

Государственное бюджетное профессиональное образовательное  
учреждение Самарской области  
«Тольяттинский социально-экономический колледж»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
по выполнению практических занятий  
по дисциплине

*ОП.01 ОСНОВЫ ЧЕРЧЕНИЯ*

---

основной профессиональной образовательной программы подготовки  
*квалифицированных рабочих и служащих*

---

*15.01.37.Слесарь по контрольно- измерительным приборам и  
автоматике*

---

для студентов очной формы обучения

Тольятти 2024г.

Составлено в соответствии с требованиями ФГОС к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии *15.01.37 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике*.

**Составитель: Петрова Н.В. преподаватель**

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ГРАФИЧЕСКИМ ЗАДАНИЯМ

## Часть 1

### Задание № 1 Общие правила выполнения чертежей.

Форматы ГОСТ 2.301- 68 «ЕСКД. Форматы» Таблица № 1. Основная надпись и её расположение ГОСТ 2.104-68 «ЕСКД. Основные надписи», Масштабы изображений на чертежах ГОСТ 2. 302-68 «ЕСКД. Масштаб», ГОСТ 2. 109 – 73 . Таблица № 2. Выбрать чертёжную бумагу формата А3. Чертежные инструменты. Вычертить рамку и основную надпись. Выучить размеры основной надписи и отношение масштабов увеличения, уменьшения, натуральной величины.

### Задание №2. Линии чертежа. ГОСТ 2.303 – 68 «ЕСКД. Линии» Таблица 3

Основное внимание при выполнении этого задания надо обратить на правильное начертание различных линий. Перед выполнением работы необходимо ответить на поставленные вопросы. Это поможет повторить теоретический материал и облегчит выполнение работы. Работа выполняется на белой чертёжной бумаге формата А3.

### Задание №2. Шрифты чертёжные. ГОСТ 2.304 -81 «ЕСКД. Шрифты чертёжные» Таблица №4

Чертёжный шрифт, применяемый для нанесения всех надписей на чертежах, содержит русский, латинский и греческий алфавиты, арабские и римские цифры, а также знаки.

Перед выполнением работы необходимо повторить теоретический материал, в том числе надписи на чертежах по ГОСТ 2. 304 – 81. Стандарт устанавливает четыре вида шрифта:

- Тип А - без наклона (толщина линий шрифта  $d = 1/14h$ );
- Тип А - с наклоном около  $75^0$  ( $d = 1/ 14 h$ );
- Тип Б - без наклона ( $d = 1/10 h$ );
- Тип Б - с наклоном около  $75^0$  ( $d = 1/10 h$ ).

Работа выполняется строчными и прописными буквами с наклоном в рабочей тетради, без наклона  $90^0$  на вспомогательной сетке. Формат А3.

### Задание №3. Сопряжения.

Содержит чертежи «плоских» деталей. При выполнении этого задания надо обратить внимание на правильное вычерчивание контуров деталей с применением правил деления окружности на равные части и построения сопряжений. Работа выполняется на белой чертёжной бумаге формата А3.

### Задание №4 Уклоны и конусность ГОСТ 2.307-68 Уклон, ГОСТ 2.320-82 Конусность.

Выполнение уклона через заданную точку. Построение конусности при заданной высоте. Вычертить один пример с построением уклона и один пример с построением конусности. Работа выполняется на белой чертёжной бумаге формата А3.

### Задание №4 (2 часть) Лекальные кривые

Построение параболы, гиперболы, синусоиды, циклоиды.

Коробовых кривых: овала, эллипса, овоида, завитка, спирали Архимеда, Эвольвенты.

Вычертить по заданным размерам контуры кронштейна, корпуса, кулачка, рефлектора, стойки, опоры. Линии построения лекальной кривой сохранить. Работа выполняется на белой чертёжной бумаге формата А3.

### Задание № 5 Аксонометрические виды ГОСТ 2.317-69 (СТ СЭВ 1979-79).

Перед выполнением работы необходимо повторить теоретический материал проецирования предмета на плоскость (параллельное, прямоугольное, косоугольное, центральное). Предлагается построить прямоугольное проецирование, когда направление проецирования выбрано перпендикулярным плоскости проекций. В другом случае, когда направление проецирования выбрано под острым углом плоскости проекций, проецирование будет косоугольным. Работа выполняется в рабочей тетради.

На формате А3 построить диметрическую и изометрическую проекцию деталей ( 1-2 я часть ).

## **Часть 2**

### **Задание № 6 Виды.**

По двум видам группы геометрических тел построить третий вид детали и её изометрический вид. Сохранить проекционную связь.

Задание связано с проецированием предмета на три плоскости проекций. Следует вспомнить, что для выполнения чертежей деталей, часто одной проекции бывает недостаточно и возникает необходимость в построении других проекций. Перед работой прочтите внимательно чертёж, определите главный вид. Работа выполняется на формате А3.

### **Задание № 6 (2 часть)**

Пересечение поверхностей геометрических тел плоскостями. Построить три проекции шестиугольной призмы, усеченной плоскостью Р, натуральную величину сечения, развёртку и изометрический вид. Пирамиду, цилиндра, конуса, и др.

Построение линии среза и натуральной величины сечения модели плоскостью.

По двум проекциям модели построить третью проекцию и изометрию. Построить линии среза на плоскостях модели. Найти натуральную величину среза. На горизонтальной проекции линия среза не показана. Выполнение чертежей учебных моделей.

### **Задание №7 Взаимное пересечение поверхностей геометрических тел многогранников**

Построить три вида модели, проставить размеры. Построение трёх проекций шестиугольной призмы, усеченной плоскостью Р, натуральную величину сечения, развёртку и изометрию, прямоугольной пирамиды. Выполнить отмывку, обводку аксонометрической проекции. По двум проекциям геометрических тел построить третью проекцию и изометрический вид.

### **Задание № 8 Взаимное пересечение двух тел вращения**

По двум проекциям геометрических тел построить третью проекцию и изометрический вид. Построить линии взаимного пересечения этих тел. В вариантах 2 и 6 на горизонтальной и в варианте 4 на фронтальной проекции линии пересечения не показаны. По двум проекциям геометрических тел построить третью проекцию и диметрический вид. Заштриховать и затусевать.

### **Задание № 9 Технический рисунок**

По двум видам детали выполнить технический рисунок. Выбор положения детали по отношению к аксонометрическим осям. Овладеть техникой зарисовки плоских фигур, расположенных в разных плоскостях, параллельных плоскостях проекций.

Элементы технического рисования геометрических тел, вырезы на геометрических телах.

### **Задание № 10 Дополнительные виды. ГОСТ 2.305.68**

Изображения – виды, сечения, разрезы. Основные положения и определения. Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке А. Выполнить три сечения. На машиностроительных чертежах выполнить целесообразный разрез.

### **Задание № 11 Схемы**

Выполнение схем по специальности.

Классификация схем и общие требования к их выполнению. Кинематическая, гидравлическая, электрическая, пневматическая, вакуумная, оптическая, принципиальная, технологическая схемы.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации можно использовать для специальностей: 15.01.37 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике..

Общим звеном большинства видов творчества являются графические изображения, прежде всего чертежи, правомерно использование карт программированного контроля и упражнений для закрепления материала. В курсах инженерной графики и черчения заложены большие возможности для формирования творческих качеств личности.

Основными задачами предмета “ Инженерная графика” являются:

- повышение общей графической грамотности учащихся;
- обучение чтению и выполнению различных видов графических изображений. Особое значение уделяется изучению и построению схем по специальности;
- развитие образного мышления, пространственного представления.

Программа предусматривает изучение основных геометрических построений, проекционного чертёжа и технического черчения; приобретение практических навыков, выполнение чертежей и схем в соответствии с ГОСТ. Важное место отводится техническому черчению, которое формирует умение анализировать конструкцию и форму деталей.

“Инженерная графика” как предмет связан с другими дисциплинами: математикой, делопроизводством.

Умение выразить графическими средствами восприятие предметной среды развивает наблюдательность и зрительную память.

В программе практикума дается примерный перечень заданий, включая чтение и выполнение различных видов изображений. На графические и практические работы по каждой теме следует отводить не менее 75% учебного времени.

Содержание и число работ устанавливает преподаватель, избегая отвлеченных заданий. Все графические работы оформляются в соответствии с ГОСТ.

### **Цели и задачи курса:**

- Программа практикума ставит целью:
- познакомить учащихся с основами теории изображений, особенностями обозначений на чертежах;

- научить разрабатывать проекционные чертежи и строить схемы (по специальности);
- научить применять полученные знания для решения задач;
- В процессе обучения техническому черчению ставятся задачи:
- сформировать у учащихся знания об ортогональном проецировании, о построении аксонометрических проекций;
- научить правилам выполнения чертежей в соответствии с ГОСТами ЕСКД;
- привить культуру графического труда;
- развивать мышление, сопрягающееся с графической деятельностью учащихся;
- ознакомить с принципами построения и вычерчивания схем и чертежей (по специальности).

