**

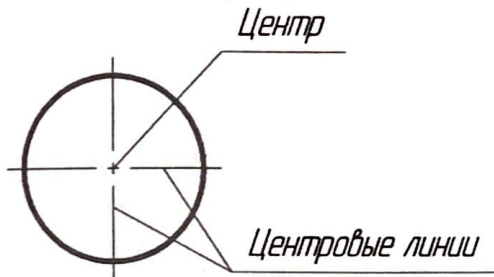


**7. Кривая линия**



## 2. Общие сведения о линиях и геометрических фигурах

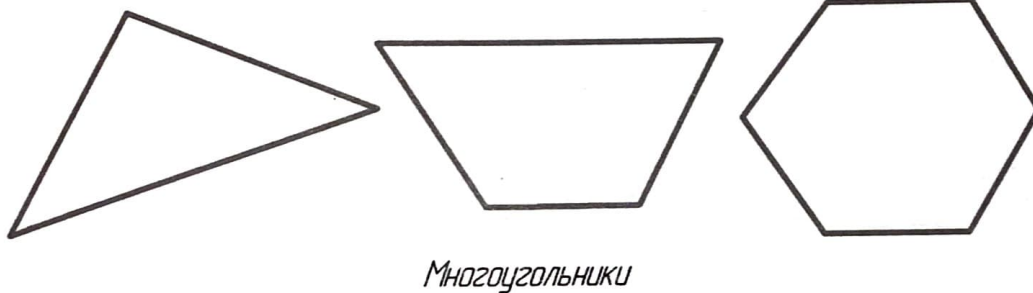
8. Окружность – геометрическое место точек на плоскости, равноудаленных от одной, называемой центром



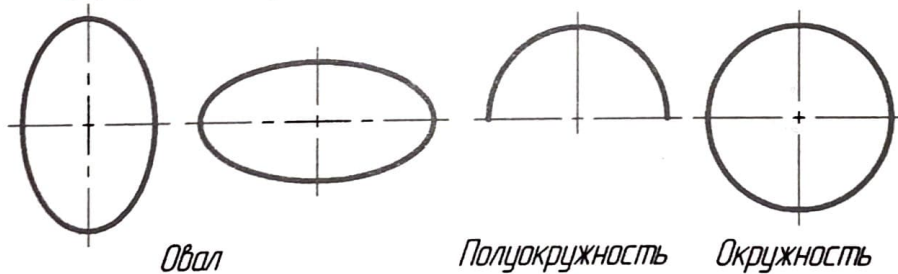
9. Дуга



10. Многоугольники – замкнутые ломаные линии, образующие фигуры



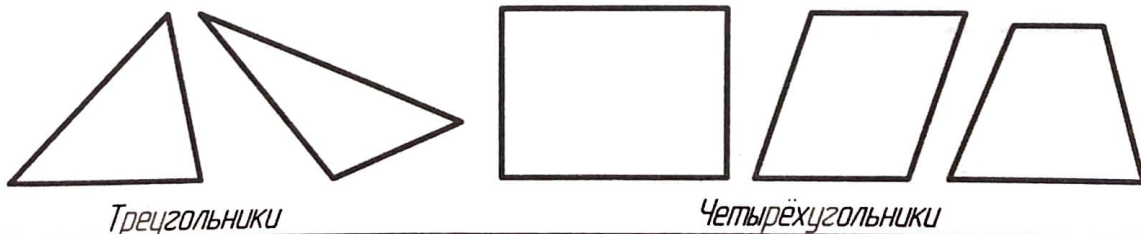
11. Циркульные кривые



12. Правильные многоугольники – фигуры, у которых все стороны и углы равны:



Неправильные – фигуры, у которых стороны и углы не равны



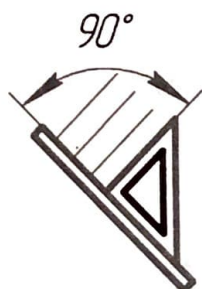


### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

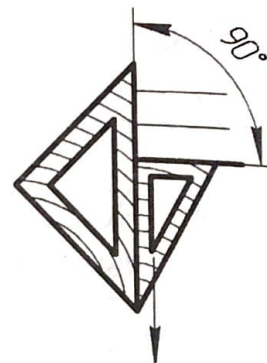
#### 3.1 Начертание прямых, окружностей и дуг

##### 3.1.1 Начертание параллельных и взаимно - перпендикулярных прямых

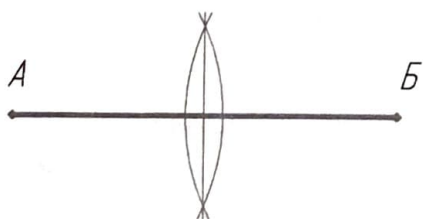
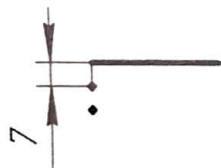
*Построение параллельных и взаимно - перпендикулярных прямых с помощью треугольников.* Совмещая два треугольника (или треугольник и линейку) и перемещая один треугольник по стороне другого (или по линейке), можно начертить параллельные прямые.



Располагая один прямоугольный треугольник под прямым углом к любой стороне другого (линейки) треугольника, выполняются взаимно - перпендикулярные прямые.



**Упражнение 1.** Начертить по 5 горизонтальных, вертикальных и наклонных параллельных прямых с помощью треугольников. Расстояние между параллельными прямыми, равное 7 мм, отложить измерителем.



*Построение взаимно-перпендикулярных прямых с помощью линейки и циркуля.* Из концов отрезка (точки А и Б) раствором циркуля больше половины отрезка провести дуги. Соединив точки пересечения, получим прямую, перпендикулярную АБ.

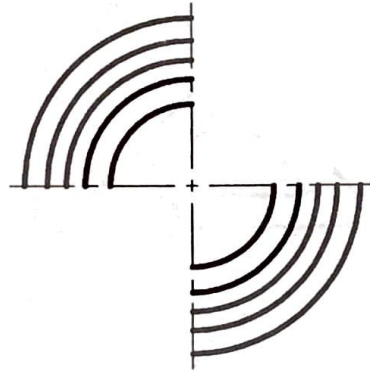
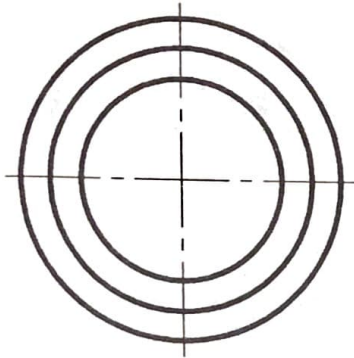
**Упражнение 2.** Начертить взаимно - перпендикулярные прямые с помощью линейки и циркуля.



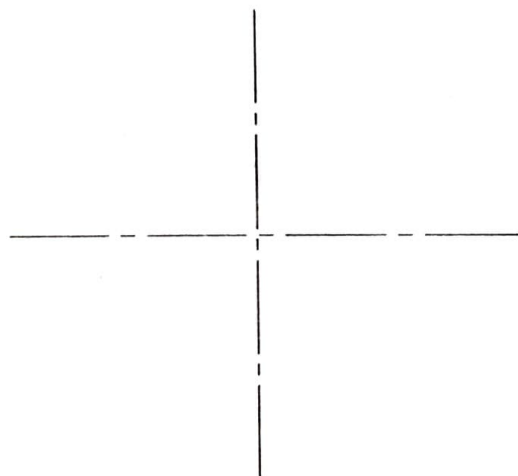
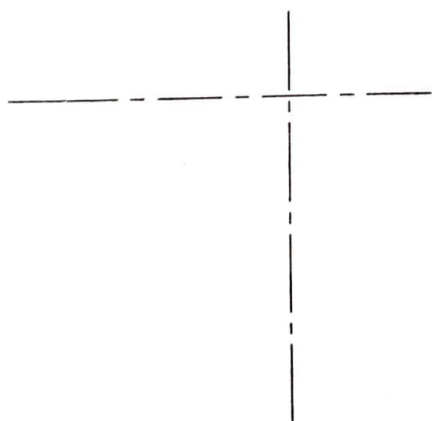
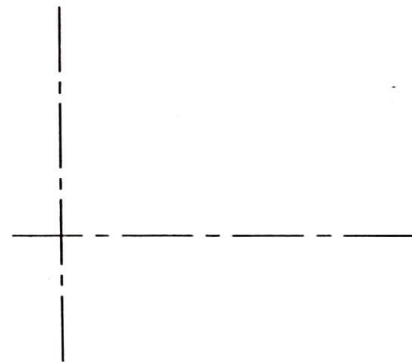
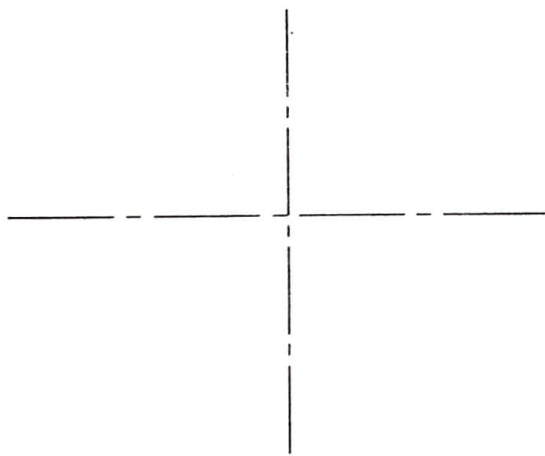
### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

#### 3.1 Начертание прямых, окружностей и дуг

**3.1.2 Построение окружностей и дуг.** Концентрическими называются окружности, имеющие обязательно один общий центр.



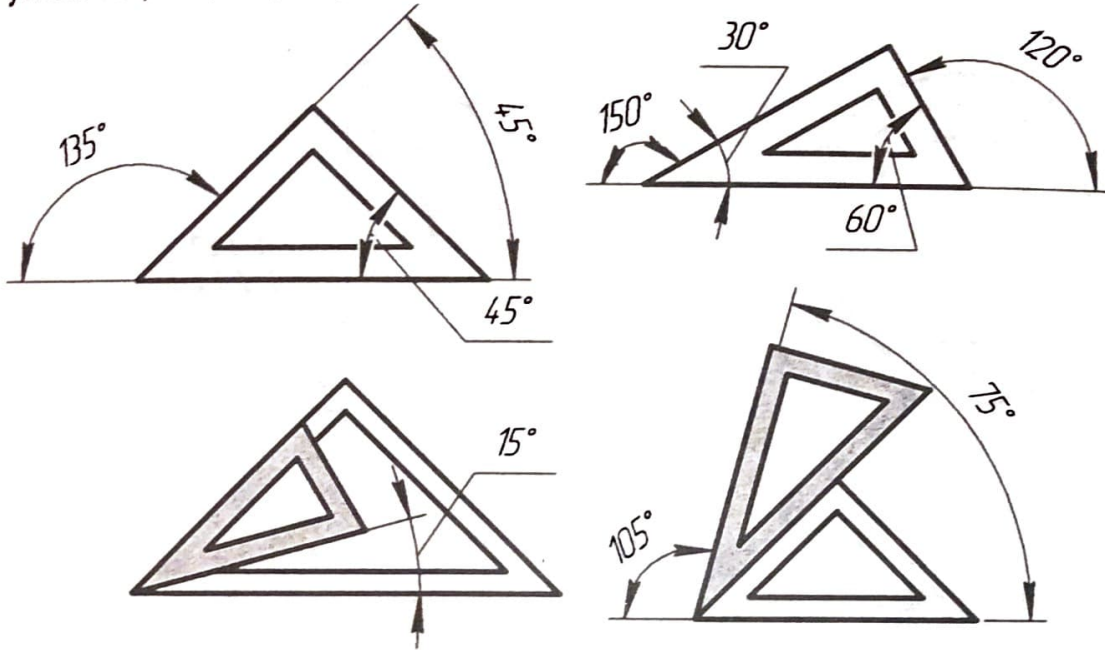
**Упражнение 3.** Построить 5 концентрических окружностей и дуг, выбрав расстояние между окружностями и дугами 5 мм. Диаметр первой окружности – 20 мм, а радиус дуги – 10 мм.



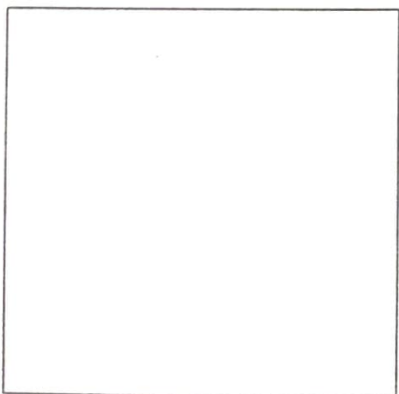
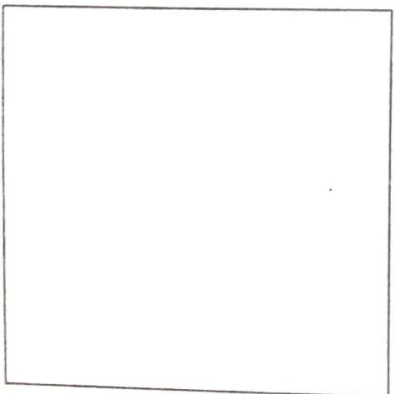
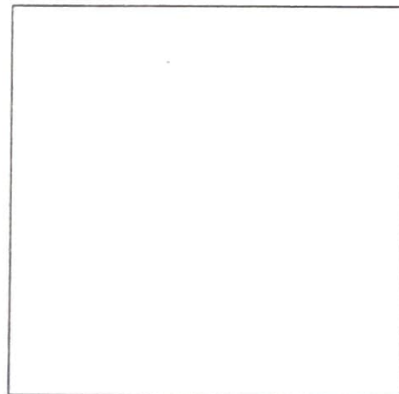
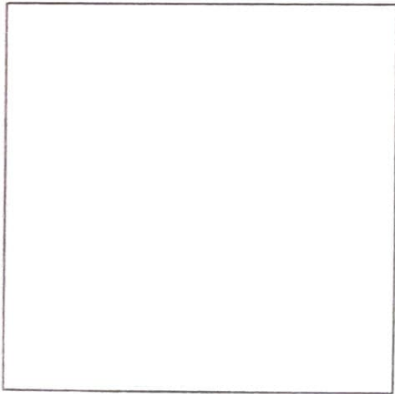
### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

#### 3.2 Построение углов с помощью угольников и циркуля

Расположение треугольников друг относительно друга для получения заданных углов  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $105^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $150^\circ$



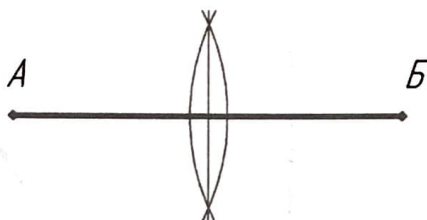
**Упражнение 4.** Начертить в квадратах параллельные прямые под углом  $45^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $105^\circ$ ,  $135^\circ$ .



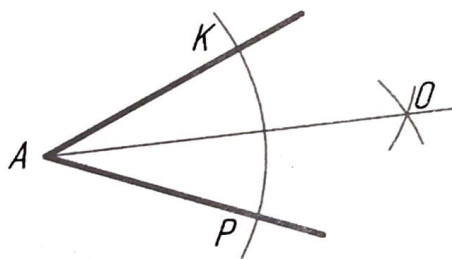
### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

#### 3.3. Деление отрезка, угла

**3.3.1 Деление отрезка пополам.** Деление отрезка на две равные части производят так же, как выполняют перпендикулярные прямые (см. с. 8).



#### 3.3.2 Деление угла.



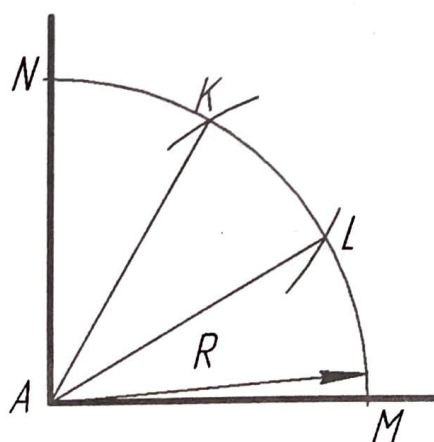
*Деление угла на 2 равные части*

Алгоритм построения:

1. Нахождение точки, лежащей посередине угла.

- Из вершины угла  $A$  раствором циркуля произвольного радиуса делаем засечки на сторонах угла – т.  $P$  и  $K$ .
- Из точек  $P$  и  $K$ , раствором циркуля больше половины угла проводим дуги до пересечения их в т.  $O$ .

2. Соединив вершину угла  $A$  с т.  $O$ , получим линию  $AO$ , делящую угол  $KAP$  пополам.



*Деление прямого угла на 3 части.*

Алгоритм построения:

1. Нахождение точек, делящих угол на три части.

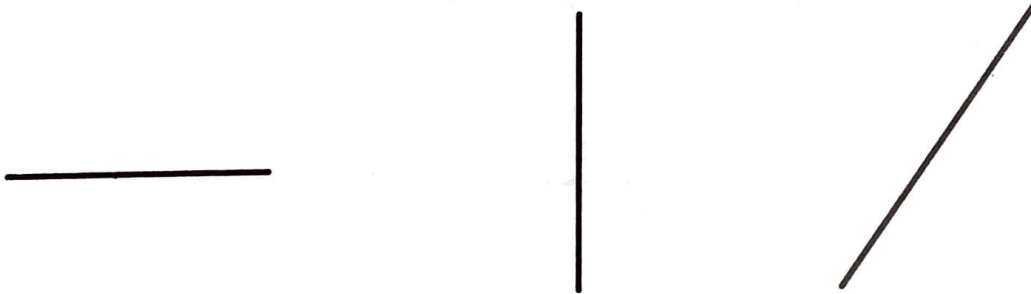
- Из вершины угла  $A$  проводим дугу радиусом  $R$  – т.  $N$ ,  $M$ .
- Тем же радиусом  $R$  из т.  $M$  и т.  $N$  делаем засечки на этой дуге – т.  $K$ , т.  $L$ .

2. Линии, соединяющие вершину угла  $A$  с т.  $K$  и т.  $L$ , делят угол на три равные части.