***Рекомендуется студентам:***

1. Приступая к выполнению заданий, следует ознакомиться с последовательностью выполнения заданий;
2. Изучить соответствующие разделы дисциплины «Инженерная графика»;
3. Чертежи выполнять на отдельных чертёжных листах форматов, установленных ГОСТ 2.301-68 и указанных в заданиях или на чертёжных листах формата А 1, с последующим делением;
4. Основную надпись на чертежах выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-68 Приложение (1);

# ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ

## РАБОТЫ

1. На обычном столе чертежную доску следует устанавливать с небольшим наклоном (до  $15^\circ$ ), при котором инструменты не будут соскальзывать с чертежной доски.
2. Свет должен падать с левой стороны.
3. На рабочем месте не должно быть ничего лишнего.
4. Перед работой следует проверить инструменты, которые необходимы для данной работы инструменты и принадлежности.
5. На чертежной доске должны находиться только необходимые для данной работы инструменты и принадлежности.
6. Необходимые инструменты и принадлежности должны располагаться так, чтобы не мешать работе, например, на полочке чертежного стола или на специальной тумбочке.
7. Необходимо заточить графитовые стержни нескольких карандашей, чтобы не так часто отрываться от выполнения чертежа для заточки. Для проведения линий различной толщины следует применять карандаши различных марок: Т, ТМ, М, Н, НВ, В.
8. Перед началом работы следует все инструменты протереть сухой хлопчатобумажной тряпочкой.
9. Рейсшину нужно всегда держать прижатой к левой кромке чертежной доски, а перемещать рейсшину следует левой рукой.
10. Первую кнопку при креплении бумаги к чертежной доске следует вкалывать в верхнем левом углу. Затем верхнюю кромку листа выравнивают по ребру линейки рейсшины, а после этого вкалывают вторую кнопку в правый нижний угол листа и закрепляют остальные два угла листа.
11. Вертикальные линии проводят снизу вверх, горизонтальные – слева направо по верхней кромке линейки рейсшины, наклонные – снизу слева вверх направо.
12. Плоскости линейки, рейсшины и угольников, прилегающих к бумаге, рекомендуется во время работы несколько раз протирать кусочком хлопчатобумажной ткани.
13. Чертежи надо выполнять сначала карандашом марки 2Т или 3Т тонкими линиями, а затем, после проверки и исправления обвести карандашом марки ТМ или М. Заточку карандаша следует производить с конца, не имеющего фабричной марки, чтобы можно было знать твердость его графита.
14. После выполнения чертежа следует удалять случайно проведенные линии и линии вспомогательных построений, освобождая после чертежа от лишних линий.
15. Графы основной надписи, технические требования и размерные числа выполняют в последнюю очередь.
16. При выполнении надписей и размерных цифр под руку следует подкладывать чистый лист бумаги.
17. Храните чертежные инструменты и приспособления в сухом месте.

## *Раздел 1.*

# ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

**Учащиеся должны знать:** графические изображения, применяемые в практической деятельности людей, краткую историю развития чертежей, современные методы, простейшие геометрические построения.

**Учащиеся должны уметь:** работать с чертежными инструментами и материалами, выполнять упражнения по оформлению формата А3, оформлять формат основной надписью. Выполнять простейшие геометрические построения.

**Задание № 1 - Выбрать формат А3 , оформить чертёж основной надписью,**

 **- Выполнить простейшие геометрические построения. ( приложение 1).**

**!- Общие правила выполнения простейших геометрических построений. Деления углов, отрезков, окружности на равные части.**

▽- Чертежные инструменты, материалы приспособления.

▽- Форматы ГОСТ 2.301- 68 « ЕСКД. Форматы» Таблица № 2 !- Основная надпись и её расположение ГОСТ 2.104-68 « ЕСКД. Основные надписи »

▽- Масштабы изображений на чертежах ГОСТ 2. 302- 68 «ЕСКД. Масштаб»,  
ГОСТ 2. 109 – 73 . Таблица № 3

### **▽- Чертежные инструменты, материалы приспособления**

Прежде всего, необходимо организовать своё рабочее место. Лучше всего, конечно, иметь специальную чертёжную доску, которая устанавливается либо на специальной подставке, либо на обычном столе с уклоном примерно с углом  $15 - 30^0$ . рядом с доской должны располагаться чертежные инструменты и принадлежности:

**Линейка**, длиной не менее 300мм (лучше из прозрачного материала с четко видными делениями и цифрами);

**Набор угольников** (с углами  $30^0$ ,  $60^0$  и  $90^0$   $45^0$  и  $90^0$ ), также выполненных из прозрачного материала;

**Транспортир**;

**Рейсшина** (линейка – каталка, которая способна заменить и линейку, и угольник и транспортир);

**Готовальня**, в которой кроме обычного циркуля есть ещё и циркуль измеритель (более долговечный инструмент – это инструмент, выполненный из металла);



**Чертёжные карандаши**, имеющие различную твёрдость грифеля.

Твёрдые карандаши имеют маркировку: **Т; 2Т; 3Т** и т.д.;

средней твёрдости – **ТМ**;

мягкие – **М; 2М; 3М**;

Набор фигурных линеек – **лекала** – для выполнения лекальных кривых;

**Стиральная резинка**;

**Чертёжная бумага** формата А3, А4;

**Кнопки канцелярские**, с помощью которых чертёжный лист крепится к доске;

**Тушь, акварельные краски** – для отмывки и обводки чертежей;

**Кисти круглые** разных размеров;

**Линейки – трафареты**, т.е. линейки с отверстиями разной конфигурации.

## ▽- Форматы ГОСТ 2.301- 68 «ЕСКД. Форматы» Таблица № 2

**Форматы** - это лист бумаги определённого размера. Стандартизация форматов чертежей и других конструкторских документов даёт возможность унифицировать размеры конструкторских столов, чертёжных досок, полок, шкафов, стеллажей.

Установление единых форматов делает ГОСТ 2.301- 68 одним из основополагающих.

Именно поэтому среди первых десяти стандартов на чертежи, утверждённых ещё в 1928 году, был стандарт «Поле чертежа» (ОСТ 351). ГОСТ 2.301-68 устанавливает форматы листов чертежей и других документов на конструкторскую и проектную документацию не только в машиностроении, но и в строительстве.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки. Форматы подразделяются на **основные и дополнительные**.

За основу принят формат с размерами сторон 1189 x 841 мм. Форматы, полученные путём последовательного его деления на две равные части линией, параллельной меньшей стороне предыдущего формата, называются **основными**.

Чем объяснить, что за основу принят формат с такими «некруглыми» размерами?

Площадь листа формата, принятого за основу, равна  $1\text{ м}^2$ . Лист имеет прямоугольную форму с таким соотношением сторон, что все форматы, полученные путём последовательного деления длинной стороны пополам, оказываются подобными друг другу.

Если обозначить длинную сторону листа **y**, а короткую **x** ( рисунок 1), то уравнение  $x \cdot y = 1\text{ м}^2$  будет удовлетворять первому требованию, а уравнение  $x: y / 2 = y:x$  или  $x: y = 1: \sqrt{2}$ - второму. При совместном решении этих уравнений получаются значения: для  $y = 1189\text{ мм}$ , а для  $x = 841\text{ мм}$ .

Последующие основные форматы, как было уже сказано, строят делением предыдущего формата пополам по длинной стороне, при этом в каждом отдельном случае между сторонами листа сохраняется отношение

1:  $\sqrt{2}$ . Это позволяет легко находить графически величину большей стороны по известной короткой стороне (рисунок 2).

За единицу измерения форматов принят наименьший допустимый формат для выполнения чертежей с размерами сторон 210x 297мм. Ему присвоено обозначение А4. Схема образования основных форматов представлена на рисунке 3.

Стандарт предусматривает **дополнительные форматы**. Обозначения и размеры сторон и дополнительных форматов определяются в соответствии с ГОСТ 2. 301- 68 «ЕСКД. Форматы». Они образуются путём увеличения коротких сторон основных форматов в целое число раз, называемое краткостью формата. Обозначение дополнительного формата состоит из обозначения основного формата и кратности дополнительного формата, например: А4х3. Схема образования дополнительных форматов приведена на рисунке 4

Обозначение формата ничего не говорит о том, как этот лист ориентирован, то есть вдоль какой стороны расположена основная надпись – вдоль длинной или короткой. В строительной документации необходимо указывать ориентацию листа ( например, при выполнении альбома чертежей) допускается к обозначению форматов добавлять букву «В» или «Г»: «Г» - в том случае, когда основную надпись следует располагать вдоль длинной стороны ( такой лист

считается ориентированным горизонтально), например , А1Г; «В»- когда основную надпись располагают вдоль короткой стороны ( лист считается ориентированным вертикально), например , А1В.