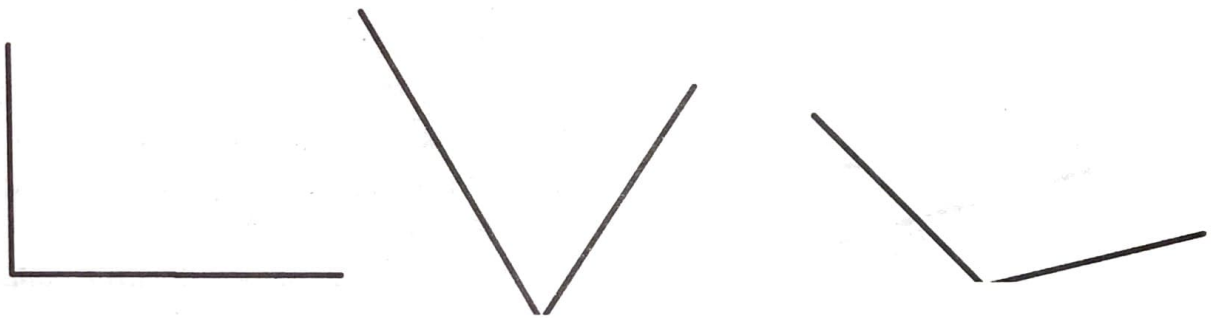
### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

#### 3.3 Деление отрезка, угла

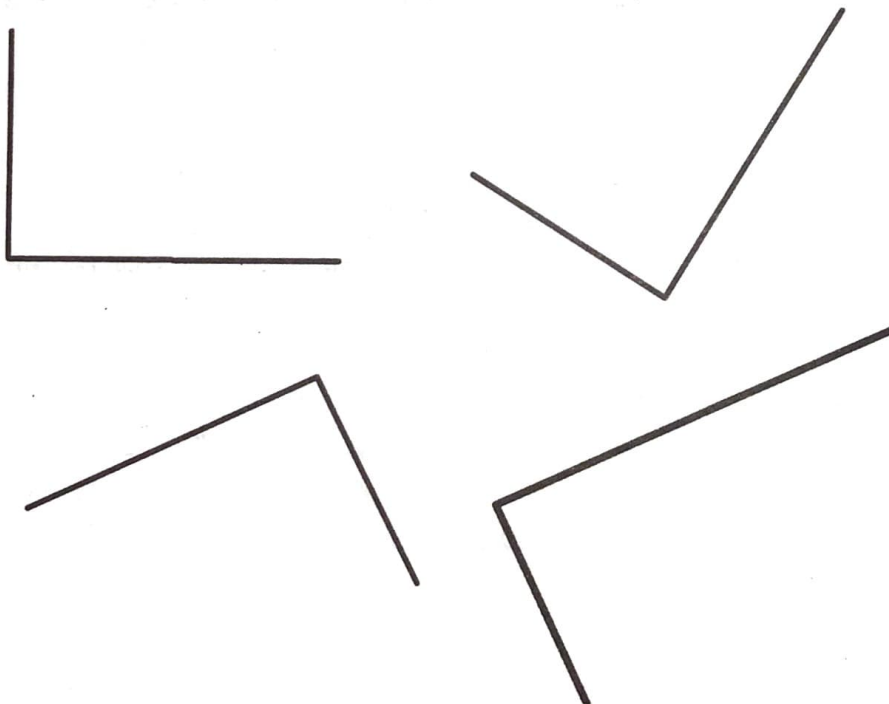
**Упражнение 5.** Разделить отрезки на 2 равные части.



**Упражнение 6.** Разделить угол на 2 равные части.



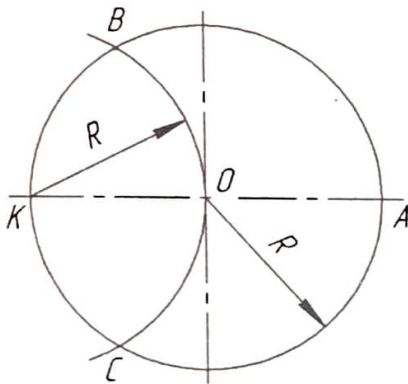
**Упражнение 7.** Разделить угол на 3 и на 6 равных частей.



### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

#### 3.4 Деление окружности на равные части и построение вписанных многоугольников

##### 3.4.1 Деление окружности на 3 и 6 частей и построение вписанных в нее правильных 3- и 6-угольников.



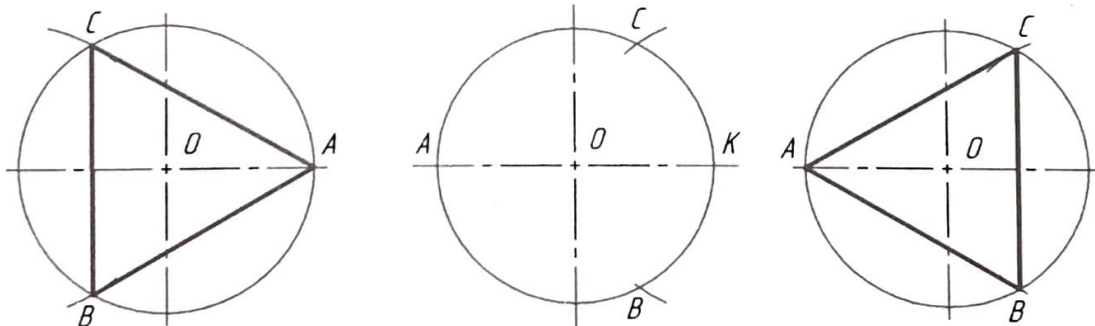
*Деление окружности на 3 части.*

Алгоритм построения:

1. Выбираем первую точку (A) – пересечение оси с окружностью.
2. Из противоположной точки пересечения оси с окружностью (т. K) циркулем, равным радиусу окружности (R), делаем засечки на окружности – точки B, C.
3. Точки A, B, C разделили окружность на 3 равные части.

*Построение вписанных в окружность правильных треугольников.*

Соединив точки A, B, C, получим вписанные треугольники:

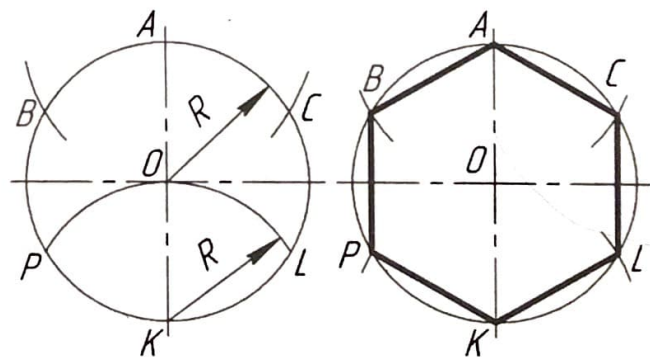


*Деление окружности на 6 частей.*

Алгоритм построения:

1. Из двух противоположных точек пересечения оси с окружностью (т. A и т. K), делаем на окружности засечки радиусом R, получаем т. B, C, P, L.
2. Точки B, A, C, L, K, P разделили окружность на 6 равных частей.

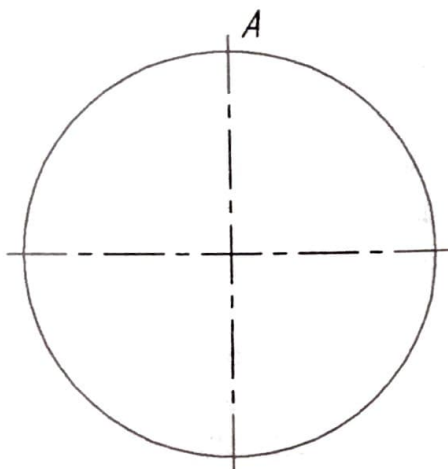
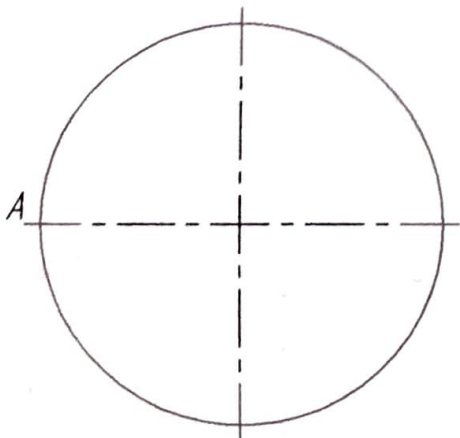
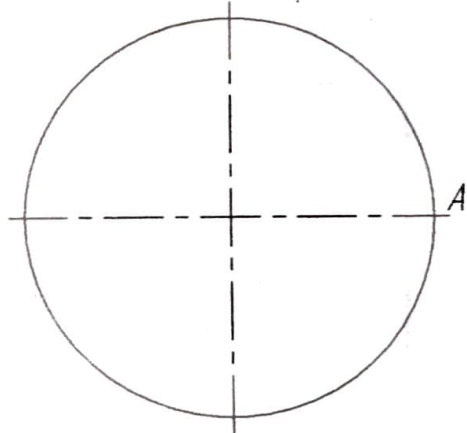
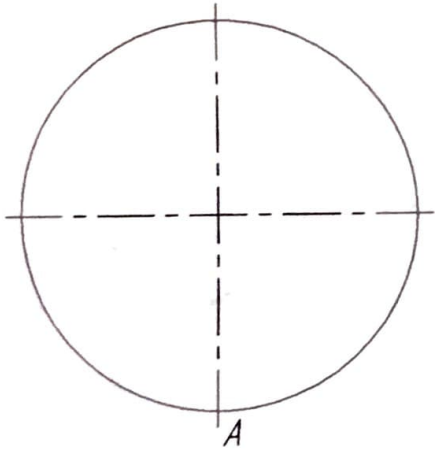
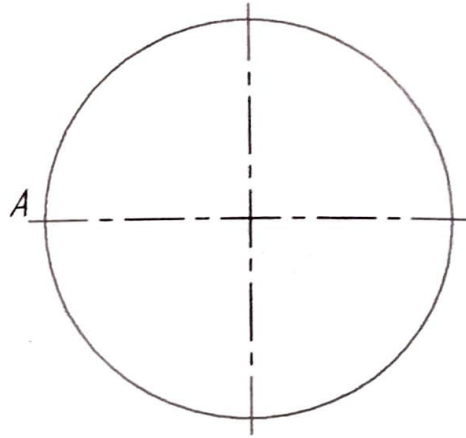
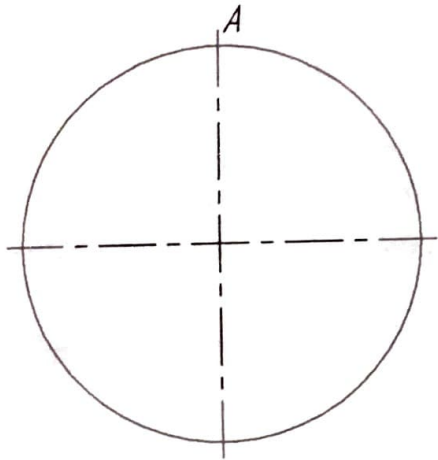
*Построение вписанных в окружность правильных 6-угольников. Соединив точки B, A, C, L, K, P, получим правильный вписанный шестиугольник.*



### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

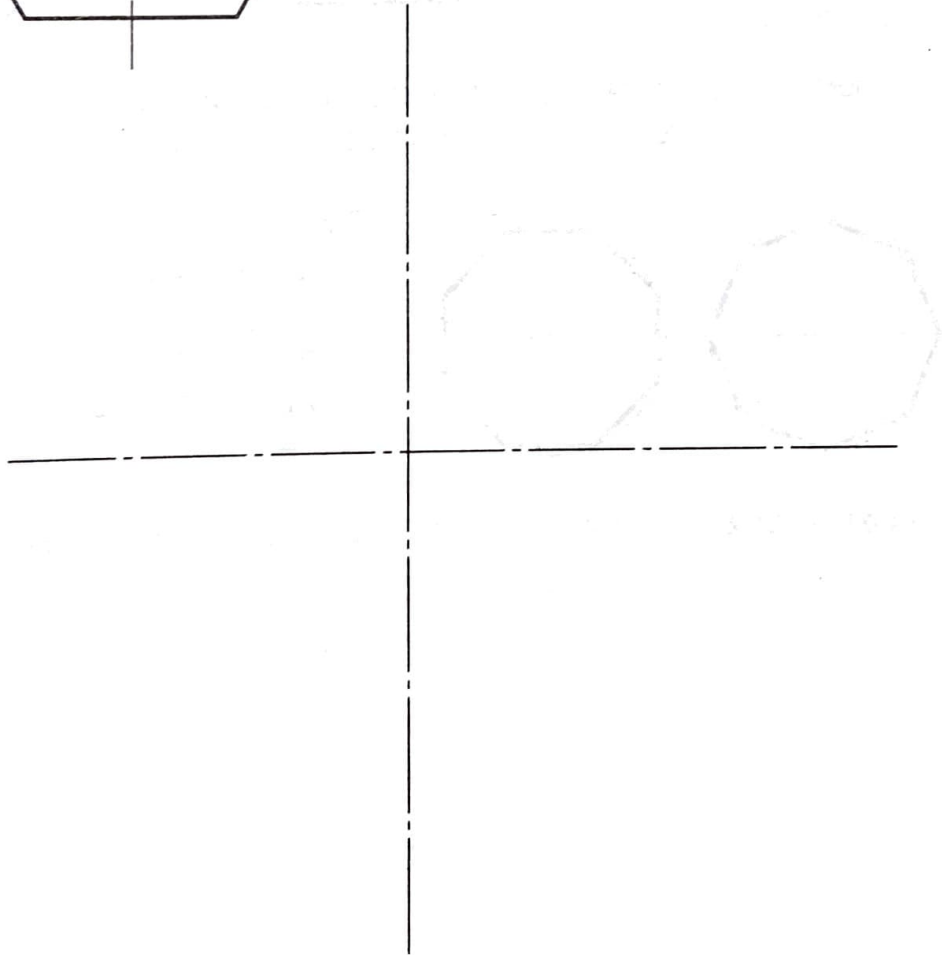
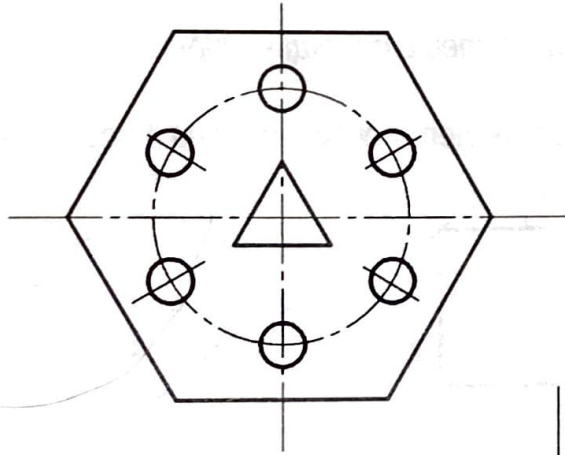
#### 3.4 Деление окружности на равные части и построение вписанных многоугольников

**Упражнение 6.** Начертить вписанный в окружность треугольник и шестиугольник с вершинами в точке *A*.



**3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями**  
3.4 Деление окружности на равные части и построение вписанных многоугольников

**Упражнение 7.** Построить деталь в два раза больше заданной.





### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

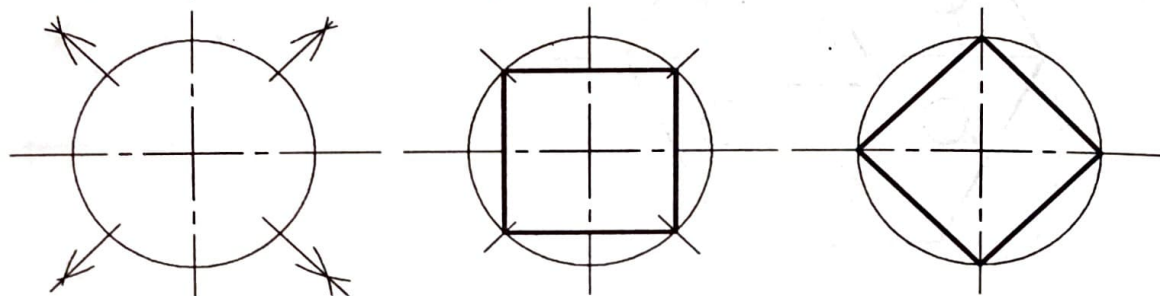
#### 3.4 Деление окружности на равные части и построение вписанных многоугольников

##### 3.4.2 Деление окружности на 4 и 8 равных частей и построение вписанных в нее правильных 4- и 8-угольников

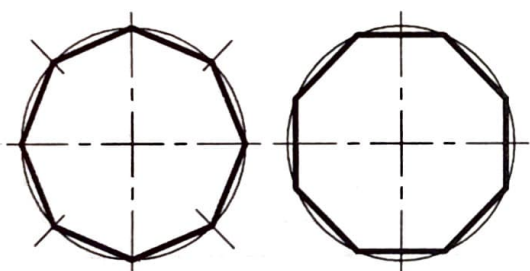
*Деление окружности на 4 и 8 равных частей с помощью циркуля*

Алгоритм построения:

1. Точки пересечения осей с окружностью делят окружность на 4 равные части.



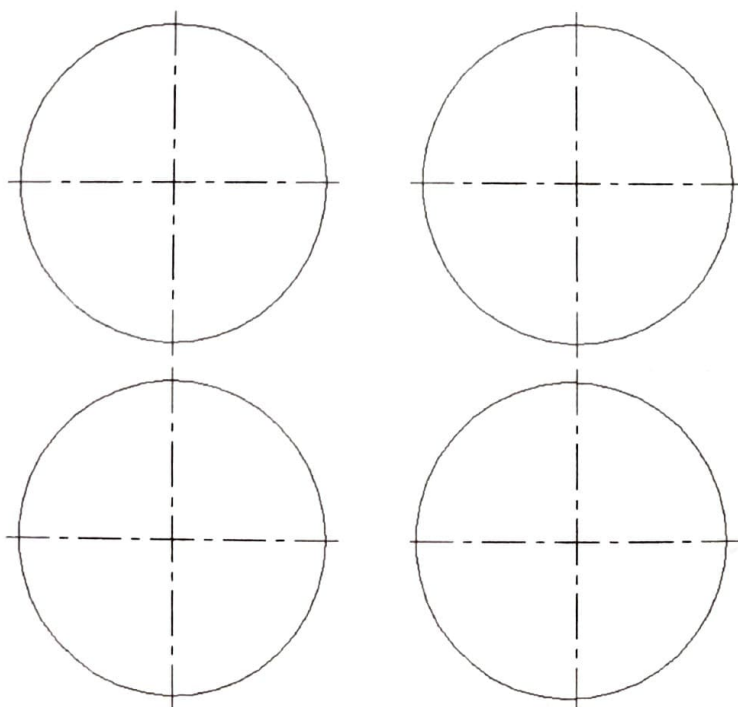
2. С помощью циркуля разделим угол  $90^\circ$  в каждой четверти пополам.
3. Разделив полученные углы в  $45^\circ$  на 2 равные части, найдем 8 точек.