## ОБОЗНАЧЕНИЕ И РАЗМЕРЫ ОСНОВНЫХ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФОРМАТОВ

ТАБЛИЦА №2

Основные форматы		Дополнительные форматы	
Обозначение	Размеры сторон, мм	Обозначение	Размеры сторон, мм
А 0	841 x 1189	А0 x 2	1189 x 1682
		А0 x 3	1189 x 2523
А 1	594 x 841	А1 x 3	841 x 1783
		А1 x 4	841 x 2378
А 2	420 x 597	А2 x 3	594 x 1261
		А2 x 4	594 x 1682
		А2 x 5	594 x 2102
А 3	297 x 420	А3 x 3	420 x 891
		А3 x 4	420 x 1189
		А3 x 5	420 x 1486
		А3 x 6	420 x 1783
		А3 x 7	420 x 2080
А 4	210 x 297	А4 x 3	297 x 630
		А4 x 4	297 x 841
		А4 x 5	297 x 1051
		А4 x 6	297 x 1261
		А4 x 7	297 x 1471
		А4 x 8	297 x 1682
		А4 x 8	297 x 1982
А 5	145 x 210		

### !- Рекомендации по выполнению чертёжных работ

*Чтобы выполнять хорошие чертежи, нужно следовать следующим советам:*  
Освещение рабочего места должно быть хорошим в любое время суток.

**! Масштабы** – это отношение длины отрезка, изображённого на чертеже, к его натуральной длине. Это отношение должно соблюдаться с абсолютной точностью.

Предметы, имеющие в натуре небольшие размеры, вычерчиваются в натуральную величину 1:1 или с небольшим уменьшением в 2; 2,5; 4; 5; раз.

Следовательно, изображение на чертеже будет меньше, чем в натуре в 2; 2,5; 4; 5; раз, то есть будет составлять  $1/2$  ;  $1/2,5$ ;  $1/4$ ;  $1/5$  его размеров. Это дробное число и называется масштабом чертежа.

Составить чертёж в масштабе  $1/2$  , значит изобразить предмет на чертеже в 2 раза меньше его натуральных размеров.

При составлении чертежа, плана здания или карты, необходимой частью является масштаб. Имея масштаб, в котором выполнен чертёж, по нему можно определить натуральные размеры изображенного предмета.

По значению и строению масштабы делятся на численные или дробные, линейные, поперечные или сложные и пропорциональные или угловые.

На машиностроительных чертежах используют численный масштаб.

**Численный масштаб** изображается в виде простой дроби. В масштабах уменьшения в числителе всегда стоит единица, а в знаменателе число, показывающее, во сколько раз чертёж

уменьшен против натуры. В масштабах увеличения, наоборот, в числителе стоит число, показывающее, во сколько раз чертёж уменьшен против натуры. В масштабах увеличения, наоборот, в числителе стоит число, показывающее, во сколько раз увеличено изображение, а в знаменателе единица.

ГОСТ 2. 302- 68- устанавливает масштабы изображения и их обозначения на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

**Таблица № 3**

<b>Масштабы по ГОСТ 2. 302- 68</b>	
<b>Масштабы уменьшения</b>	<b>1:2, 2: 2,5; 1,4; 1:5; 1: 10; 1: 15; 1: 20; 1: 25; 1: 40; 1: 50; 1: 75; 1: 100; 1: 200; 1: 400; 1: 500; 1: 800; 1: 1000</b>
<b>Натуральная величина</b>	<b>1: 1</b>
<b>Масштабы увеличения</b>	<b>2: 1; 2,5 : 1; 4:1; 5: 1; 10 : 1; 10: 1; 20: 1; 40: 1; 50: 1; 100:1</b>

Масштабы изображения указывают в основном надписи чертежа по типу: 1:1; 1:2; 2:1, а в остальных случаях необходимо проставить масштаб не в основной надписи, а около изображения; его наносят по типу М1:1; М1:2; М2:1 и т.д. Однако в каком бы масштабе не выполнялся чертёж, размеры проставляются только действительные, т.е. такие, которые деталь должна иметь после её изготовления. На рисунке № 1 в разных масштабах выполнена одна деталь, но размеры проставлены везде одни и те же, т.е. натуральные.

### **? Контрольные вопросы**

1. Что называется масштабом и как он обозначается на чертеже ?
2. Какие масштабы установлены ГОСТ 2. 302- 68 ?
3. Отражается ли масштаб на размерных числах чертежа?
4. Допустимо ли применение на чертежах произвольных масштабов ?

## **! РАСПОЛОЖЕНИЕ НАДПИСЕЙ НА ПОЛЕ ЧЕРТЕЖА**

Надписи цифровые и буквенные располагают, как правило, горизонтально и выполняют четким шрифтом. Размещают надписи на поле чертежа обычно над основной надписью. Надписи внутри контура проекций (за исключением размерных чисел) помещают только в случае крайней необходимости. Если по необходимости надпись пересекает линию чертежа, то линию в этом месте прерывают. Если надпись подчеркивают линией или пишут вдоль нее, то между линией и надписью оставляют просвет около 1 мм.

В табличных документах (спецификации, ведомости, основные надписи и т. п.) надписи располагают примерно в середине между линиями.

### **Основные надписи.**

На всех конструкторских документах в правом нижнем углу располагают основную надпись. На листах формата А4 основные надписи располагают вдоль короткой стороны листа. Рекомендуются следующее заполнение граф основной надписи в условиях учебного процесса (сохранено стандартное обозначение граф).

- Графа 1 — наименование детали или сборочной единицы.
- Графа 2— обозначение документа по принятой в институте системе.
- Графа 3 — обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей).
- Графа 4 — не заполнять.
- Графа 5 — масса изделия.

Графа 6 — масштаб.

Графа 7- порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют).

Графа 8- общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе документа).

Графа 9- наименование учебного заведения и номер группы.

Графа 10- характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, например: Разработал.....(студент)

Проверил....(преподаватель)

Графа 11- четкое написание фамилий лиц, подписавших документ.

Графа 12- подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

Графа 13- дата подписания документа.

## **! РАБОТА ЧЕРТЕЖНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ, УХОД ЗА НИМИ.**

### **ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛИНИЙ**

Приведены указания о работе чертежными инструментами и уходе за ними, даны примеры выполнения упражнений по проведению различных линий карандашом и тушью для приобретения основных навыков работы чертежными инструментами.

Все это вместе с правилами оформления чертежа составляет то, что называется техникой черчения.

### **ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА**

Организация рабочего места — это установление определенного порядка, который необходим в любой работе, т.е. набор и правильное расположение на рабочем столе заправленного инструмента, принадлежностей и материалов.

Примерное расположение инструментов и принадлежностей, необходимых для занятий:

- причиной многих неудач у учащихся является отсутствие порядка на рабочем месте. Например, нередко учащийся опрокидывает поставленный не на место флакон с тушью на почти законченный чертеж или, сдвигая треугольник, смазывают им только что проведенную линию и т. п. Все это может быть устранено при правильной организации рабочего места.

Чертежная доска устанавливается на специальном чертежном столе, дающем возможность придать доске любой уклон. Стол должен быть такой высоты, чтобы за ним можно было работать и стоя и сидя. Стул должен быть соответствующей высоты. При отсутствии специального чертежного стола рабочее место оборудуется на обыкновенном столе с ровной и гладкой поверхностью крышки. Крышка стола должна быть таких размеров, чтобы на ней свободно разместились чертежная доска, инструменты и чертежные принадлежности. Для того чтобы чертежной доске придать нужный уклон, следует подложить специально на столе справа от чертежной доски.

***На чертежной доске должны быть только те инструменты, которые требуются для данного построения.***

Для того чтобы флакон с тушью не опрокидывался, рекомендуется иметь специальную подставку.

Чертежная доска является основной рабочего места; ее поверхность нужно беречь от загрязнения и порчи, а поэтому нельзя проводить на ней линии, делать надписи, рисунки, вычисления, обрезать чертежи и ставить на нее детали.

Доску следует беречь также от слишком высокой температуры и сырости.

## **! РАБОТА КАРАНДАШОМ**

Карандаш должен быть очинён в виде конуса длиной примерно 25 – 30 мм (деревянная оправа на 17 – 20, а графит на 8 – 10 мм).

Очинку карандаша следует производить только острым ножом, с конца, не имеющего фабричной марки, чтобы можно было узнать твердость графита. Для очинки карандаша рекомендуем следующий способ.

Карандаш держат в левой руке между большим и указательным пальцами. Лезвие ножа направляют от себя, срезая постепенно на конце стружку деревянной оправы.

Движение ножа осуществляется нажимом большого пальца левой руки на тупое ребро лезвия. Окончательное заострение графитного стержня производят на оселке из наждачной бумаги № 0 или № 00.

Имеющиеся в продаже машинки для очинки карандашей употреблять не рекомендуется, так как длина обнаженной части стержня графита после очинки получается настолько малой, что последующая заточка стержня на наждачном оселке становится невозможной.

**Длина карандаша должен быть не менее 120 мм.**

Для того чтобы было удобно работать коротким карандашом, применяют удлинитель; его можно легко изготовить из проклеенной бумаги.

Выбор карандаша по степени твердости стержня производится в зависимости от назначения и характера проводимых линий.

При проведении линий карандаш держат большим, указательным и средним пальцами правой руки, указательным и средним пальцами правой руки.