*Построение вписанных в окружность правильных 4- и 8-угольников.*

1. Соединив полученные точки на окружности, построим вписанные в окружность квадраты и 8-угольники.

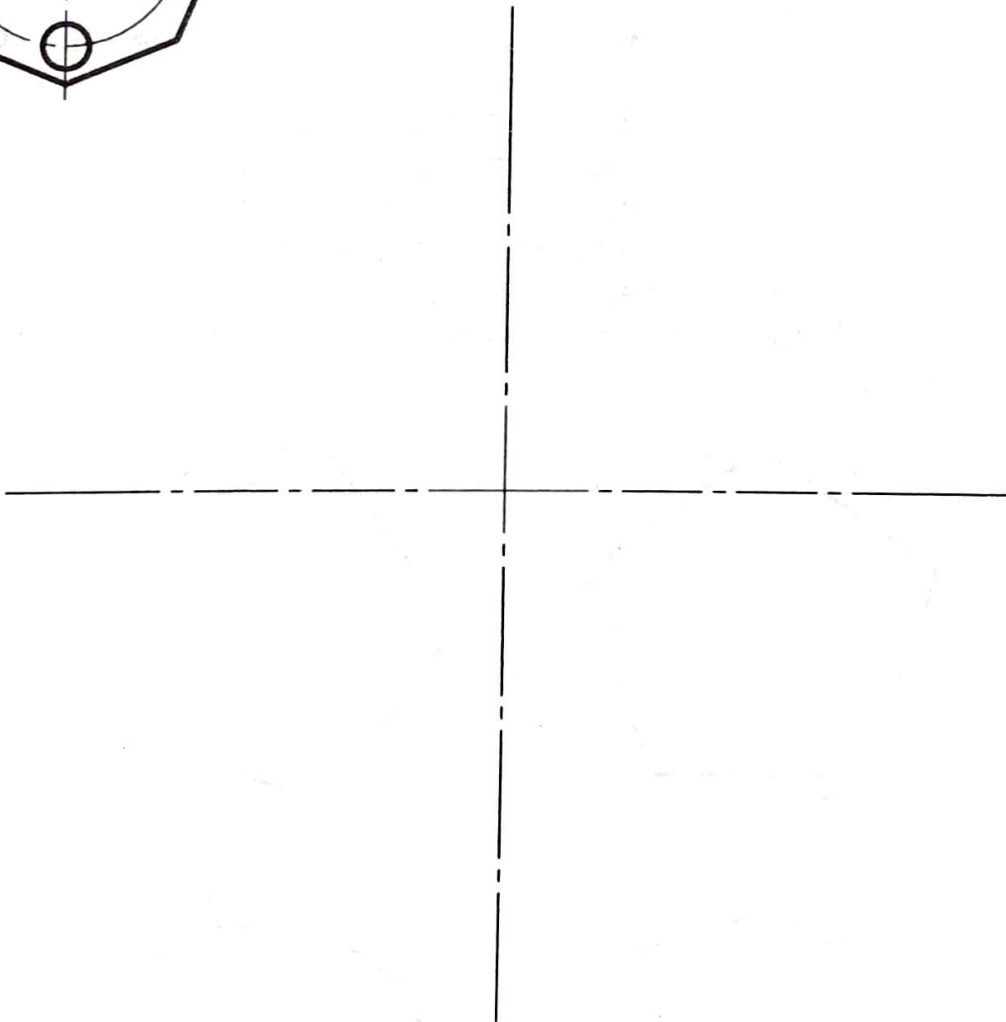
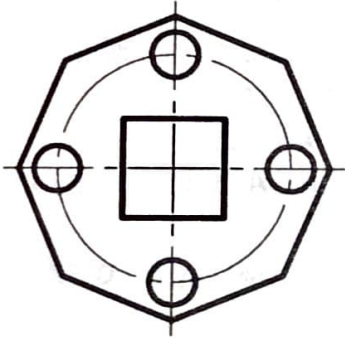
**Упражнение 8.** Начертить квадраты и 8-угольники, вписанные в окружности.



### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

#### 3.4 Деление окружности на равные части и построение вписанных многоугольников

Упражнение 9. Построить деталь в два раза больше заданной.



### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

#### 3.4 Деление окружности на равные части и построение вписанных многоугольников

#### 3.4.3 Деление окружности на 5 и 10 равных частей, построение вписанных в нее правильных 5- и 10-угольников.

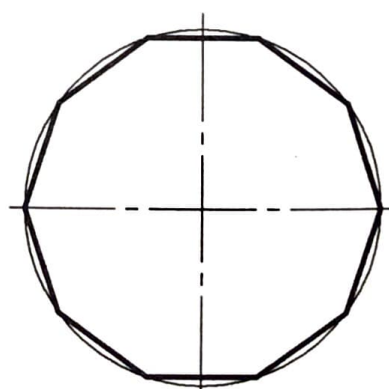
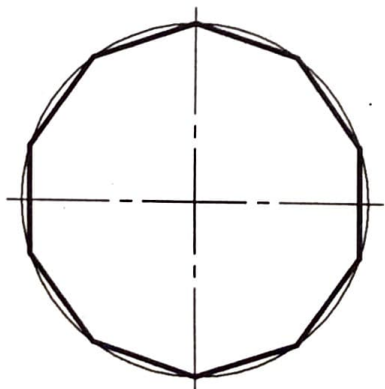
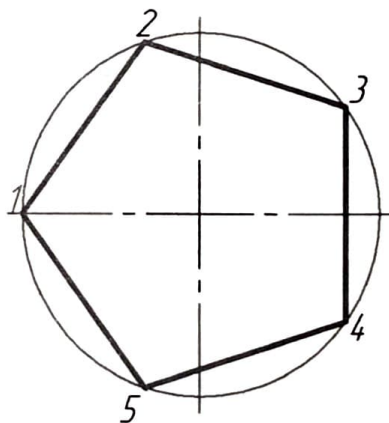
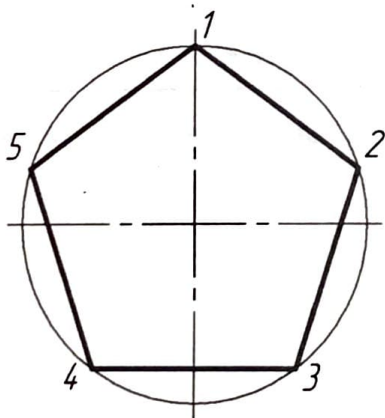
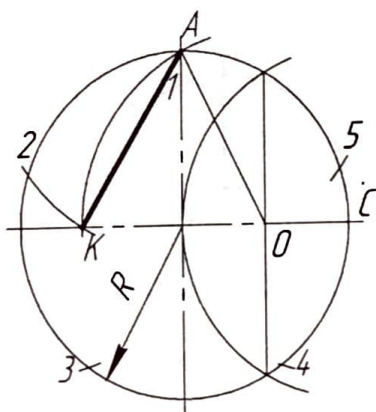
*Деление окружности на 5 и 10 равных частей*

Алгоритм построения:

1. Нахождение стороны пятиугольника.
  - Радиус окружности –  $R$  – делим пополам (из точки  $C$  циркулем радиусом  $R$  делаем засечки на окружности и соединяем их) – т.  $O$ .
  - Из т.  $O$  раствором циркуля  $OA$  проводим дугу до пересечения с осью – т.  $K$ .
  - Отрезок  $AK$  является  $1/5$  частью окружности или стороной правильного пятиугольника.
2. Для того чтобы поделить окружность на 5 равных частей, надо из любой точки окружности (например, из т. 1) с помощью измерителя последовательно отложить отрезок  $AK$  пять раз.

*Построение 5-угольника.* Соединив полученные 5 точек, начертим пятиугольник.

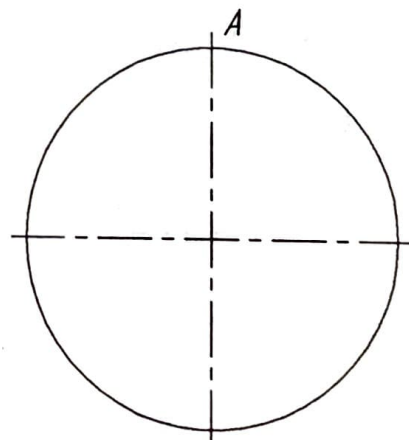
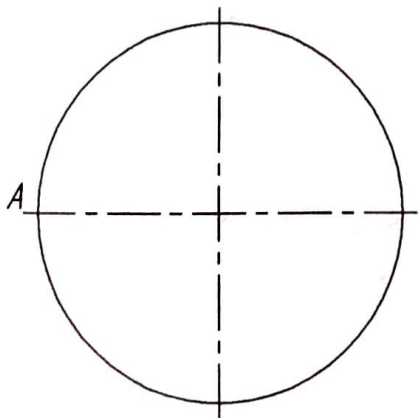
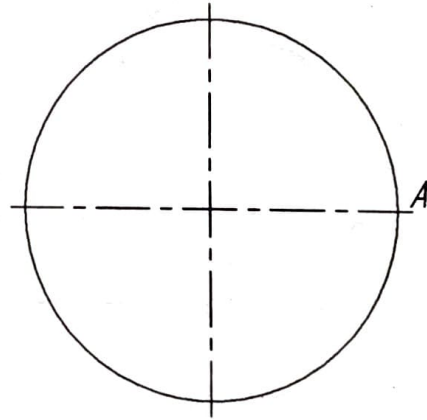
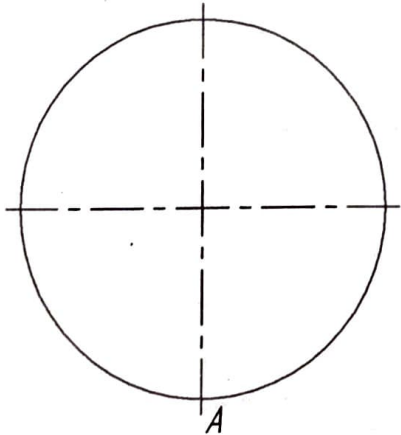
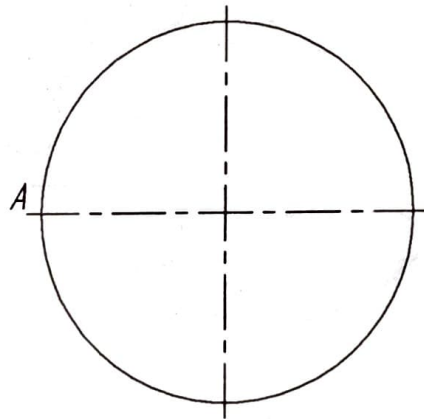
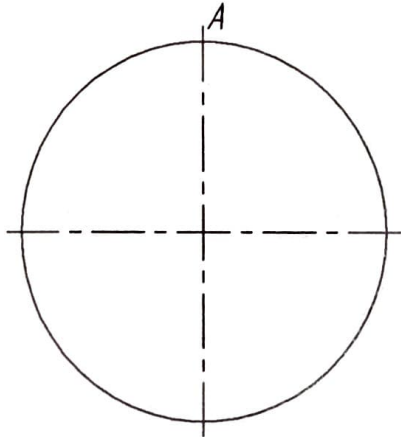
*Построение 10-угольника.* Найдем сторону искомого 10-угольника, разделив отрезок  $AK$  пополам.



### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

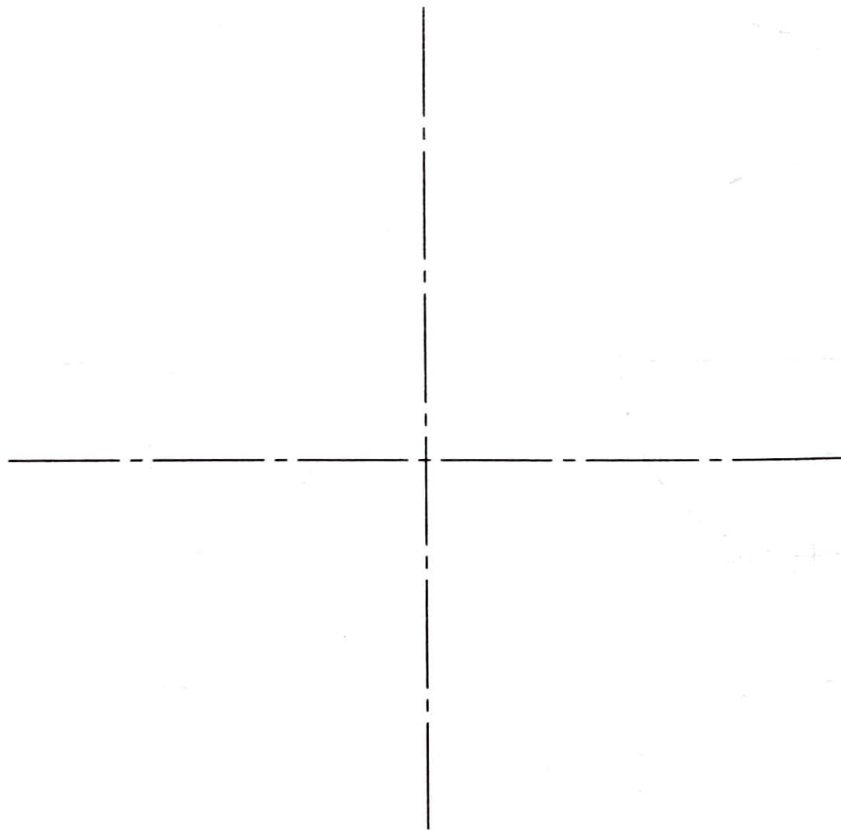
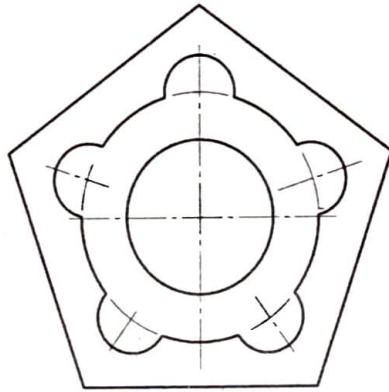
#### 3.4 Деление окружности на равные части и построение вписанных многоугольников

**Упражнение 11.** Начертить вписанные в окружность правильные 5- и 10-угольники с вершинами в точке *A*.



**3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями**  
3.4 Деление окружности на равные части и построение вписанных многоугольников

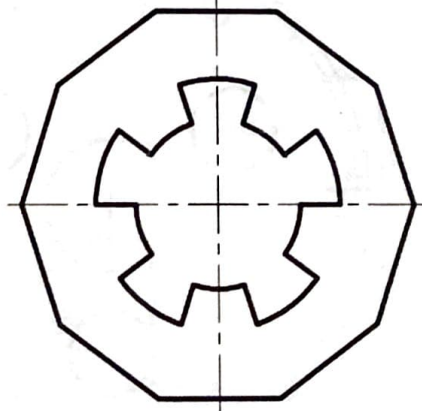
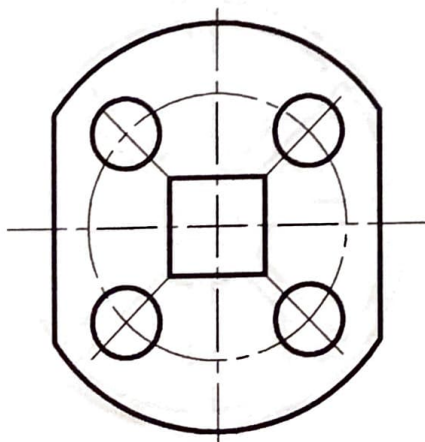
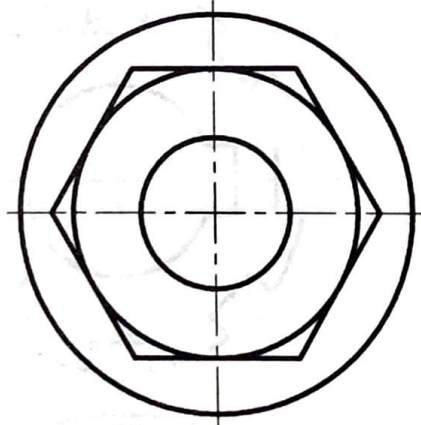
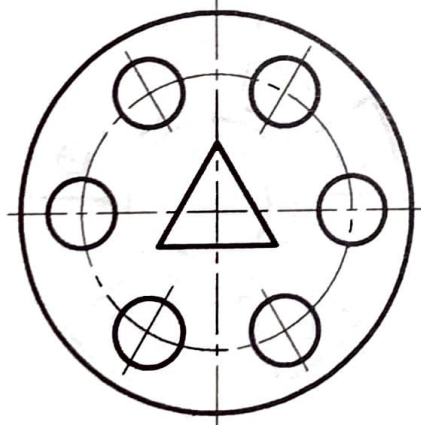
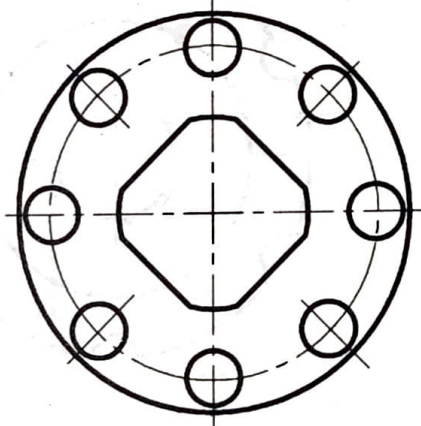
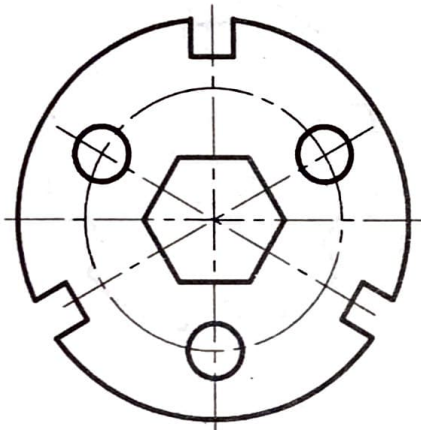
**Упражнение 12.** Построить деталь в 2 раза больше заданной.



### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

#### 3.5 Геометрические построения плоских деталей

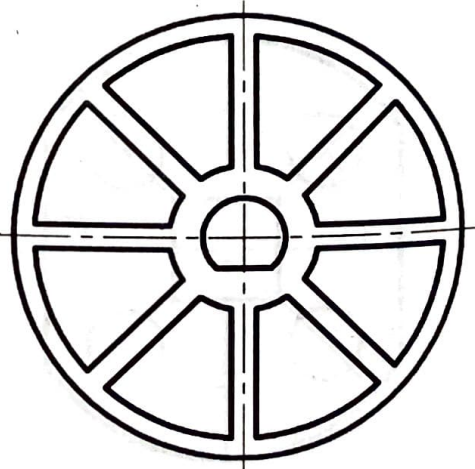
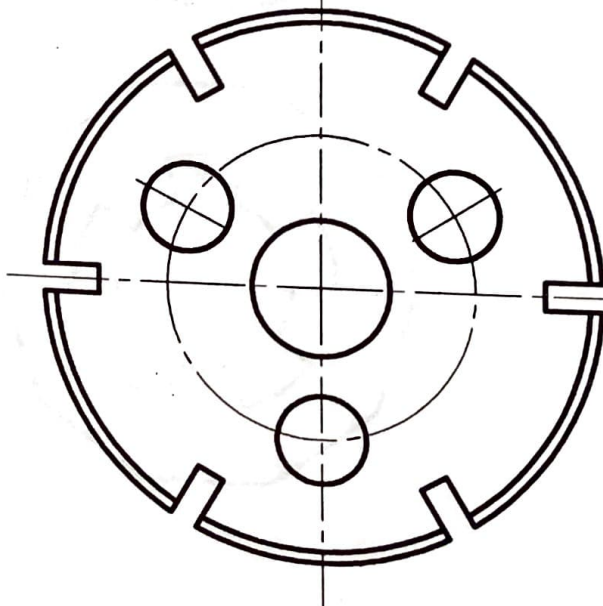
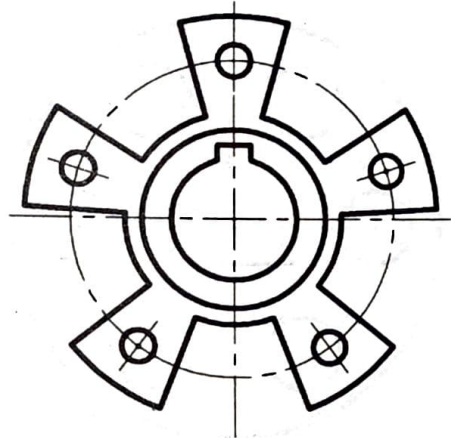
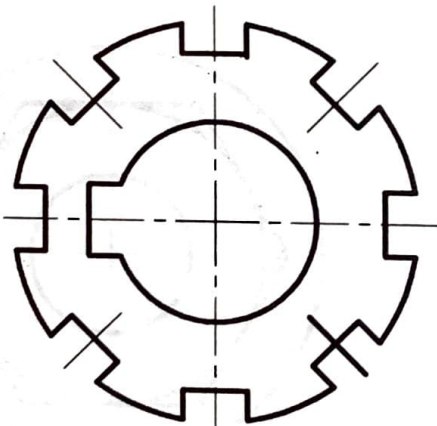
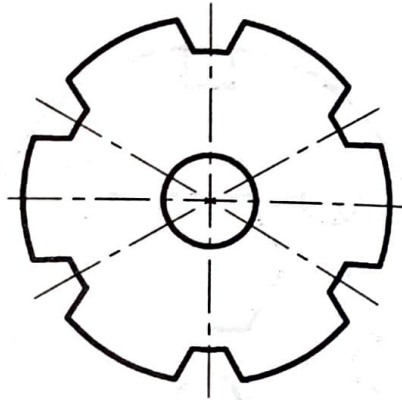
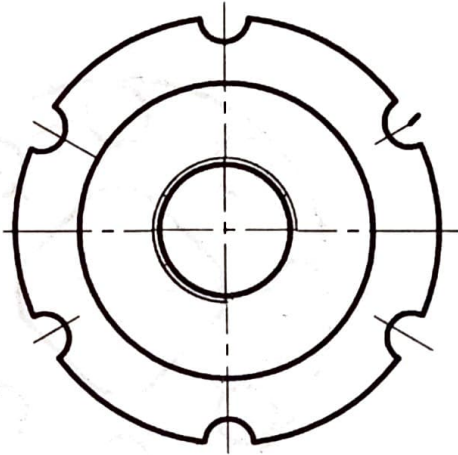
**Упражнение 14.** На листе ватмана размером 210 x 297 мм (формат А4) построить одну из деталей, увеличив ее в 2 раза.



### 3. Простейшие принципы работы с чертежными принадлежностями

#### 3.5 Геометрические построения плоских деталей

**Упражнение 15.** На листе ватмана размером 210 x 297 мм (формат А4) построить одну из деталей, увеличив ее в 2 раза.

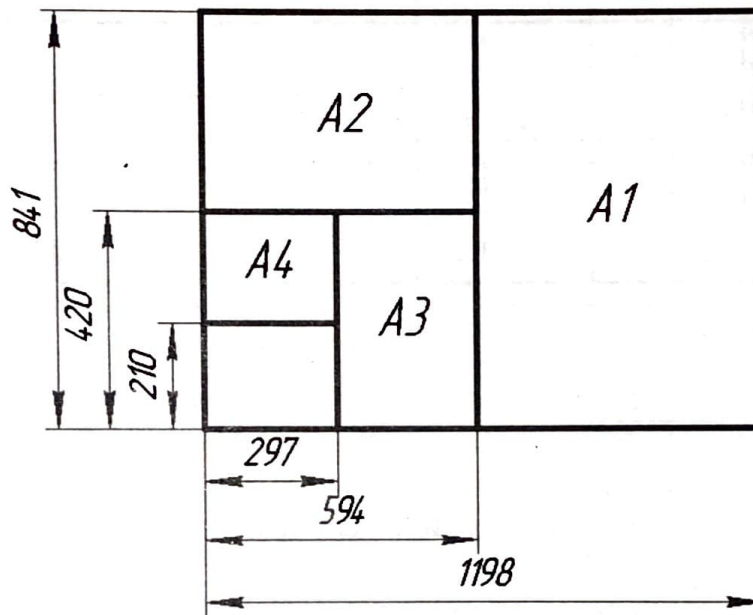


## 4. Правила оформления чертежей

### 4.1 Форматы. Рамка. Основная надпись.

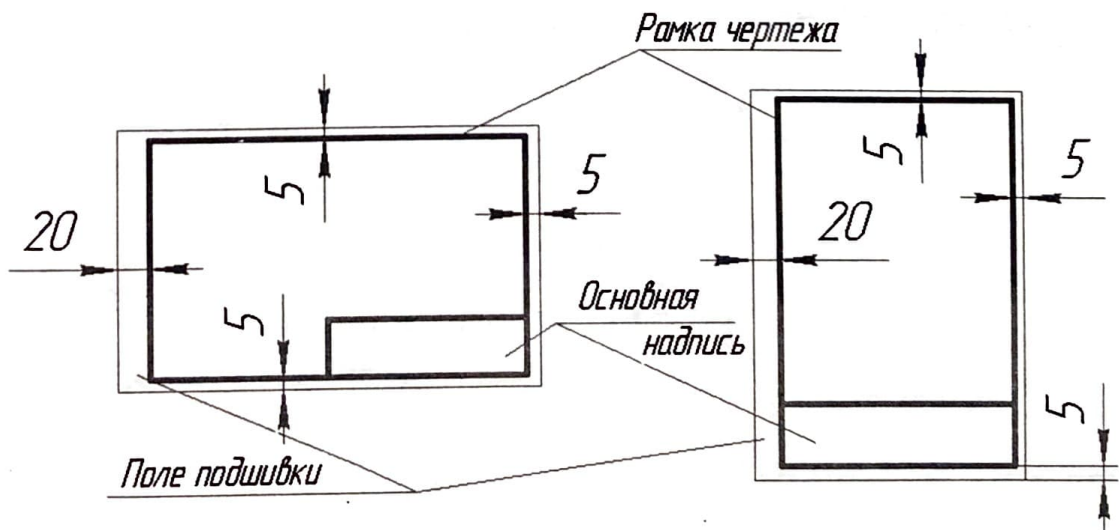
**Форматы.** Конструкторские документы, включая чертежи, выполняются на листах определенных размеров – форматах. Начальный формат – А0 имеет площадь 1 м<sup>2</sup> и размеры сторон 841х1198 мм.

Каждый последующий формат (А1, А2, А3, А4 и др.) образуется путем деления пополам длинной стороны исходного формата. Все форматы располагаются вертикально и горизонтально, за исключением формата А4.



**Внимание!** Формат А4 располагается только вертикально.

**Рамка.** Внутри каждого формата чертится рамка, ограничивающая рабочее поле чертежа. Слева от внешней рамки – поле для подшивки.

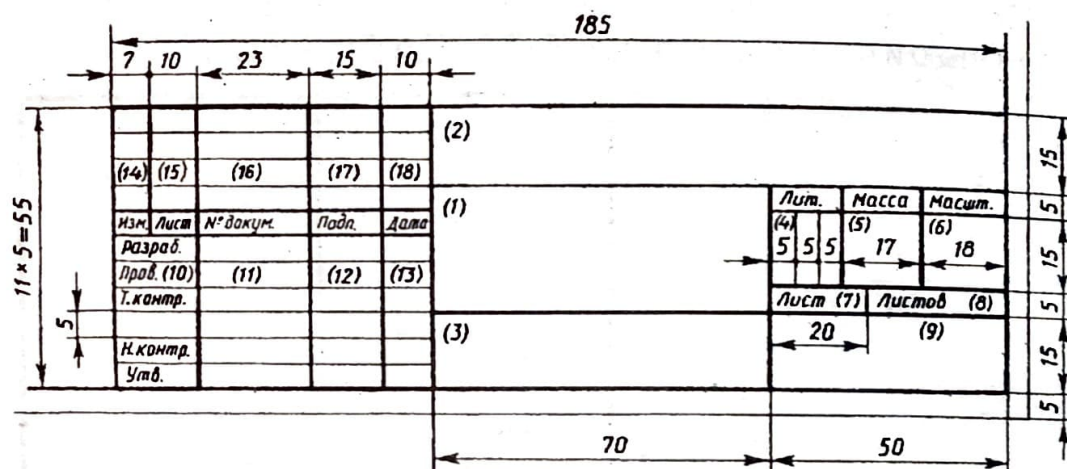




## 4. Правила оформления чертежей

### 4.1 Форматы. Рамка. Основная надпись.

**Основная надпись.** Каждый чертеж имеет основную надпись, которая располагается в правом нижнем углу рамки. В основной надписи помещается информация об изделии, выполненном на чертеже, и об исполнителе.



Основная надпись заполняется следующим образом:

- (1) Название изделия, выполненного на чертеже.
- (2) Обозначение изделия.
- (3) Наименование материала, из которого изготавливается изделие, выполненное на чертеже.
- (4) Литера – этап разработки чертежа. Присваивается данному документу.
- (6) Масштаб.
- (9) Наименование учебного заведения.
- (11) Фамилия и подпись преподавателя.

Фамилия ученика пишется в графе «Разработал», рядом ставятся подпись и дата выполнения работы.

**Упражнение 16.** Начертить по размерам основную надпись.

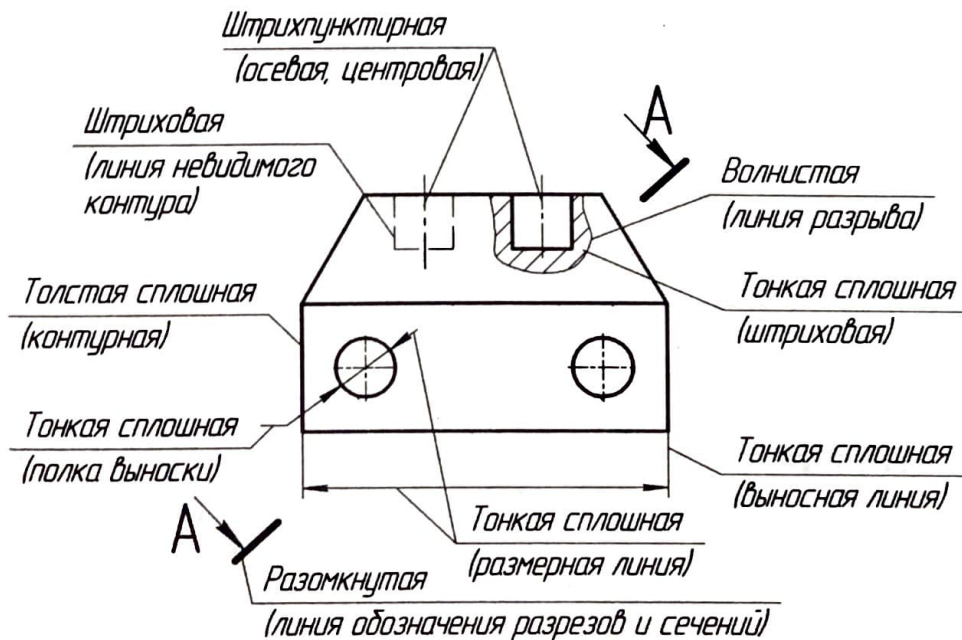
## 4. Правила оформления чертежей

### 4.2 Линии чертежа

Для понимания того, что изображено на чертеже, основную роль играют начертание и толщина линий.

№ п/п	Наименование линий	Начертание и параметры	Толщина	Назначение
1	Сплошная основная толстая		$s=1$	Линии видимого контура
2	Сплошная тонкая		$s=1/3$	Линии размерные, выносные Линии-выноски и полки линий-выносок Штриховые Линии построения
3	Сплошная волнистая			Линия обрыва Линия разграничения вида и разреза
4	Штриховая			Линия невидимого контура
5	Штрихпунктирная			Линии осевые и центровые
6	Разомкнутая			$s=3/2$

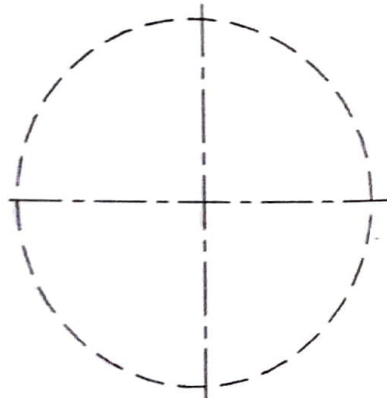
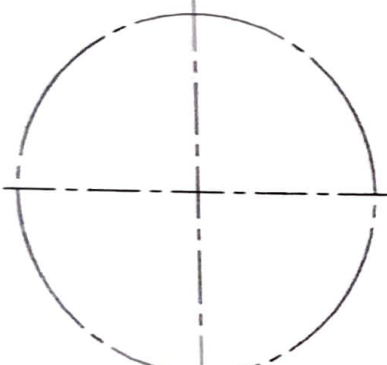
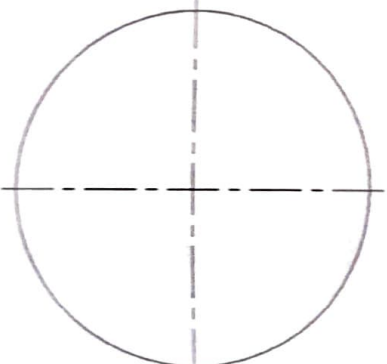
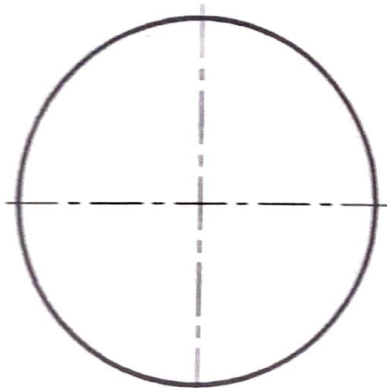
**Внимание!** 1. Штриховая и штрихпунктирная линии пересекаются и заканчиваются штрихами.  
2. Штрихпунктирная линия выводится за контур изображения на 2...5 мм.



## 4. Правила оформления чертежей

### 4.2 Линии чертежа

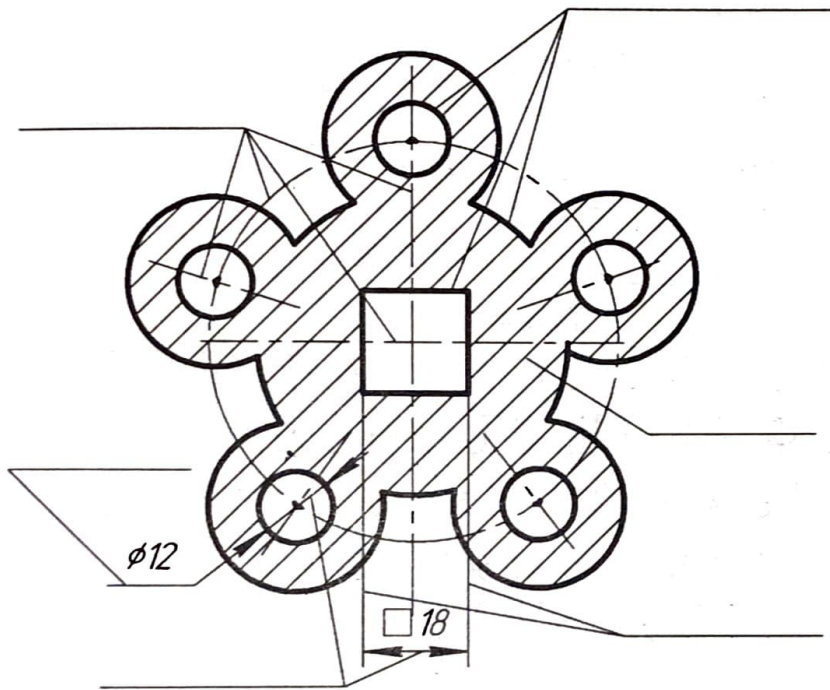
**Упражнение 17.** Начертить по пять линий по образцу на расстоянии друг от друга 5 мм и внутренние концентрические окружности также на расстоянии 5 мм друг от друга.



## 4. Правила оформления чертежей

### 4.2 Линии чертежа

**Упражнение 18.** Написать названия линий на чертеже.



**Упражнение 19.** Придумать и начертить предмет (бытовой, деталь, инструмент и т.п.), используя линии чертежа.

## 4. Правила оформления чертежей

### 4.3 Стандартный чертежный шрифт

**Шрифт.** Каждому виду графической деятельности свойственны определенные шрифты. Художники-шрифтовики и художники-графики создали типографские, архитектурные, чертежные и др. шрифты.

В технике, на чертежах применяют чертежные шрифты типа А – прямые, и тип Б – наклонные (под углом  $75^\circ$ ).