**Линии проводят обязательно вдоль освещенной стороны кромки линейки или угольника.**

Проводить линии следует в одном направлении, наклонив карандаш в сторону движения, причем наклон карандаша к плоскости бумаги должен быть одинаковым и нажим равномерным. Сильно нажимать на бумагу не следует. Нажим должен быть таким, чтобы после удаления линий резинкой на бумаге не оставалось бороздок.

При проведении большого количества линий нужно периодически поворачивать в руке карандаш, чтобы кончик пишущего стержня равномерно стачивался со всех сторон.

Для того чтобы придать линии большую яркость, карандаш ставят перпендикулярно плоскости бумаги в начальной точке линии и проводят ее с легким нажимом. Если проведенная линия окажется недостаточно яркой и толстой, то проводят ее еще раз; так поступают два или три раза, пока не получится желаемая яркость линии.

Не рекомендуется обводить линию короткими участками, проводя карандашом несколько раз по одному и тому же месту, так как в результате этого линия получается неоднородной по толщине.

## ***Раздел 2.***

### **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ**

***Учащиеся должны знать:*** линии чертежа. Правила оформления чертежных работ. Шрифты чертежные.

***Учащиеся должны уметь:*** работать с чертежными инструментами и материалами, выполнять упражнения по оформлению форматов А4, А3, оформлять формат рамкой и основной надписью, спецификацией, выполнять в соответствии с ГОСТ 2. 303-68 линии чертежа, писать шрифты чертежные типами А и Б с наклоном и без наклона, знаки, условные обозначения. Заполнять основные надписи.

# УЧЕБНЫЙ ЭЛЕМЕНТ №1

## ТЕМА: ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

### Цели занятия:

- ▲ изучить правила оформления чертежа. Форматы. Оформление чертежных листов. Линии чертежа;
- ▲ научиться оформлять чертеж рамкой и основной надписью;
- ▲ научиться правильно, аккуратно выполнять начертание различных линий чертежа;
- ▲ научиться правильно, работать с чертежными инструментами;
- ▲ ответить на поставленные вопросы.

### ОТВЕТЬТЕ НА ВОПРОСЫ

1. Какие типы линий приведены на чертеже детали?
2. Какую длину имеют штрихи штриховой и штрихпунктирной линий?
3. На пересечении, каких линий должен лежать центр окружности?
4. Укажите основные размеры основной надписи, где она располагается на формате чертежа?

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

- Используя таблицу, запишите в рабочей тетради названия типов линий, приведённых на чертеже детали.
- Выполните упражнение на проведение различных типов линий в квадрате со стороной 120 мм. Расстояние между линиями 10 мм.

### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

**Формат** - это лист бумаги определённого размера. Стандартизация форматов чертежей и других конструкторских документов дает возможность унифицировать размеры конструкторских столов, чертежных досок, полок, шкафов и стеллажей.

**Установление единых форматов делает ГОСТ 2.301-68 одним из основополагающих.**

Именно поэтому среди первых девяти стандартов на чертежи, утвержденных еще в 1928 году, был стандарт «Поле чертежа» (ОСТ 351) ГОСТ устанавливает форматы листов чертежей и других документов на конструкторскую и проектную документацию не только в машиностроении, но и в строительстве.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки.

**Форматы подразделяются на основные и дополнительные.**

За основу принят формат с размерами сторон 1189 × 841мм. Форматы, полученные путем последовательного его деления на две равные части линией, параллельной меньшей стороне предыдущего формата, называются **основными**.

Площадь листа формата, принятого за основу, равна  $1\text{м}^2$ . Лист имеет прямоугольную форму с таким соотношением сторон, что все форматы, полученные путем последовательного деления длинной стороны пополам, оказываются подобными друг другу.

Если обозначить длинную сторону листа  $y$ , а короткую  $x$  (см. рисунок),

то уравнение  $x \cdot y = 1\text{м}^2$  будет удовлетворять первому требованию, а уравнение  $x : y/2 = y : x$  или  $x : y = 1 : \sqrt{2}$  - второму. При совместном решении этих уравнений получаются значения: для  $y = 1189\text{мм}$ , а для  $x = 841\text{мм}$

Последующие основные форматы, строят делением предыдущего формата пополам по длинной стороне, при этом в каждом отдельном случае между сторонами листа сохраняется отношение  $1 : \sqrt{2}$

Это позволяет легко находить графически величину большей стороны по известной короткой стороне.

За единицу измерения форматов принят наименьший допустимый формат для выполнения чертежей с размером сторон 210× 297мм. Ему присвоено обозначение А4

#### ОБОЗНАЧЕНИЕ И РАЗМЕРЫ ОСНОВНЫХ ФОРМАТОВ

Обозначение	Размеры сторон, мм
A0	841× 1189
A1	594× 841
A2	420× 594
A3	297× 420
A4	210× 297
A5	148× 210
Примечание- Формат А5 допускается применять при необходимости	

Стандарт предусматривает **дополнительные** форматы. Они образуются путем увеличения коротких сторон основных форматов в целое число раз, называемое кратностью формата. Обозначение дополнительного формата состоит из обозначения основного формата и кратности дополнительного формата, например: А4× 3

#### Оформление чертежных листов

Каждый лист чертежа должен быть оформлен так, как это рекомендуется соответствующими стандартами ЕСКД.

На чертежных листах следует наносить внутреннюю рамку сплошной основной линией толщиной  $S(S=0,5 \div 1,4 \text{ мм})$  на расстоянии 20мм от левой стороны внешней рамки на расстоянии 5мм от остальных сторон. Поле левой стороны предназначается для подшивки и брошюровки чертежей.

Линию обрезки листа - внешнюю рамку – надо проводить в соответствии с выбранным по ГОСТ 2.301-68 форматом сплошной тонкой линией.

Для формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны.

### ! РАСПОЛОЖЕНИЕ НАДПИСЕЙ НА ПОЛЕ ЧЕРТЕЖА

Надписи цифровые и буквенные располагают, как правило, горизонтально и выполняют четким шрифтом. Размещают надписи на поле чертежа обычно над основной надписью. Надписи внутри контура проекций (за исключением размерных чисел) помещают только в случае крайней необходимости. Если по необходимости надпись пересекает линию чертежа, то линию в этом месте прерывают. Если надпись подчеркивают линией или пишут вдоль нее, то между линией и надписью оставляют просвет около 1 мм.

В табличных документах (спецификации, ведомости, основные надписи и т. п.) надписи располагают примерно в середине между линиями.

#### Основные надписи

На всех конструкторских документах в правом нижнем углу располагают основную надпись. На листах формата А4 основные надписи располагают вдоль короткой стороны листа. Рекомендуется следующее заполнение граф основной надписи в условиях учебного процесса (сохранено стандартное обозначение граф).

Графа 1 — наименование детали или сборочной единицы.

Графа 2— обозначение документа по принятой в институте системе.

Графа 3 — обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей).

Графа 4 — не заполнять.

Графа 5 — масса изделия.

Графа 6 — масштаб.

Графа 7- порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют).

Графа 8- общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе документа).

Графа 9- наименование учебного заведения и номер группы.

Графа 10- характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, например: Разработал.....(студент)

Проверил....(преподаватель)

Графа 11- четкое написание фамилий лиц, подписавших документ.

Графа 12- подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

Графа 13- дата подписания документа.

На учебных чертежах по графическому оформлению чертежей и чертежах по проекционному черчению можно использовать упрощенную основную надпись. В дальнейшем на машиностроительных чертежах используется основная надпись формы 1, а на текстовых документах – формы 2, 2а ГОСТ 2. 104-68 ЕСКД. Пример оформления рамкой и основной надписью показан на рисунке.

**ГЧ. 01.01** – обозначение чертежа, которое расшифровывается следующим образом;

**ГЧ** – геометрическое черчение

**ПЧ** – проекционное черчение

01- номер варианта, который соответствует номеру учащихся по списку, или по таблице выбранного варианта.

01- номер графической работы

Основные надписи для машиностроительных и строительных чертежей будут рассмотрены в соответствующих разделах.