#### Тип Б

А Б В Г Д Е Ж З И И К Л М Н О П Р С Т

У Ф Х Ц Ч Щ Ш Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и и к л м н о п р с т у ф х ц ч щ ш ъ ы ь э ю я  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

#### Тип А

А Б В Г Д Е Ж З И И К Л М Н О П Р С Т

У Ф Х Ц Ч Щ Ш Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и и к л м н о п р с т у ф  
х ц ч щ ш ъ ы ь э ю я  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

**Размер шрифта** или № шрифта определяется высотой  $h$  (мм) прописных букв и цифр.

Существует ряд шрифтов, применяемых в чертежах; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Параметры шрифта

$h$  - высота прописных букв

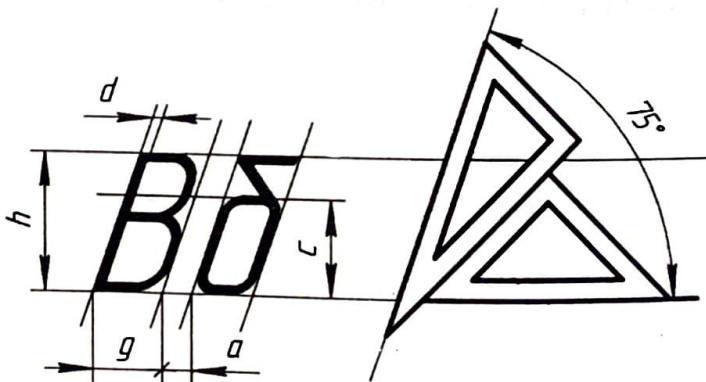
$d$  - толщина линий

$c$  - высота строчных букв

$g$  - ширина букв

$a$  - расстояние между буквами

$k$  - высота выносного элемента



*Последовательность написания некоторых букв.*

Проводятся две пары параллельных линий, а затем их соединяют дугами.



## 4. Правила оформления чертежей

### 4.3 Стандартный чертежный шрифт

#### Строчные буквы

Упражнение 20. Написать строчные буквы.

и

т

п

ш

у

щ

ц

ч

о

в

д

д

б

ю

к

с

е

ф

ж

х

з

ч

г

ы

л

ь

м

я

н

э

## 4. Правила оформления чертежей

### 4.3 Стандартный чертежный шрифт

#### Прописные буквы

Упражнение 21. Написать прописные буквы.

П

Е

П

Ц

Н

Ш

Т

Щ

И

М

Х

А

К

Л

Ж

Д

Ч

О

Б

Г

В

Ь

Р

Ф

Я

З

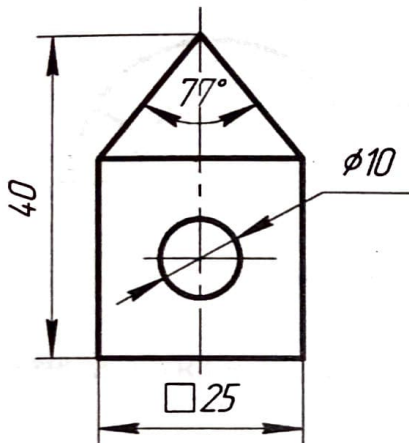
1 2 3 4 5

6 7 8 9 0

## 4. Правила оформления чертежей

### 4.4 Простановка размеров на чертежах

**Размеры.** На чертежах размеры детали показывают в виде выносных и размерных линий (линии со стрелочками), а цифровые значения размера проставляют над размерными линиями, отступив от них на  $\approx 2$  мм. Стрелочки размерных линий имеют длину 5 мм и раствор  $20^\circ$ .

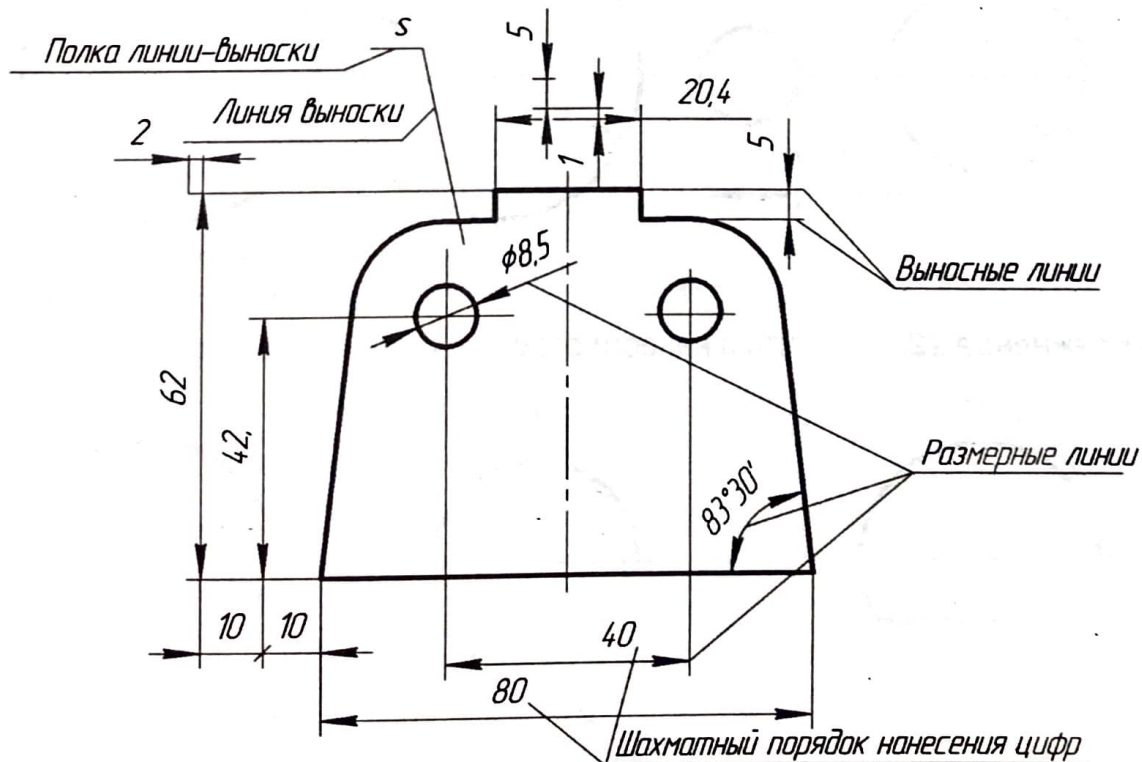


Существуют линейные и угловые размеры. Линейные размеры измеряются в мм (мм на чертежах не ставят), на угловых размерах ставят символ градуса -  $^\circ$ .

**Внимание!** Размерные линии желательно наносить вне чертежа.

*Этапы простановки размеров.*

1. Простановку размеров детали начинают с нанесения **габаритных** размеров, т.е. наибольших размеров по высоте, ширине и длине.
2. Далее наносят **координирующие** размеры, для того чтобы зафиксировать местоположение элемента на чертеже относительно баз, которыми могут служить точка, ось или контурная линия.
3. Затем наносят **размеры каждого элемента**, – окружности, выступа, угла, дуги и т.д.

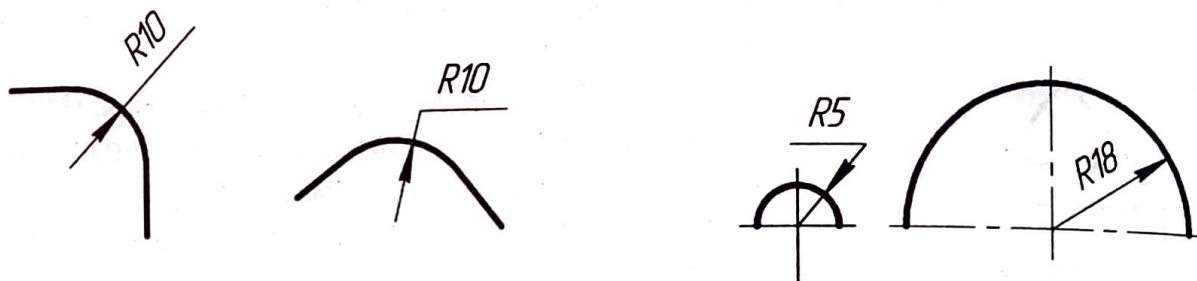




## 4. Правила оформления чертежей

### 4.4 Простановка размеров на чертежах

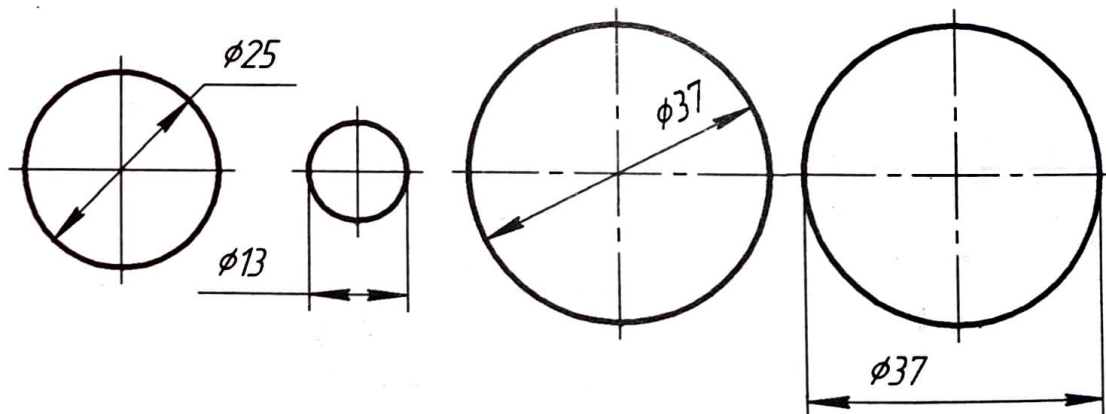
Для обозначения разных фигур на чертеже используют такие знаки, как  $R$  – радиус,  $\varnothing$  – диаметр,  $\square$  – квадрат,  $\circ$   $R$  – радиус сферы,  $s$  – толщина детали и т.д.  
*Нанесение размеров (радиуса) на дуге.*



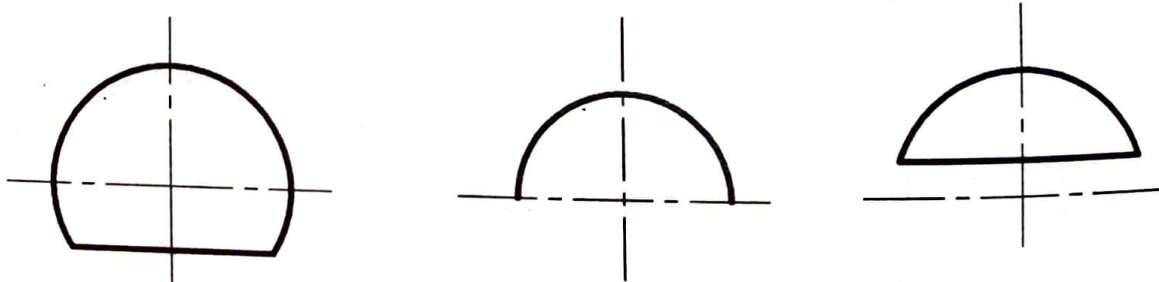
*Нанесение размеров (диаметра) на окружности.*

**Внимание!** Если диаметр окружности:

- меньше 12 мм, то стрелки и числовые значения размера ставятся с внешней стороны;
- от 12 мм и больше – внутри окружности
- от 12 мм до 40 мм знак диаметра и числовое значение располагают на продолжении размерной линии или на полке-выноске;



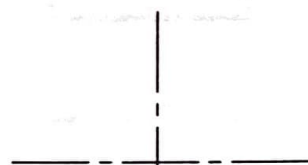
**Упражнение 22.** Измерить и нанести размеры частей окружности.



## 4. Правила оформления чертежей

### 4.4 Простановка размеров на чертежах

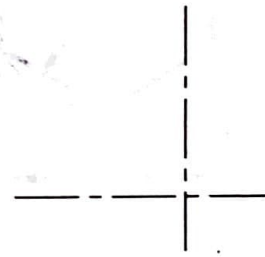
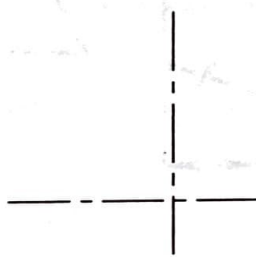
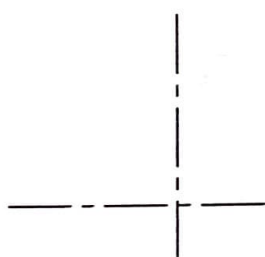
**Упражнение 23.** Вычертить окружности и дуги по заданным размерам. Нанести размеры.

 $\varnothing=30$  $\varnothing=8$  $\varnothing=48$ 

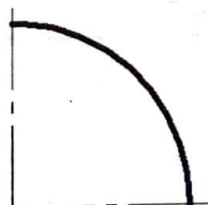
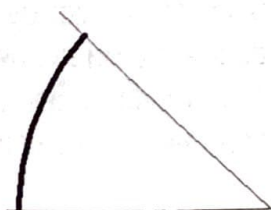
R=15

R=24

R=5



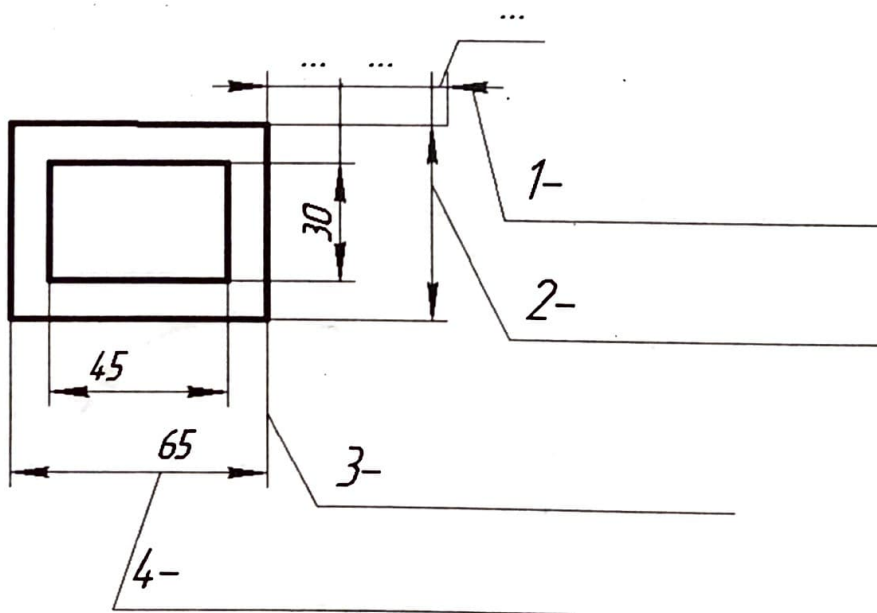
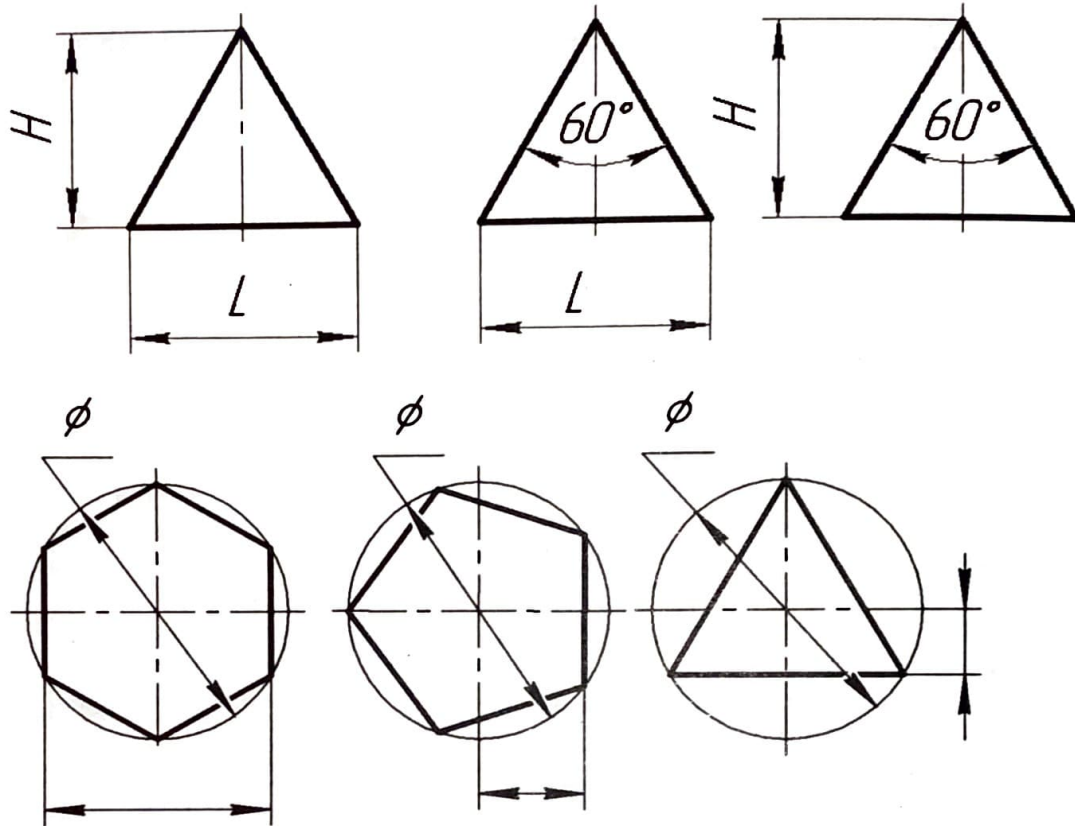
**Упражнение 24.** Измерить и нанести размеры частей окружности.



## 4. Правила оформления чертежей

### 4.4 Простановка размеров на чертежах

Нанесение размеров на треугольнике, шестиугольнике, пятиугольнике.



#### Упражнение 25.

Напишите названия элементов 1, 2, 3, 4. Укажите в местах, где поставлены точки, расстояния между размерными линиями и длину выступающего конца выносной линии.

## 4. Правила оформления чертежей

### 4.5 Масштабы

Изображения на чертежах могут выполняться как в натуральную величину предмета, так и с уменьшением или с увеличением. В последних случаях используются масштабы.

**Масштаб** – это отношение линейных размеров предмета на чертеже к его натуральным (действительным) размерам.

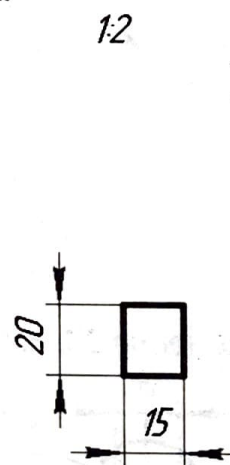
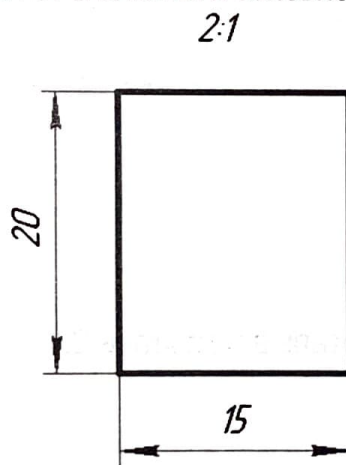
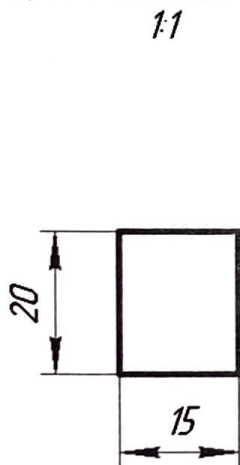
На чертежах всех отраслей промышленности и строительства существуют свои масштабы изображений. При этом в машиностроении нередко используют масштаб натуральной величины (обозначается 1:1), в строительстве и в архитектуре – масштабы уменьшения, в оптике и приборостроении – масштабы увеличения.

*Натуральный масштаб – 1:1*

*Масштаб увеличения – 2:1, 2,5:1, 4:1, ... 100:1*

*Масштаб уменьшения – 1:2, 1:2,5, 4:1, ... 1:100*

Масштабы записываются в основной надписи, в графе «Масштаб» или на поле чертежа, если он отличается от значения в основной надписи.

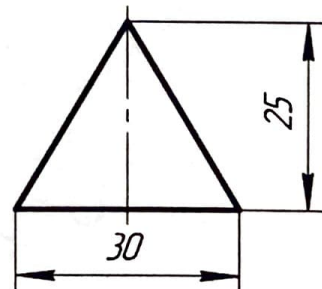
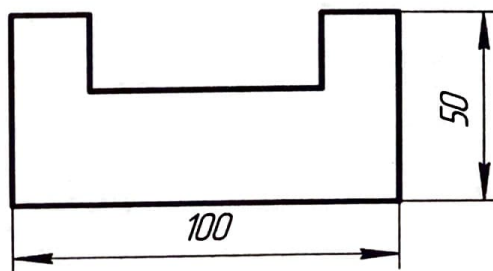
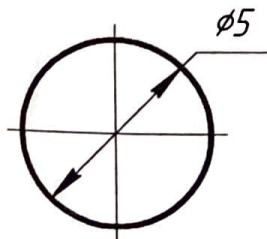


*Натуральный масштаб*

*Масштаб увеличения*

*Масштаб уменьшения*

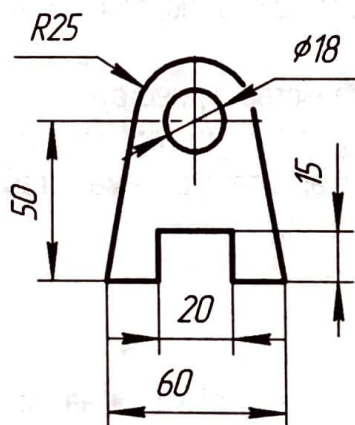
**Упражнение 26.** Определить масштаб и записать его над каждым изображением.



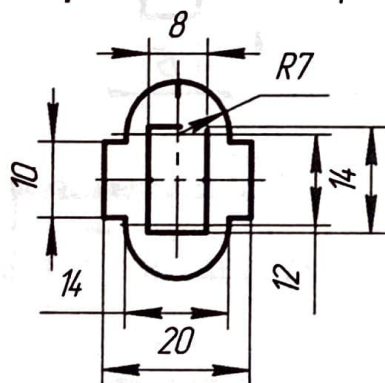
## 4. Правила оформления чертежей

### 4.5 Масштабы

**Упражнение 27.** Начертить деталь в масштабе 1:1.



**Упражнение 28.** Начертить деталь в масштабе 2:1.



## 4. Правила оформления чертежей

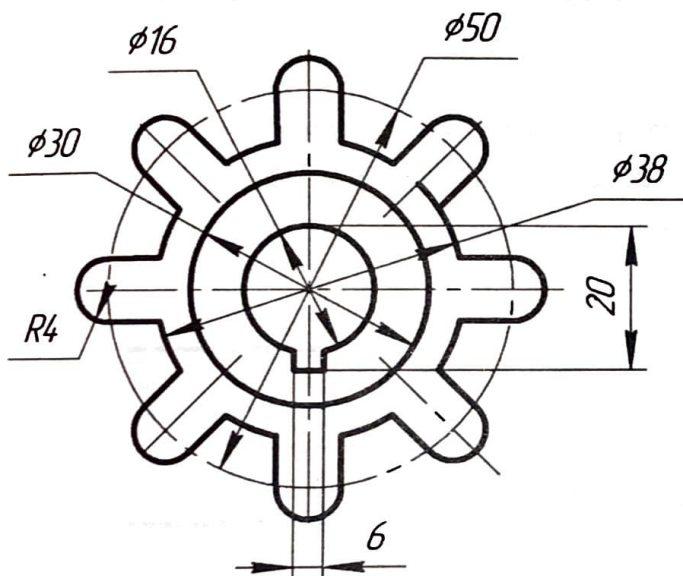
### 4.5 Масштабы

**Упражнение 29.** Начертить на ватмане деталь. Заполнить основную надпись следующим образом:

- графу «Наименование детали» заполнить шрифтом №7;
- графу «Обозначение чертежа» – шрифтом №10;
- остальные графы – шрифтом №5.

*Розетка-самоточка*

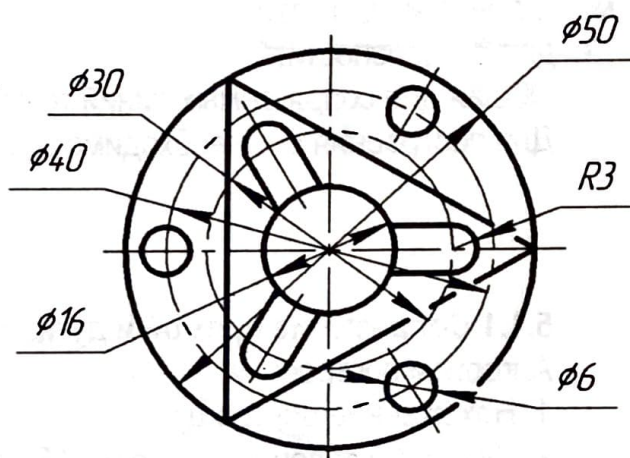
2:1



Сталь 45 ГОСТ 1050-74

*Матрица*

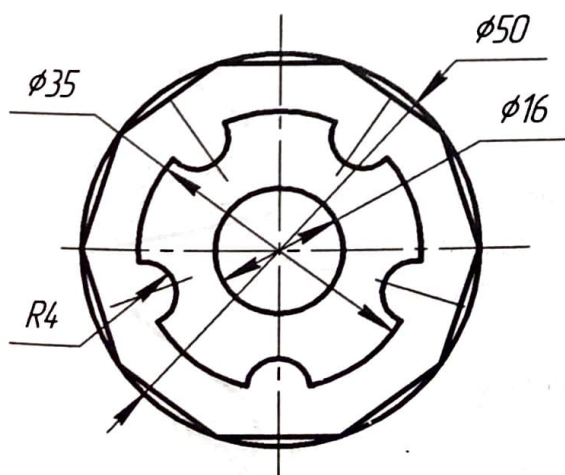
2:1



Сталь У8А ГОСТ 1435-74

*Фланец*

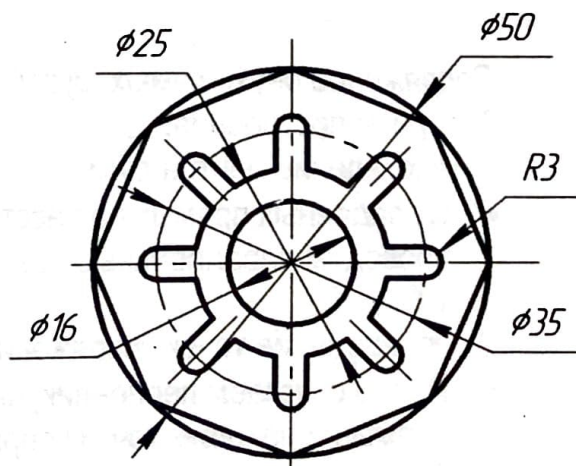
2:1



Сталь 3 ГОСТ 380-71

*Прокладка*

2:1

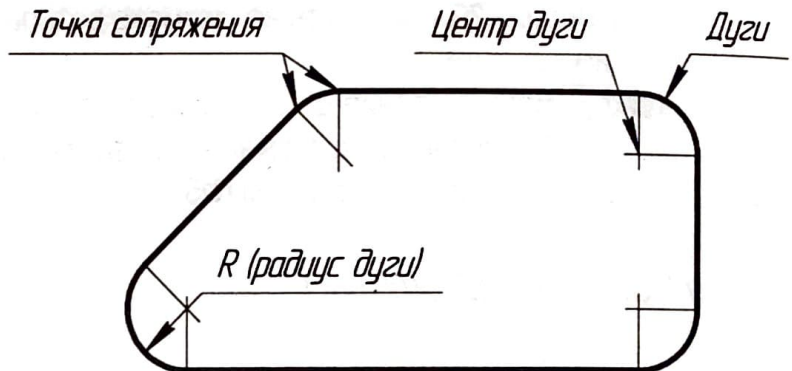


Сталь 3 ГОСТ 380-71

## 5. Сопряжения

### 5.1 Сопряжение прямой и окружности

**Сопряжение** – это плавный переход одной линии в другую. Используют сопряжения для придания изделиям повышенной прочности, более красивого внешнего вида и для того, чтобы не пораниться об острые края и углы металлических деталей, т.е. для безопасности.

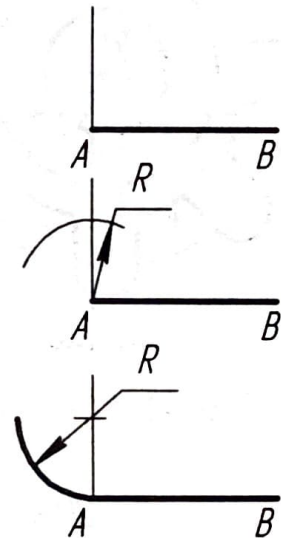


Общая для сопрягаемых линий точка называется *точкой сопряжения*. Для построения дуг необходимо знать расположение *центра дуги*.

#### 5.1.1 Сопряжение прямой и дуги.

Алгоритм построения:

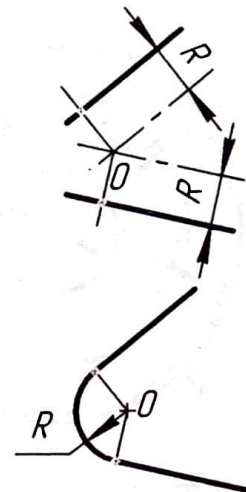
1. Нахождение центра дуги.
  - Из конца заданного отрезка  $AB$  восстанавливаем перпендикуляр.
  - На перпендикуляре откладываем радиус дуги, т.е. находим ее центр  $т.О$ .
2. Из центра дуги ( $т. О$ ) заданным радиусом ( $R$ ) от точки сопряжения  $A$  чертим дугу.



*Сопряжение двух прямых дугой.*

Алгоритм построения:

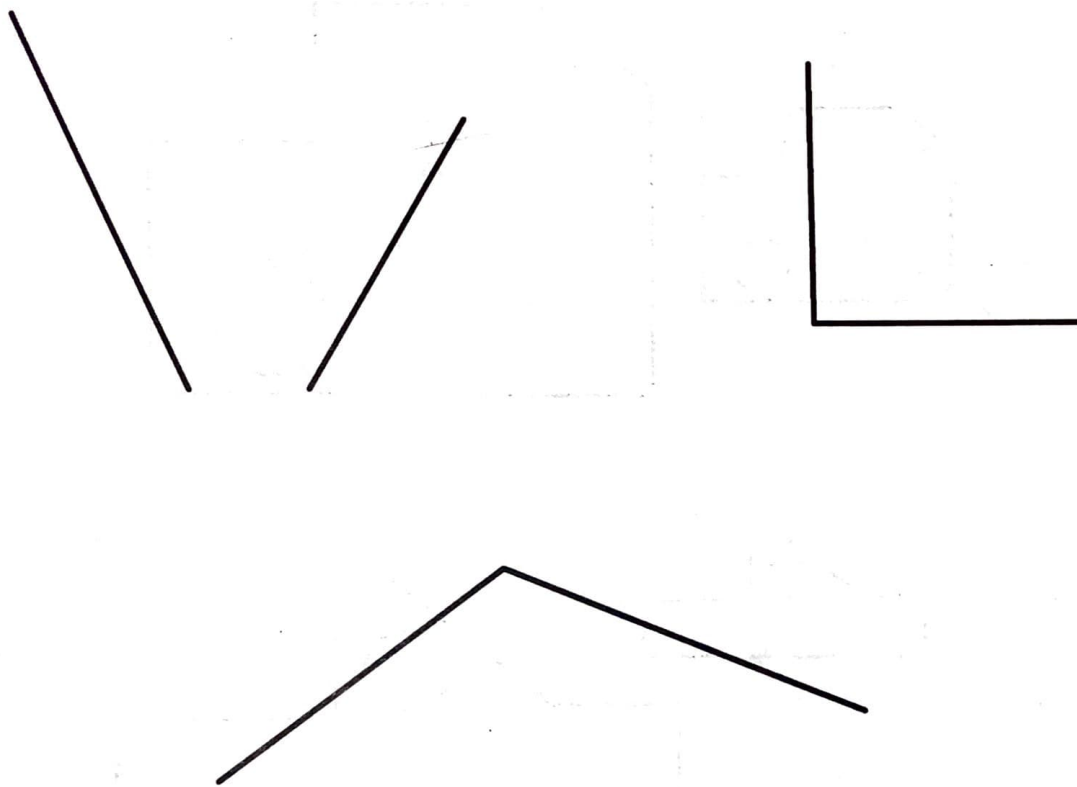
1. Нахождение центра дуги.
  - От заданных прямых на расстоянии радиуса дуги проводим параллельные линии до их пересечения –  $т.О$ .
2. Определение точек сопряжения.
  - Из  $т.О$  опускаем перпендикуляры на заданные прямые и находим точки сопряжения.
3. Начертание дуги.
  - Заданным радиусом  $R$  соединяем точки сопряжения (перехода).



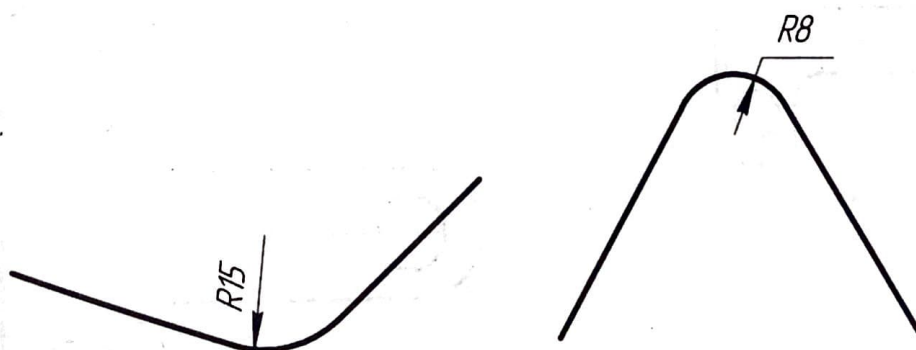
## 5. Сопряжения

### 5.1 Сопряжение прямой и окружности

**Упражнение 30.** Построить сопряжение данных прямых дугой  $R=15$ .



**Упражнение 31.** Найти центры и точки сопряжения.

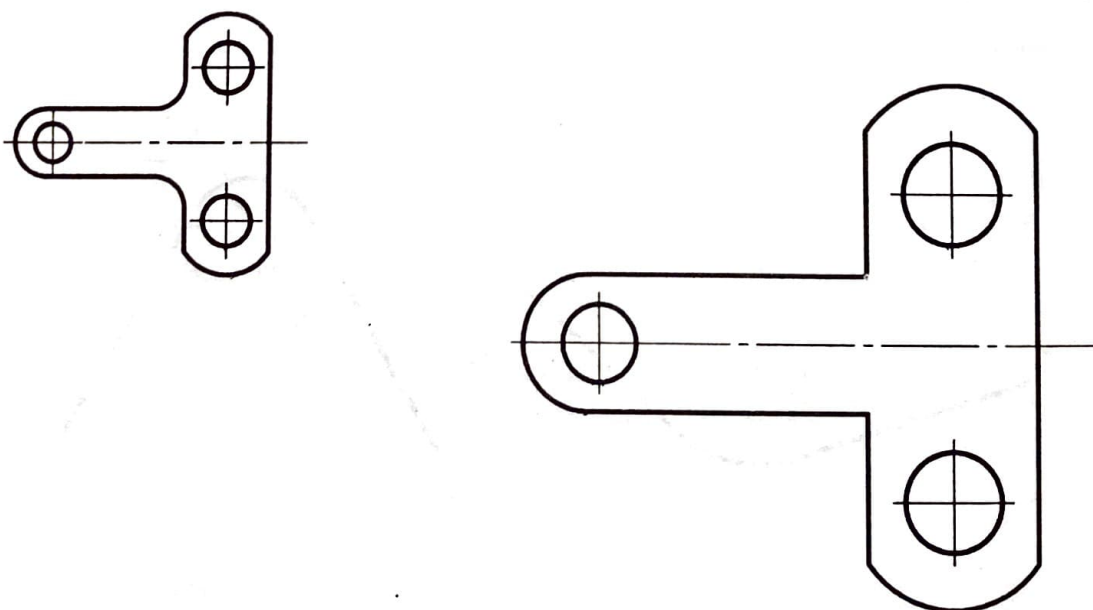
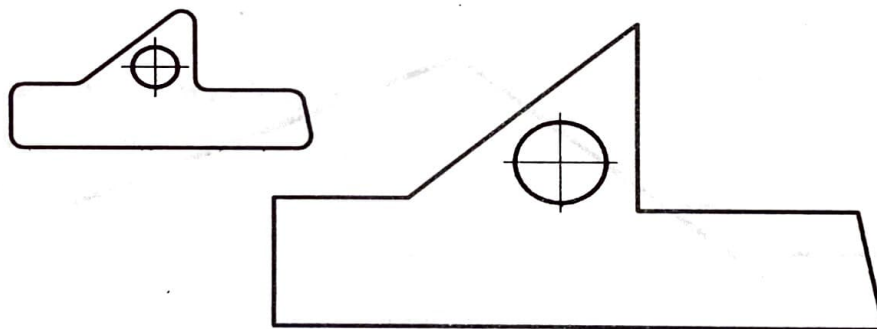
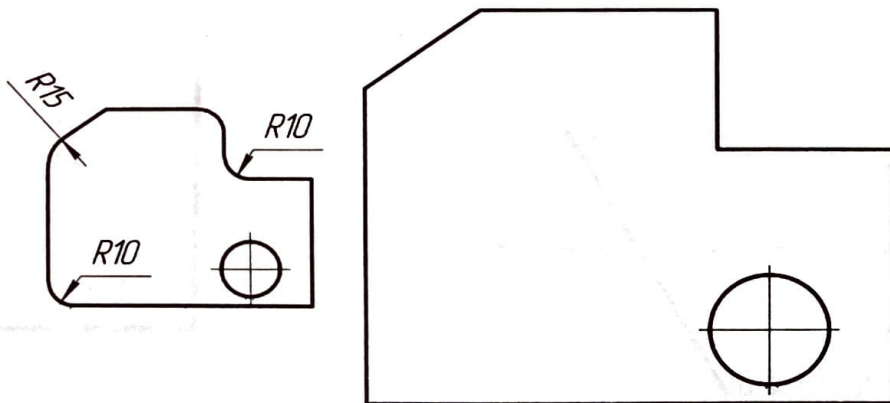




## 5. Сопряжения

### 5.1 Сопряжение прямой и окружности

**Упражнение 32.** Выполнить сопряжения в нужных местах (за исключением указанных) дугой  $R=10$ , предварительно определив центры и точки сопряжения.