## **? Контрольные вопросы**

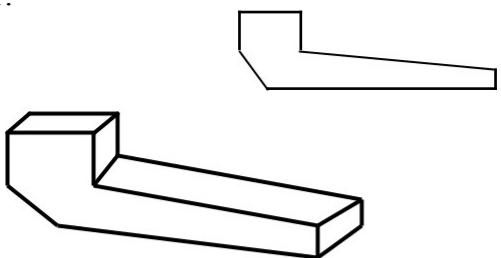
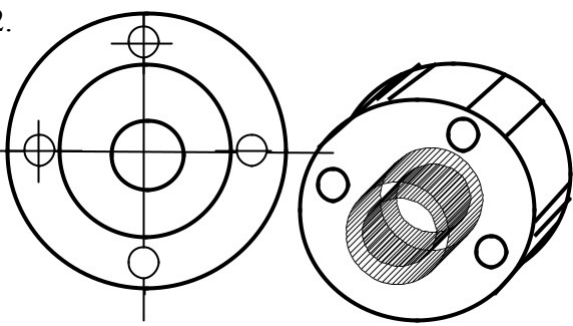
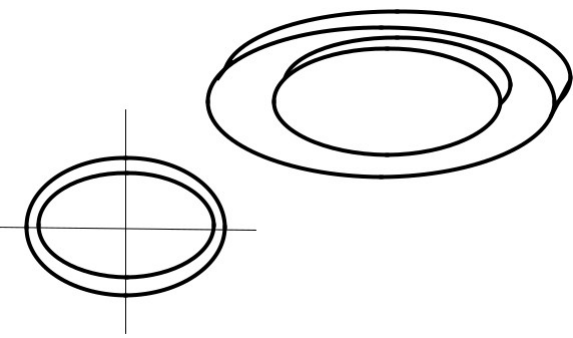
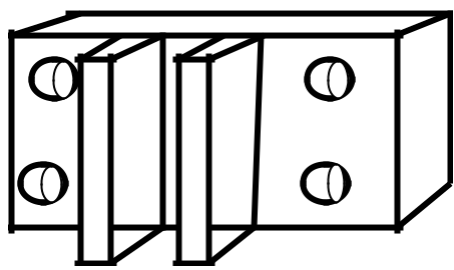
1. Что называется форматом чертежа?
2. Какие форматы установлены ГОСТ 2.301-68?
3. Какой принцип образования основных форматов?
4. Как образуются дополнительные форматы?
5. Как обозначаются основные и дополнительные форматы?
6. Какие размеры имеет формат листа А4?
7. В каком формате чертежного листа сторона равна 594мм?
8. На каком расстоянии от линии внешней рамки чертежа проводится линия внутренней рамки?
9. Укажите основные размеры основной надписи, где она располагается на формате чертежа?
10. Что называется масштабом и как он обозначается на чертеже?
11. Какие масштабы установлены ГОСТ 2.302-68?
12. Отражается ли масштаб на размерных числах чертежа?
13. Допустимо ли применение на чертежах произвольных масштабов?

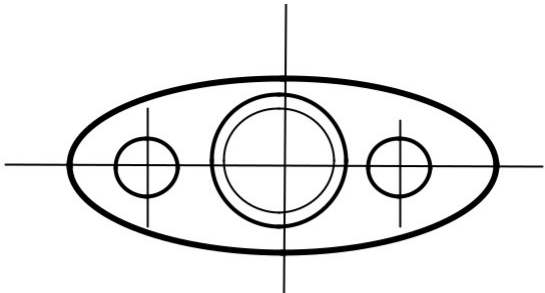
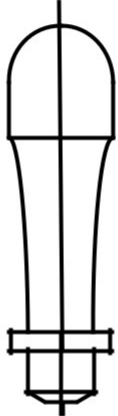
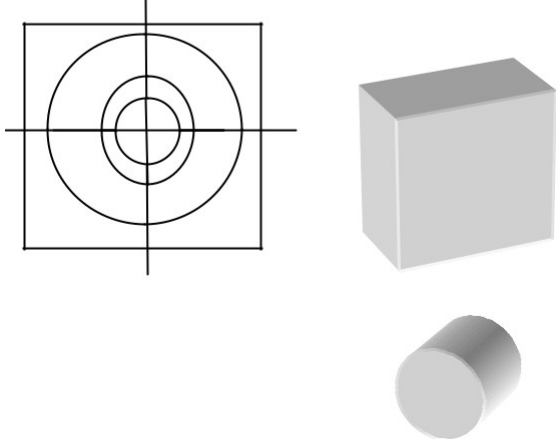
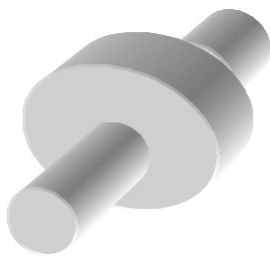


## УЧЕБНЫЙ ЭЛЕМЕНТ №2

### ! ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ФОРМ

При подробном рассмотрении чертежей, взятых из различных областей производства, можно заметить, что очертания изображенных на них деталей имеют самые разнообразные формы. Контуры таких деталей состоят из сочетания целого ряда различных видов линий: прямых дуг, окружностей, а также из замкнутых и разомкнутых лекальных кривых линий. Только очень немногие детали имеют очертание контура, состоящего из одного какого – либо вида линий, например из одних только прямых линий, или из одних только окружностей. Для построения правильных и точных изображений на чертежах контуров деталей необходимы, как уже было сказано, кроме техники проведения линий, твердые знания правил построения различных сочетаний линий, основанных на математических доказательствах, рассматриваемых в геометрии. Такие построения носят название геометрических построений. Для построения контуров деталей, нужно знать построение перпендикуляров и параллельных прямых. Требуется знание правил деления окружности на равные части.

<p>1.</p>  <p>2.</p>  <p>3.</p>  <p>4.</p> 	<p><b>Клиновья шпонка</b> – состоит только из прямых линий.</p> <p><b>Круглый фланец</b>, очертания состоят из одних только окружностей</p> <p><b>Заготовка крышки лаза котла.</b> Контур представляет собой замкнутую лекальную кривую эллипс.</p> <p><b>Опорная плита</b>, состоящая из прямых и окружностей (отверстия для болтов).</p>
---	--

<p>5.</p> 	<p><b>Фланец</b> состоит из эллипса и окружностей.</p>
<p>6.</p> 	<p><b>Рукоятка</b> - часть очертания состоит из прямых линий, переходящих в дуги окружностей, которые в свою очередь переходят в лекальные кривые линии.</p>
<p>7.</p> 	<p><b>Квадратная гайка</b> - при построении контуров гайки и подобных ей нужно знать, построение правильных многоугольников.</p>
<p>8.</p> 	<p><b>Вал</b> – деталь машины, предназначенная для передачи вращательных усилий. По конструкции валы различаются на гладкие, полые и др.</p>



## ЗАДАНИЕ: выполните геометрические построения

Для выполнения точного чертежа, на котором все очертания контуров вполне соответствовали бы действительной форме изображаемого предмета, требуются твердые знания геометрических построений.

Знания геометрических построений необходимы также и при оформлении чертежа. Правильно начерченная рамка, точно разграфленные штампы для надписей, верно найденная середина поля чертежа, правильно определенные места для отдельных видов детали, изображенной на чертеже, - все это составляет культуру чертежа и зависит от умелого применения геометрических построений.

Все геометрические построения могут быть выполнены различными приемами при помощи:

- а) циркуля и линейки;
- б) угольников и рейсшины;
- в) чертежного прибора.

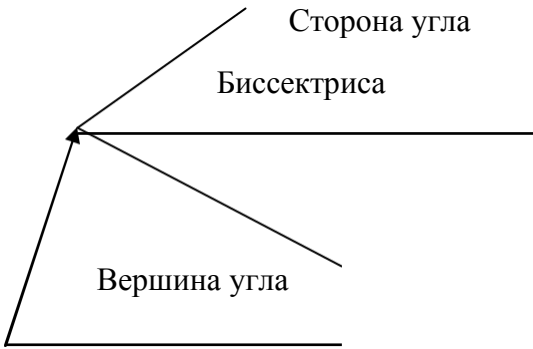
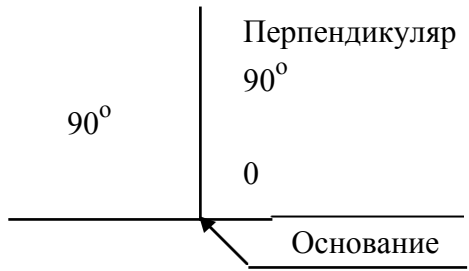
## УПРАЖНЕНИЯ ПО ГЕОМЕТРИЧЕСКОМУ ПОСТРОЕНИЮ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

### УЧЕБНЫЙ ЭЛЕМЕНТ №3



## ОСНОВНЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

Угол. Перпендикуляр. Параллельные линии. Треугольники. Многоугольники.