## 5. Сопряжения

### 5.1 Сопряжение прямой и окружности

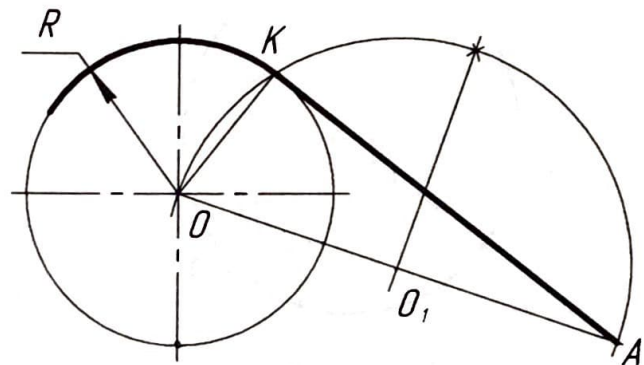
**5.1.2 Построение касательной к окружности.** Известно, что касательная к окружности всегда перпендикулярна радиусу, проведенному в точку касания. Для построения касательной к окружности радиуса  $R$  из точки  $A$  воспользуемся построением прямоугольного треугольника, вписанного в окружность и опирающегося на диаметр.

Алгоритм построения:

1. Построение вспомогательной полуокружности, в которую вписан прямоугольный треугольник, опирающийся на диаметр.

- Соединяем центр окружности  $O$  с заданной т.  $A$ .
- Делим отрезок  $OA$  пополам и получаем т.  $O_1$  – центр окружности.
- Из т.  $O_1$  радиусом  $O_1A$  проводим окружность, пересекающуюся в т.  $K$  со вспомогательной окружностью.

2. Нахождение точки сопряжения. Соединив т.  $S$  с т.  $K$ , получим прямоугольный треугольник  $O_1KA$ . Угол  $K$  прямой, катет  $O_1K$  является радиусом, а катет  $AK$  – касательной. Следовательно, точка пересечения двух окружностей (т.  $K$ ) является точкой сопряжения прямой и заданной окружности.



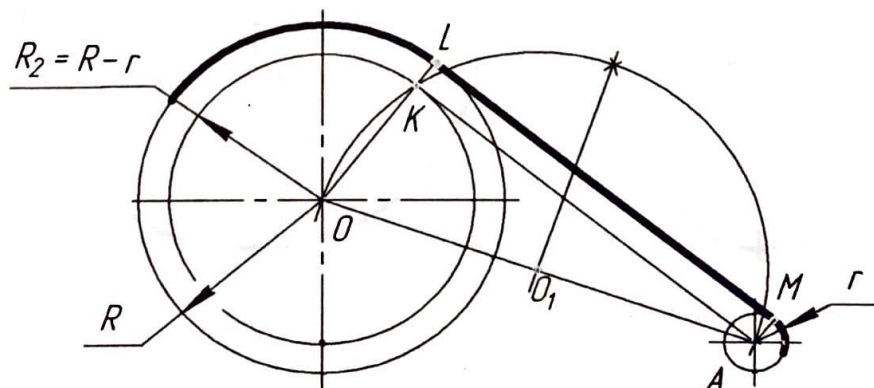
### 5.1.3 Построение касательной к двум окружностям.

Алгоритм построения:

1. Для построения касательной к 2 окружностям ( $R$  с центром  $O$  и  $r$  с центром  $A$ ) воспользуемся графическим решением предыдущей задачи. С этой целью сведем окружность малого радиуса в точку, т.е.  $r-r=0$ , а окружность большого радиуса уменьшим на  $r$  т.е.  $R-r=R_2$  и проведем вспомогательную окружность радиуса  $R_2$ .

2. Далее проводим такие же графические построения, как в первой задаче.

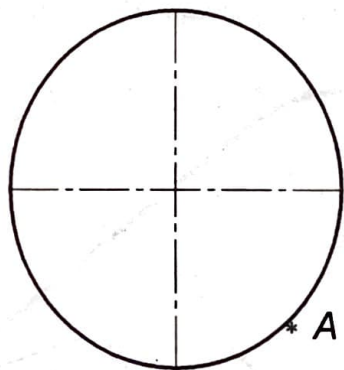
3. Продлеваем  $OK$  до пересечения с заданной окружностью  $R$  – т.  $L$  и полученную касательную  $AK$  параллельно переносим к двум заданным окружностям – т.  $L$ .  $M$ .



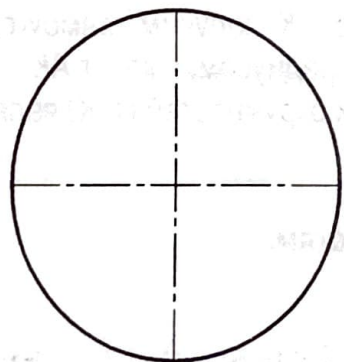
## 5. Сопряжения

### 5.1 Сопряжение прямой и окружности

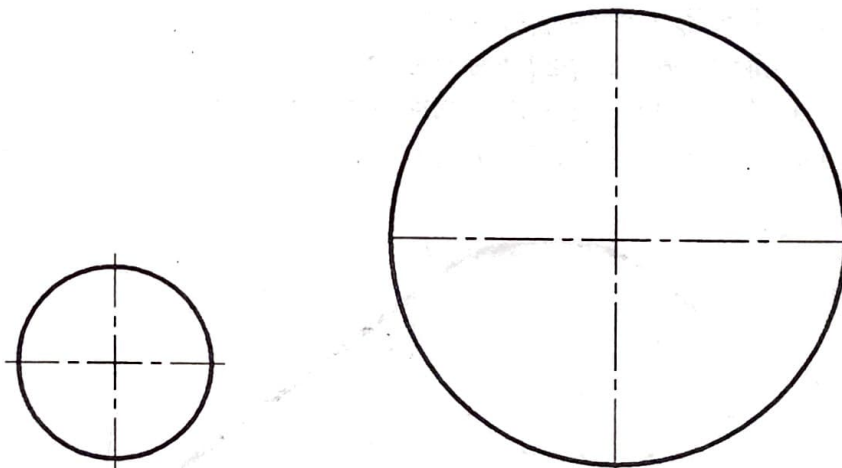
**Упражнение 33.** Построить касательную к окружности из т. А.



**Упражнение 34.** Построить касательную к окружности, проходящую через т. А.



**Упражнение 35.** Построить касательную к двум окружностям.

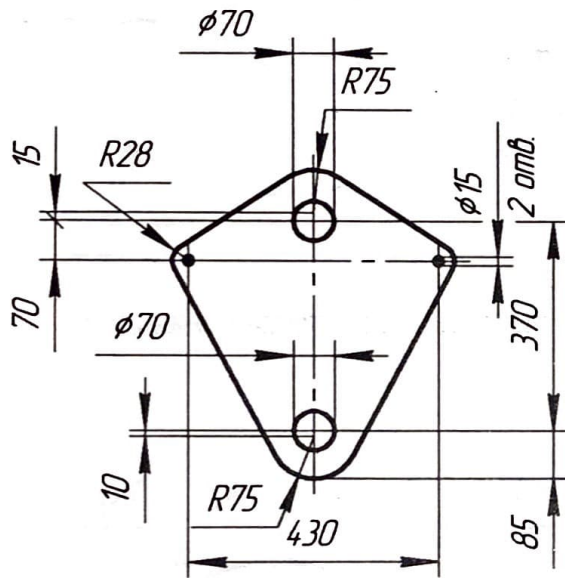


## 5. Сопряжения

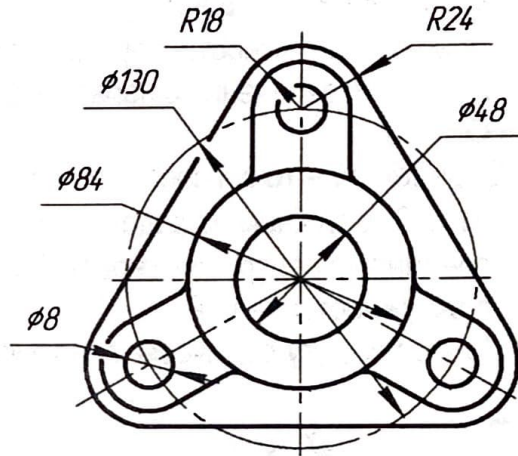
### 5.1 Сопряжение прямой и окружности

**Упражнение 36.** Вычертить деталь по ее наглядному изображению.

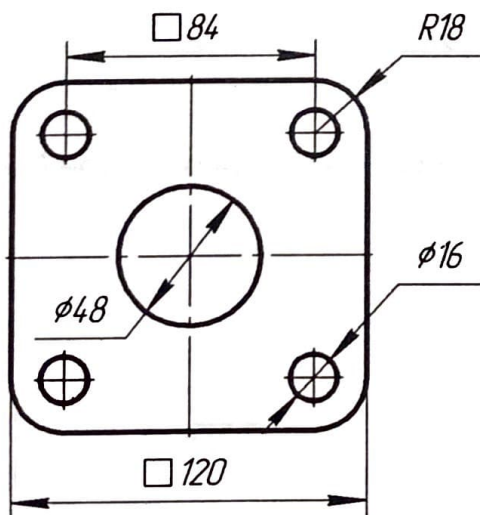
M 1:2



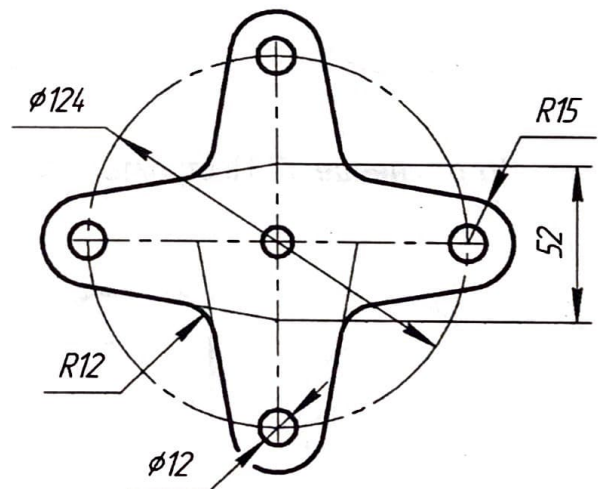
M 1:1



M 1:1



M 1:1



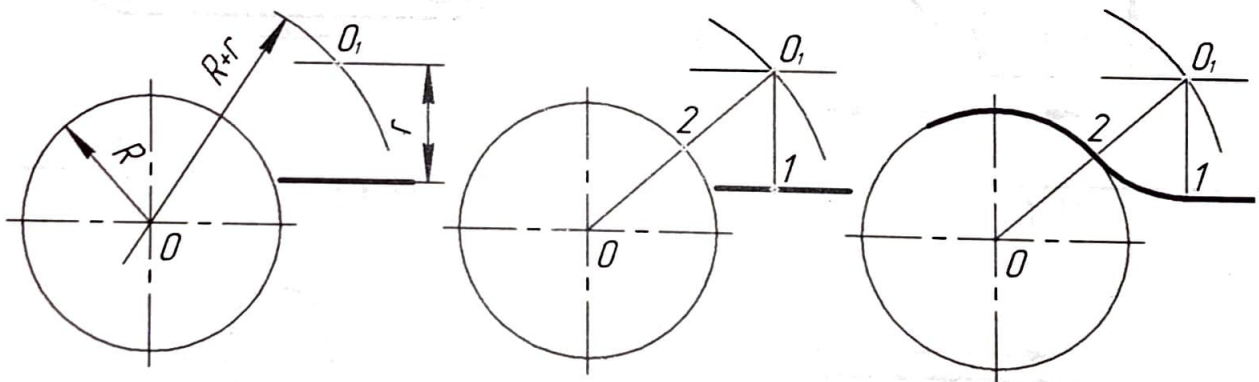
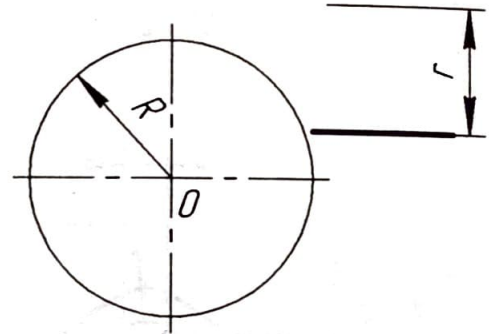
## 5. Сопряжения

### 5.2 Сопряжение прямой и окружности дугой

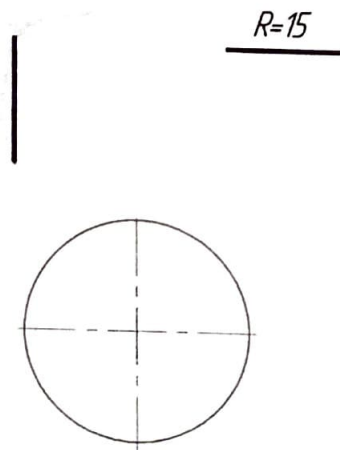
Сопряжение прямой и окружности дугой заданного радиуса.

Алгоритм построения:

1. Нахождение центра дуги, соединяющей прямую и часть окружности:
  - на расстоянии  $r$  проводим линию, параллельную заданной;
  - из центра окружности чертим дугу радиусом  $R + r$  до пересечения с параллельной линией  $O_1$ .
2. Определение точки сопряжения:
  - из т.  $O_1$  опускаем на заданную прямую перпендикуляр - т. 1;
  - соединяем центр окружности  $O$  с т.  $O_1$  и находим точку сопряжения дуги с окружностью - т. 2.
3. Проводим дугу радиусом  $r$  от точки 2 до т. 1.



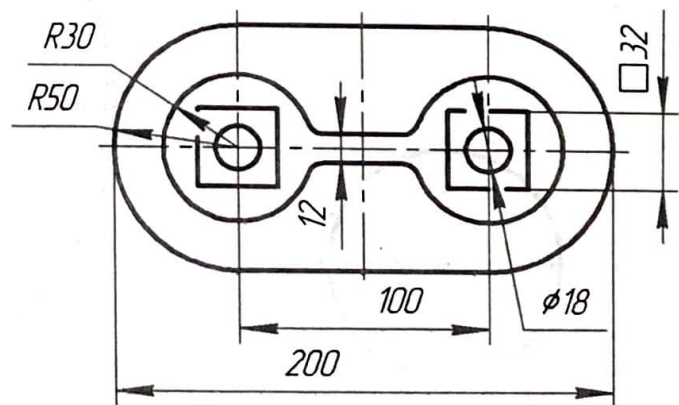
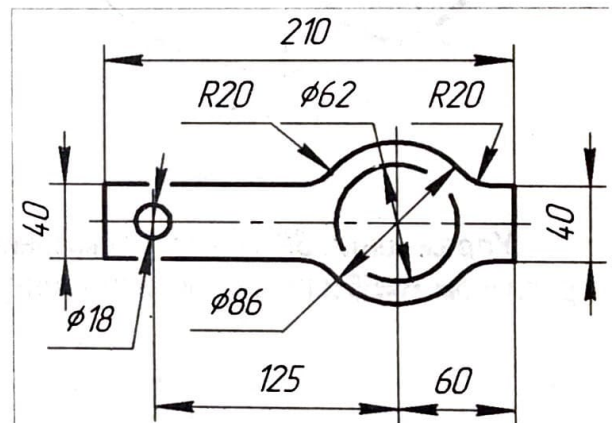
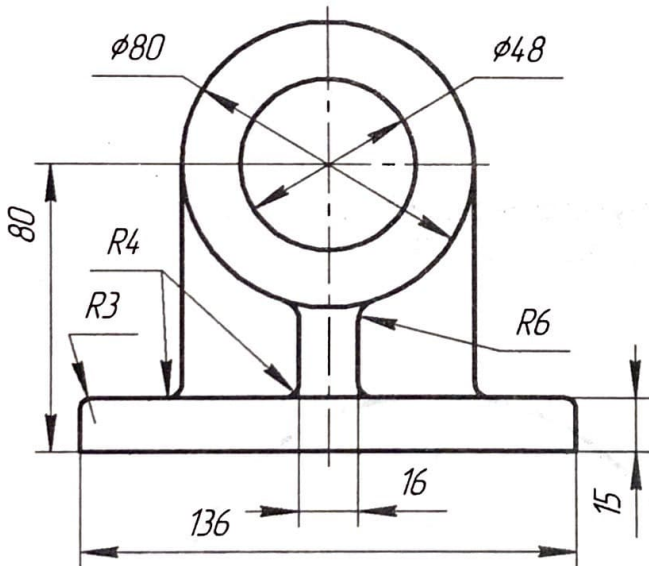
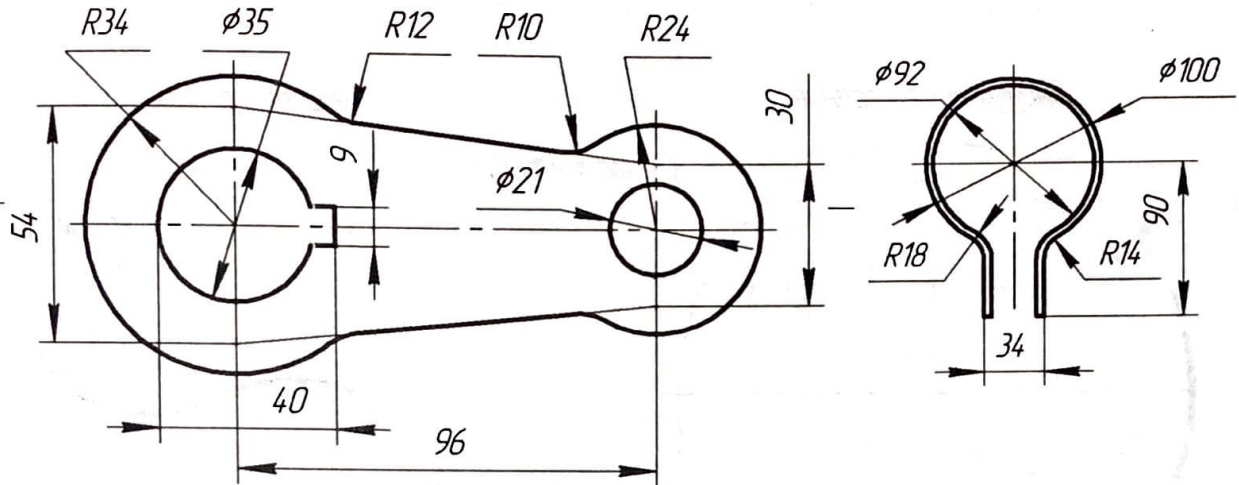
**Упражнение 37.** Построить сопряжения окружности с прямой дугой  $R = 15$ .