<p>Фигура, образованная двумя лучами, исходящими из одной точки, называется <b>углом</b>.</p> <p>Лучи, образующие угол, называются <b>сторонами</b>, а точка, из которой они исходят, называется <b>вершиной</b> угла.</p> <p>Луч, делящий угол пополам называется <b>биссектрисой</b> (или равноделящей)</p> 	<p>Общая сторона двух равных смежных (прямых) углов называется <b>перпендикуляром</b> к прямой, на которой лежат две другие стороны. Общая вершина называется <b>основанием перпендикуляра</b></p> 
---	---

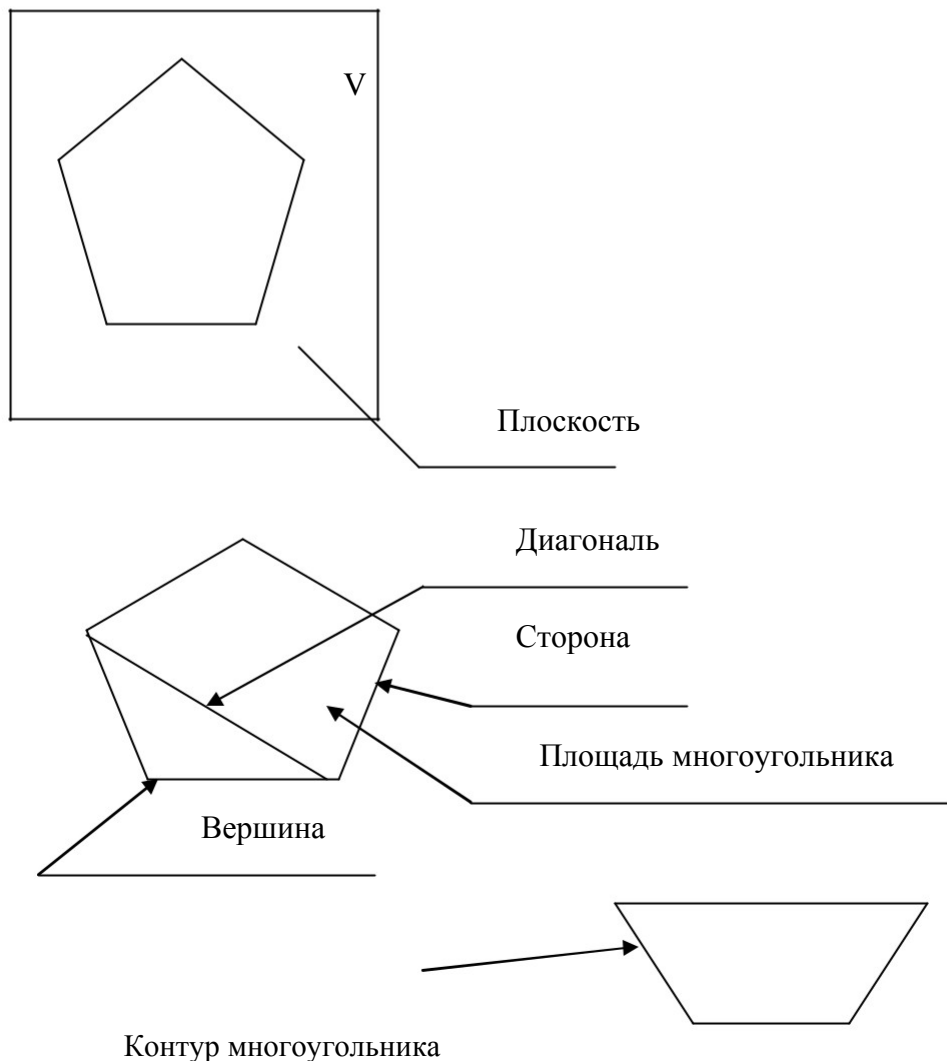
Две линии, лежащие в одной плоскости и отстоящие одна от другой на всем протяжении, на равном расстоянии называются **параллельными**.

Часть плоскости, ограниченная замкнутой ломаной линией, состоящей из трех и более прямых, называется **многоугольником**.

Замкнутая ломаная линия называется **контуром** многоугольника; отдельные прямые контура называются **сторонами** многоугольника.

Углы, составленные каждым двумя соседними сторонами, называются **углами многоугольника**, а их вершины – **вершинами многоугольника**.

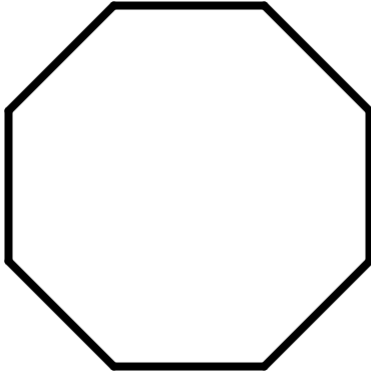
Отрезок, равный сумме всех сторон многоугольника, называется **периметром**. Всякая прямая, соединяющая вершины двух углов многоугольника, не прилегающих к одной стороне, называется **диагональю многоугольника**



**Правильными** многоугольниками называется такой многоугольник, у которого все стороны и углы равны между собой. Если стороны и углы многоугольника не равны, то многоугольник называется неправильным

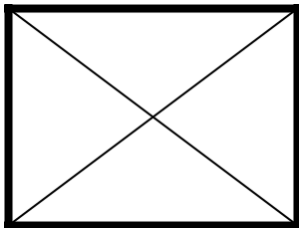
$ab$  – сторона

$$ab = bc = cd = de = ef = fa$$



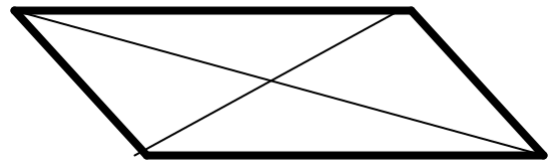
**Правильный многоугольник**

Четырехугольник, все углы которого прямые, называется **прямоугольником**



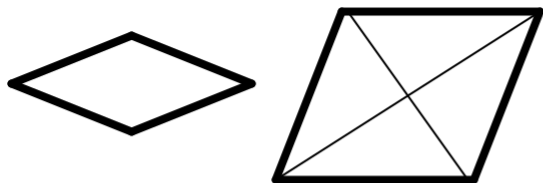
**ПРЯМОУГОЛЬНИК**

Четырехугольник, противоположные стороны которого попарно параллельны и равны, но углы не прямые, называется **параллелограммом**

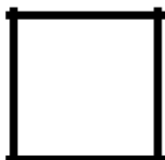


**ПАРАЛЛЕЛОГРАММ**

**Параллелограмм**, все стороны которого равны, называется **ромбом**. Ромб с прямыми углами называется **квадратом**



РОМБ



КВАДРАТ

Четырехугольник, две противоположные стороны которого параллельны, а две другие не параллельны, называется **трапецией**



ТРАПЕЦИЯ

### Треугольники:

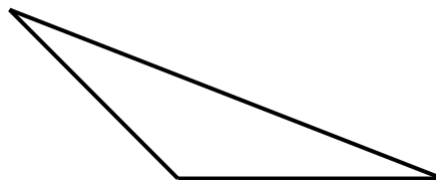
- а) тупоугольный
- б) остроугольный
- в) прямоугольный

**Равнобедренным** треугольником называется такой треугольник, две стороны которого равны.

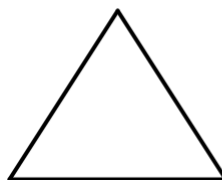
**Разносторонним** треугольником называется такой треугольник, все стороны которого разные.

**Прямоугольным** треугольником называется такой треугольник, один из углов которого прямой

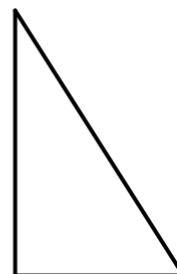
### ТРЕУГОЛЬНИКИ



Тупоугольный



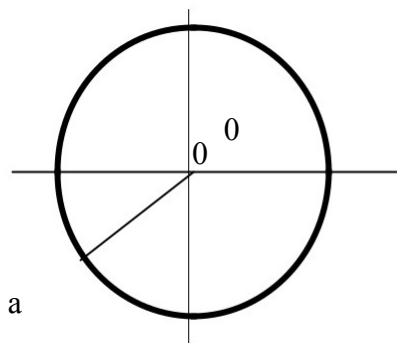
Остроугольный



Прямоугольный

## ЭЛЕМЕНТЫ ОКРУЖНОСТИ И КРУГА

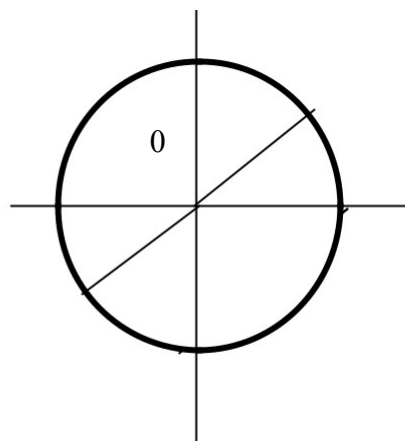
### ОКРУЖНОСТЬ



**O** – Центр окружности.

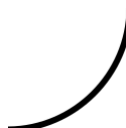
**Окружностью** называется плоская замкнутая (циркульная) кривая линия, все точки которой одинаково удалены от центра окружности (точки **O**).

**Радиусом** называется отрезок прямой, соединяющий центр окружности **O** с какой либо точкой окружности, например **a**.

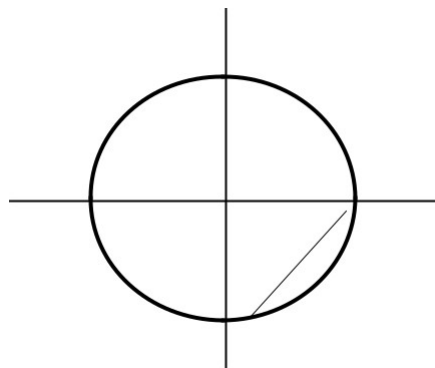


**Диаметром**  $\emptyset$  окружности называется хорда, проходящая через центр окружности **O** и соединяющая две точки окружности, например **a** и **b**.

**Дугой** называется часть окружности



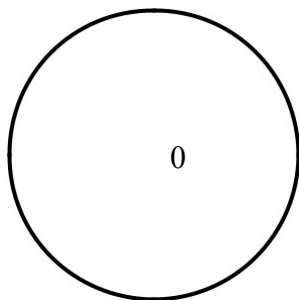
**Хорда** – это отрезок прямой, соединяющий две любые точки (например **c** и **d**).



**Касательной** называется прямая, имеющая с окружностью одну общую точку (точку касания, например, *a*). Касательная перпендикулярна радиусу, проведенному из центра окружности в точку касания.

**Луч** – это часть прямой, проведенной из центра окружности за ее пределы через любую ее точку, например *b*.

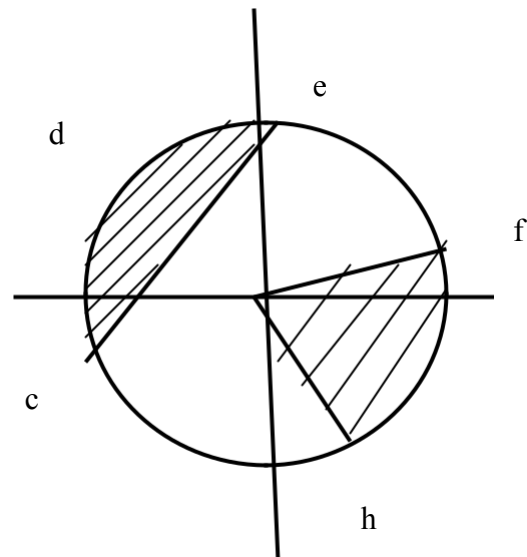
**Секущая** – это прямая, проведенная через две точки (например, *c* и *d*) окружности.



**Круг** – это часть плоскости, ограниченная окружностью

**Сектор** – это часть круга, ограниченная дугой окружности (например, *f g h*) и двумя радиусами (например, *O f* и *O h*).

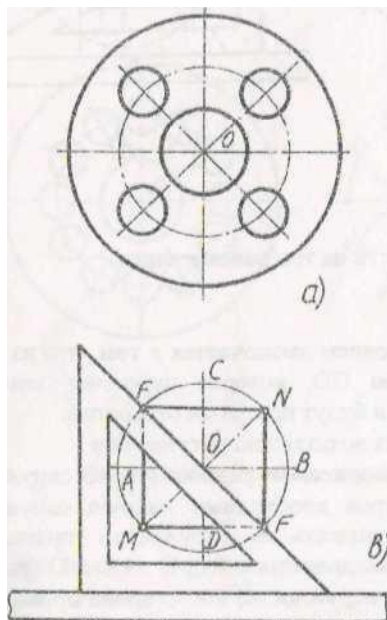
**Сегмент** - это часть круга, ограниченная дугой окружности (например, *c d e*) и хордой (например, *c e*)





## ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

Многие детали машин и механизмов имеют элементы, равномерно расположенные, по окружности. При выполнении чертежей таких деталей необходимо знать рациональные способы деления окружности на равное количество частей.



### Деление окружности на четыре и восемь равных частей.

На рисунке, а показан контур крышки, в которой имеются восемь отверстий, равномерно расположенных по окружности. При построении чертежа контура крышки необходимо разделить окружность на восемь равных частей. Это можно сделать построением с помощью циркуля.

Два взаимно перпендикулярных диаметра окружности делят ее на четыре равные части (точки 1, 3, 5, 7 на рисунке 1). Чтобы разделить окружность на восемь равных частей, применяют известный прием деления прямого угла с помощью циркуля на две равные части.



Рисунок 1 - Деление окружности на четыре и восемь равных частей

Получают точки 2, 4, 6, 8. Это же деление можно сделать с помощью угольника с углами  $45^\circ$  (рисунок в), гипотенуза угольника должна проходить через центр окружности.

### Деление окружности на три, шесть и двенадцать равных частей.

Рассмотрим следующие примеры: в крышке, контур которой показан на рисунке а, просверлены три отверстия, расположенные по окружности на равных расстояниях. Требуется найти центры этих отверстий, то есть при построении чертежа надо разделить окружность на три равные части. Выполнить эту задачу можно построением с помощью циркуля (рисунок б), а также при помощи угольника с углами  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  (рисунок в)

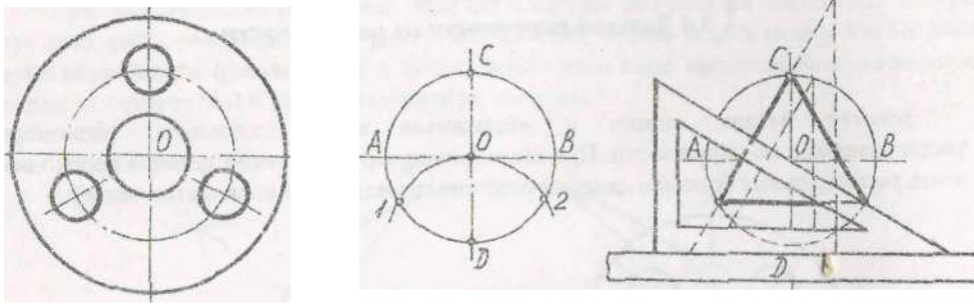


Рисунок 2. с. д. Деление окружности на три равные части

### Деление окружности на три равные части

Деление окружности на три части построением заключается в том, что из точки D (рисунок с) проводится дуга радиусом OD, которая пересечет заданную окружность в двух точках, 1 и 2. Точки C, 1 и 2 и будут центрами отверстий.

Деление окружности с помощью угольника показано на рисунке д.

Если деталь имеет шесть отверстий, расположенных равномерно, но окружности, то для нахождения их центров необходимо данную окружность разделить на шесть равных частей или вписать в окружность правильный шестиугольник. Для этого достаточно из концов диаметров A и B из C и D провести дуги радиусом, равным радиусу окружности, ибо сторона правильного вписанного в окружность шестиугольника всегда равна радиусу окружности. Точки C, F, N, D, M и E будут искомыми.

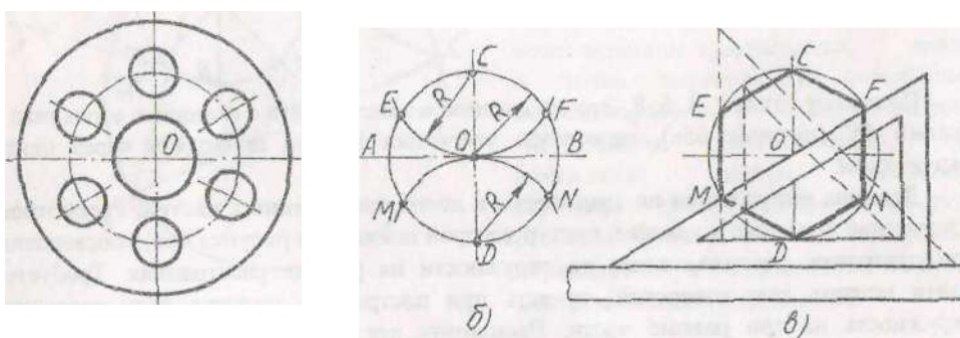


Рисунок 3 - Деление окружности на шесть равных частей

Построение правильного шестиугольника можно выполнить с помощью чертежных угольников в 30, 60 и 45 (рисунок в).

При делении окружности заданного радиуса на двенадцать равных частей с помощью циркуля можно использовать тот же прием, что и при делении окружности на шесть равных частей (рисунок б), но дуги радиусом  $R$  описывать четыре раза из точек 1, 7, 4 и 10 (рисунок б).

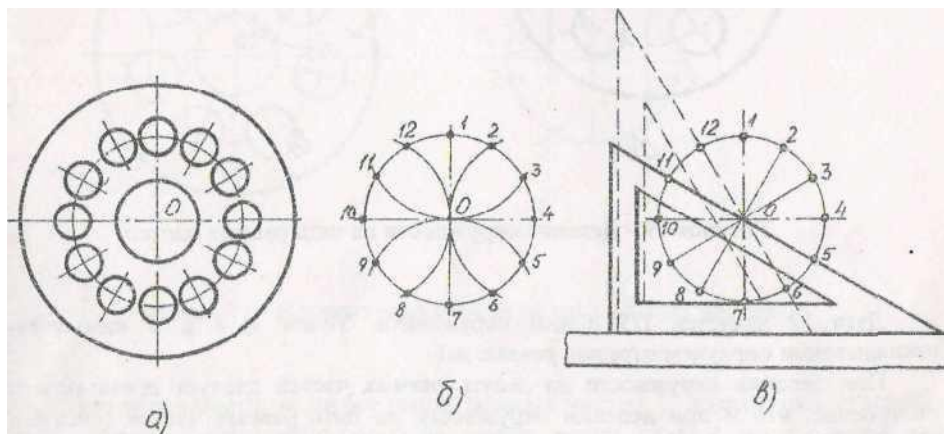


Рисунок 4 - Деление окружности на двенадцать равных частей

При делении окружности на двенадцать частей можно использовать *чертежный* угольник с углами 30 и 60° с последующим поворотом его на 180° (рисунок в).