## 5. Сопряжения

### 5.2 Сопряжение прямой и окружности дугой

Упражнение 38. Вычертить детали по заданным размерам.

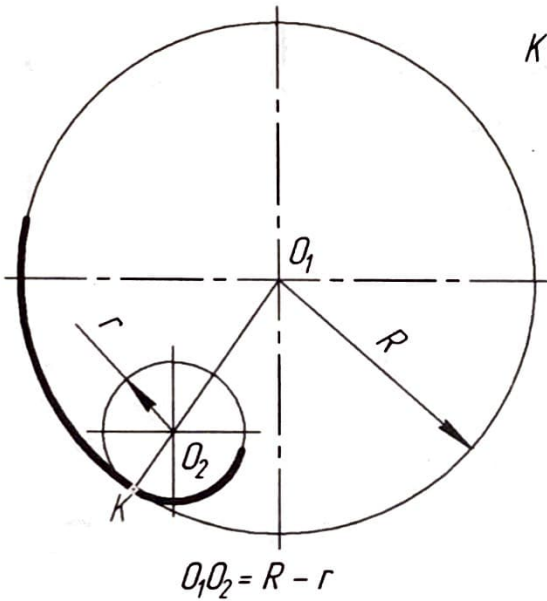


## 5. Сопряжения

### 5.3 Сопряжение окружностей

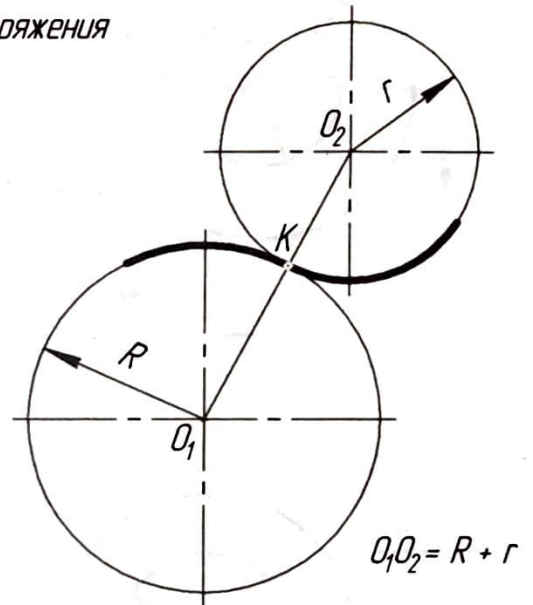
**5.3.1 Сопряжение двух окружностей.** Сопряжение двух окружностей происходит в т.  $K$ , лежащей на отрезке, соединяющем два центра –  $O_1$  и  $O_2$ .

*Внутреннее касание*

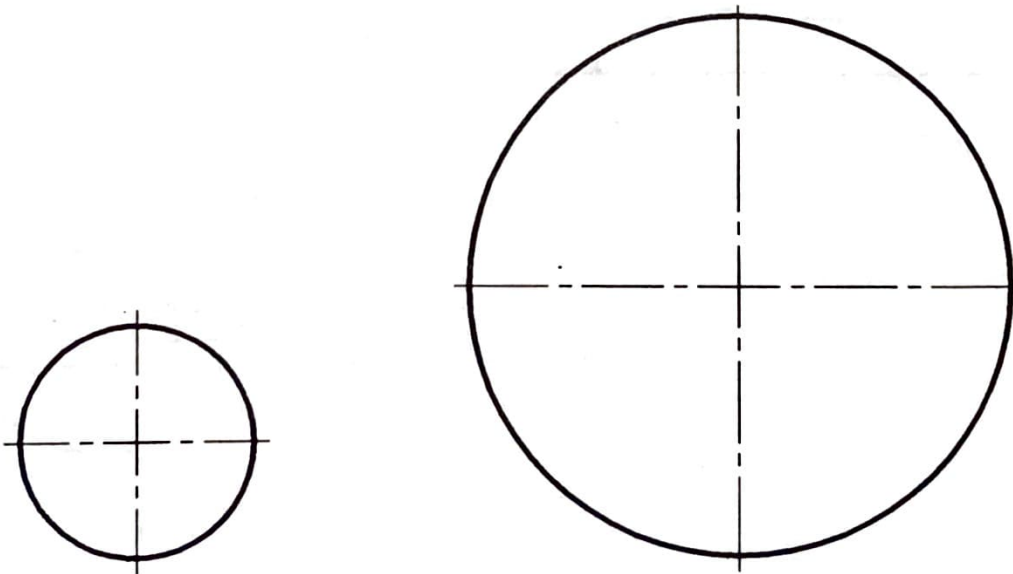


*Внешнее касание*

$K$  – точки соприжения



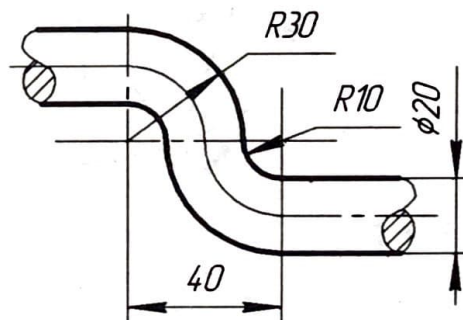
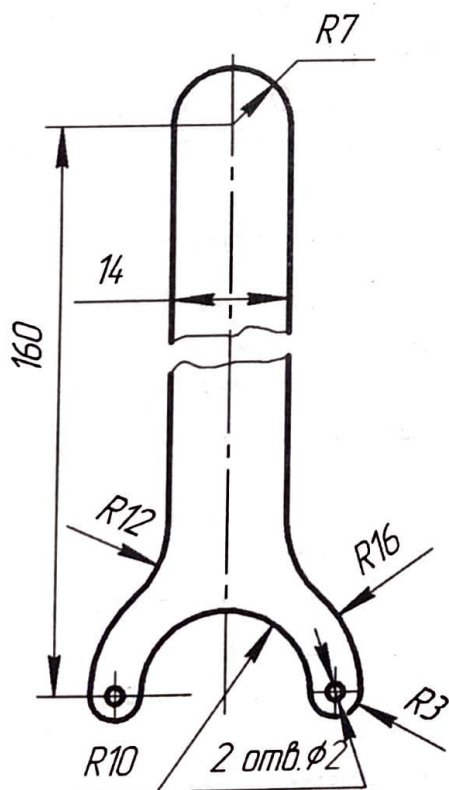
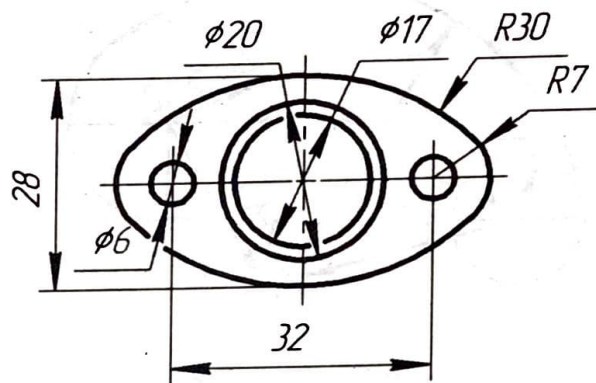
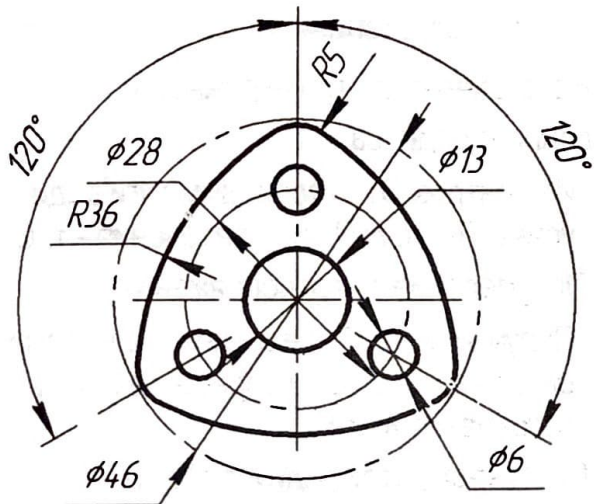
**Упражнение 39.** Начертить касание двух окружностей по внешнему контуру с радиусом  $R=55$  и по внутреннему контуру с радиусом  $r=25$ .



## 5. Сопряжения

### 5.3 Сопряжение окружностей

**Упражнение 40.** Вычертить деталь по ее наглядному изображению.



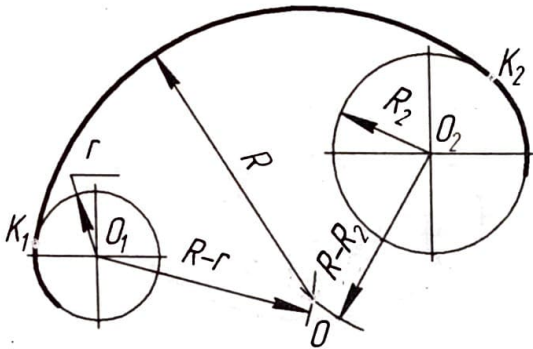


## 5. Сопряжения

### 5.3 Сопряжение окружностей

#### 5.3.2 Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса

*Внутреннее касание*



Алгоритм построения:

1. Нахождение центра окружности, заданного радиуса.

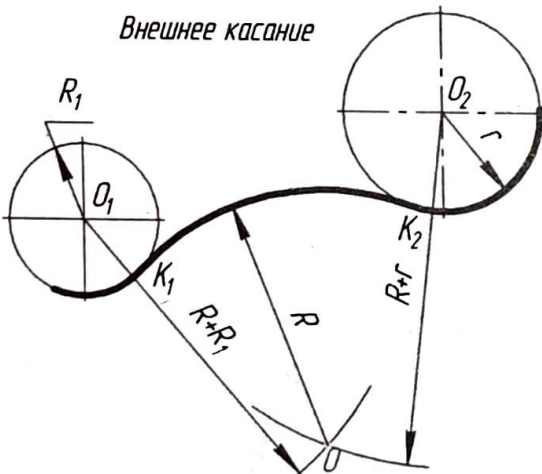
- Из центров  $O_1, O_2$  проводим дуги радиусами  $R_1+R$ ,  $r+R$  до пересечения - т.  $O$ .

2. Определение точек сопряжения

- Полученную т.  $O$  соединяем с центрами окружностей  $O_1, O_2$  и определяем точки сопряжения  $K_1$  и  $K_2$ .

3. Соединяем дугой радиуса  $R$  т.  $K_1$ , т.  $K_2$ .

*Внешнее касание*



Алгоритм построения:

1. Нахождение центра окружности, заданного радиуса.

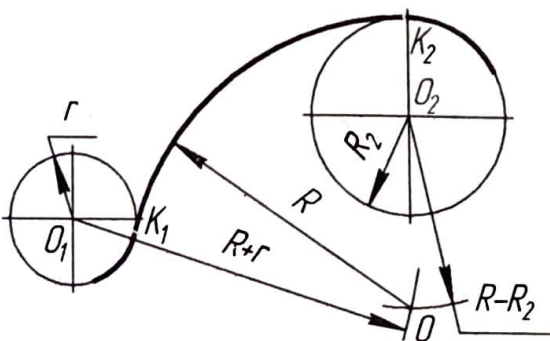
- Из центров  $O_1, O_2$  проводим дуги радиусами  $R_1-R$ ,  $r-R$  до пересечения - т.  $O$ .

2. Определение точек сопряжения

- Полученную точку  $O$  соединяем с центрами окружностей и определяем точки сопряжения  $K_1$  и  $K_2$ .

3. Соединяем дугой радиуса  $R$  т.  $K_1, K_2$ .

*Внешне - внутреннее касание*



Алгоритм построения:

1. Нахождение центра окружности заданного радиуса.

2. Из центров  $O_1$  и  $O_2$  проводим дуги радиусами  $R_1-R$ ,  $R+r$  до пересечения в т.  $O$ .

3. Определение точек сопряжения.

- Полученную точку  $O$  соединяем с центрами окружностей и определяем точки сопряжения  $K_1$  и  $K_2$ . Проводим дугу радиусом  $R$  от точки  $K_1$  до точки  $K_2$ .

## 5. Сопряжения

### 5.3 Сопряжение окружностей

**Упражнение 41.** Построить сопряжение двух окружностей с  $R_1=25$  и  $r=15$  третьей с  $R=40$  по внешнему касанию. Расстояние между центрами 70.

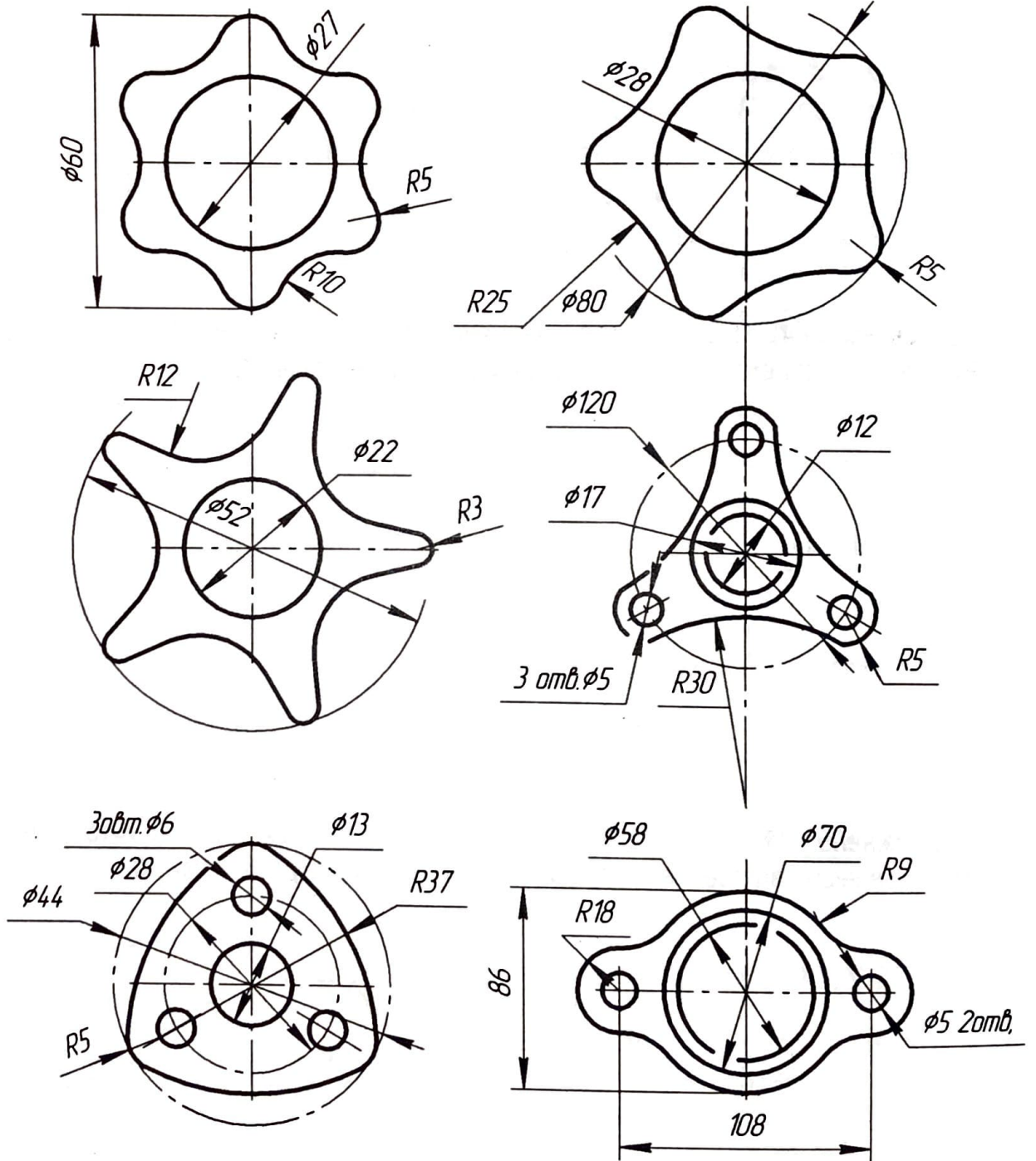
**Упражнение 42.** Построить сопряжение двух окружностей с  $R_1=25$  и  $r=15$  третьей с  $R=65$  по внутреннему касанию. Расстояние между центрами 70.

**Упражнение 43.** Построить сопряжение двух окружностей с  $R_1=25$  и  $r=15$  третьей с  $R=65$  по внешне-внутреннему касанию. Расстояние между центрами 70.

## 5. Сопряжения

### 5.3 Сопряжение окружностей

**Упражнение 44.** По заданным размерам начертить фигуры на форматах А4.





## **Рабочая тетрадь по черчению**

Компьютерная верстка: *Л.Б. Никишина, Н.И. Бранделис*  
Корректор: *А.М. Лейбович*

Подписано в печать 05.12.2006  
Формат 60×90 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ.л. 6,5      Тираж 300 экз.