#### **Деление окружности на пять и десять равных частей**

В детали имеется пять отверстий равномерно расположенных по окружности. Выполняя чертеж этой детали (рисунок а), необходимо разделить окружность на пять равных частей.

Через намеченный центр  $O$  при помощи линейки и угольника проводят осевые линии и из точки  $O$  циркулем описывают дугу заданного радиуса. Из точки  $A$  радиусом  $R$ , равным радиусу данной окружности, проводят дугу, которая пересечет окружность в точке  $n$ . Из точки  $n$  опускают перпендикуляр на горизонтальную осевую линию, получая точку  $C$ . Точка  $C$  делит радиус  $AO$  пополам. Из точки  $C$ , как из центра, радиусом  $R_1$ , равным расстоянию от точки  $C$  до точки 1, нужно провести дугу, которая пересечет горизонтальную осевую линию в точке  $m$ . Из точки 1, как из центра, радиусом  $R_2$ , равным расстоянию от точки 1 до точки  $m$ , следует провести дугу, пересекающую окружность в точке 2.

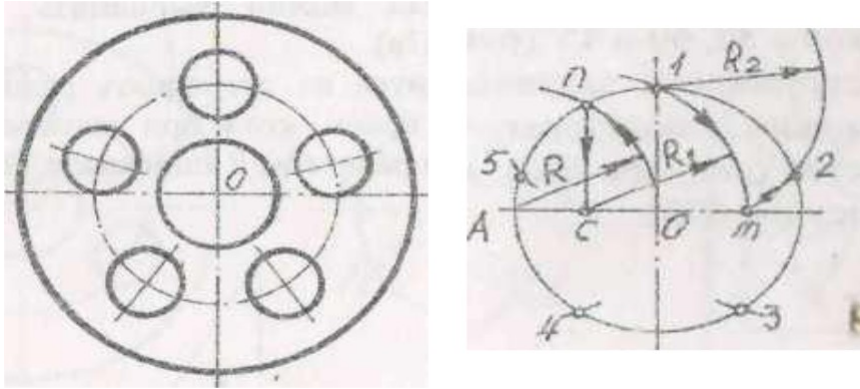
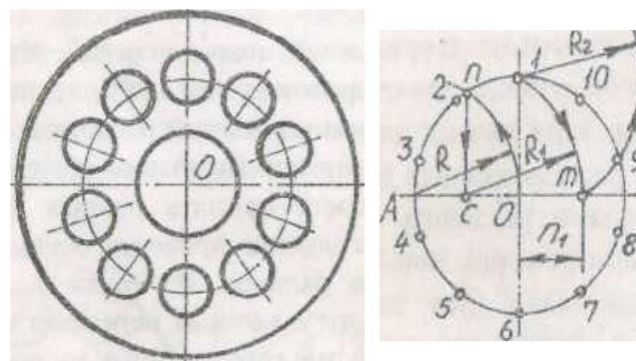


Рисунок 5- Деление окружности на пять равных частей

Дуга 12 является  $1/5$  длины окружности. Точки 3, 4 и 5 находятся при откладывании циркулем отрезки, равные  $m$ .

При делении окружности на десять равных частей следует применить то же построение, что и при делении окружности на пять равных частей (рисунок 5) Отрезок  $Om = n_1$  будет равен хорде, которая разделит окружность на 10 равных частей.



a)

Рисунок 6 - Деление окружности на десять равных частей

**Деление окружности на семь равных частей** показано на рисунке. Из точки А проводится вспомогательная дуга радиусом  $R$ , равным радиусу данной окружности, которая пересечет в точке  $n$ . Из точки  $n$  надо опустить перпендикуляр на горизонтальную осевую линию. Перпендикуляр пересекает осевую линию в точке  $c$ .

Отрезок  $nc$  является  $1/7$  окружности. Из точки 1 радиусом, равным отрезку  $nc$ , делаются по окружности семь засечек и получаются семь искомых точек.

**Деление окружности на любое число равных частей.** С достаточной точности можно делить окружность, на любое число равных частей, пользуясь таблицей коэффициентов для подсчета длины хорды (таблица 1)

**Таблица 1 - Коэффициенты для подсчета длины хорды**

Число частей, n	Коэффициент, k	Число частей, n	Коэффициент, k	Число частей, n	Коэффициент, k
7	0,434	17	0,184	27	0,116
8	0,383	18	0,174	28	0,112
9	0,342	19	0,165	29	0,108
10	0,309	20	0,156	30	0,104
11	0,282	11	0,149	31	0,101
12	0,259	22	0,142	32	0,198
13	0,239	23	0,136	33	0,095
14	0,223	24	0,130	34	0,092
15	0,208	25	0,125	35	0,090
16	0,195		0,120	36	0,087

Зная, на какое число  $n$  следует разделить окружность, надо найти по таблице соответствующий коэффициент  $k$ . При умножении коэффициента  $k$  на диаметр окружности  $D$  получают длину хорды  $l$ , которую циркулем откладывают на окружности  $n$  раз.

**Пример:** при построении чертежа детали надо разделить окружность диаметром 150мм на 30 равных частей. Количеству частей окружности  $n = 30$  соответствует коэффициент  $k = 0,104$ .

По формуле  $l_x = D k$  подсчитывается длина

хорды;  $l_x = 150 \cdot 0,104 = 15,6\text{мм}$

Эта величина циркулем откладывается на окружности тридцать раз .

Если под рукой не оказалось таблицы коэффициентов для подсчета длины хорды, разделить окружность на любое число равных частей можно построением. Пример: дана деталь, в которой надо сделать пятнадцать отверстий. Одно отверстие дано.

Вначале из точек  $A$  и  $B$  надо провести дуги до взаимного пересечения радиусом, равным диаметру окружности (рисунок 8), и получаем точки  $M$  и  $N$ . Диаметр  $AB$  нужно разделить на 15

частей. Теперь надо провести из точек М и N прямые через точки деления на диаметре, но не через каждую точку, а через одну и получается на заданной окружности центры будущих отверстий.

**Задание №2.** - Выбрать формат А3 , оформить чертёж основной надписью, Выполнить Линии чертежа. ГОСТ 2.303 – 68 «ЕСКД. Линии» ( приложение 2).

**!- Общие правила выполнения линий чертежа**

∇- Типы линий Таблица № 4

Основное внимание при выполнении этого задания надо обратить на правильное начертание разных линий чертежа. Перед выполнением работы необходимо ответить на поставленные вопросы.

**Задание №2.(2 часть)** Выбрать формат А3 , оформить чертёж основной надписью,  
 • - Выполнить «Шрифты чертёжные» (приложение 3)  
 - Выполнить титульный лист согласно ГОСТ 2.304 -81 «ЕСКД. (приложение 4)

**!- Шрифты чертёжные.**

∇- Параметры шрифтов Таблица №5

∇- Чертёжный шрифт, применяемый для нанесения всех надписей на чертежах, содержит русский, латинский и греческий алфавиты, арабские и римские цифры, а также знаки.

Перед выполнением работы необходимо повторить теоретический материал, в том числе надписи на чертежах по ГОСТ 2. 304 – 81. Стандарт устанавливает четыре вида шрифта:

Тип А - без наклона (толщина линий шрифта  $d = 1/14h$ );

Тип А - с наклоном около  $75^0$  ( $d = 1/ 14 h$ );

Тип Б - без наклона ( $d = 1/10 h$ );

Тип Б - с наклоном около  $75^0$  ( $d = 1/10 h$ ) .

Работа выполняется строчными и прописными буквами с наклоном и без наклона  $90^0$  на вспомогательной сетке.

## Шрифты чертежные

Чертежные шрифты, применяемые для нанесения всех надписей на чертежах и при оформлении других конструкторских документов, установлены ГОСТ 2.304 – 81 «ЕСКД. Шрифты чертежные». Чертежный шрифт содержит русский, латинский и греческий алфавиты, арабские и римские цифры, а также знаки.

**Вспомогательная сетка** (рис. 2.25,а – прямая; рис. 2.25,б – с наклоном около  $75^0$ ) – сетка, образованная вспомогательными линиями, в которые вписывают буквы; шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта  $d$ . Построение шрифта во вспомогательной сетке показано на рис. 2.26.

**Типы шрифтов.** ГОСТ 2.304 – 81 устанавливает четыре вида шрифта:

тип А без наклона (толщина линий шрифта  $d = 1/14 b$ );

тип А с наклоном около  $75^0$  ( $d = 1/14 h$ );

тип Б без наклона ( $d = 1/10 h$ );

тип Б с наклоном около  $75^0$  ( $d = 1/10 h$ );

**Размер шрифта**  $h$  определяется высотой прописных букв, мм. ГОСТ 2.304 – 81 устанавливает следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Параметры шрифтов установлены в зависимости от размера и приведены на рисунке в таблице.

## Штрифт типа А

Параметры штрифтов	Размеры, мм при $h$						
	2,50	3,50	5,00	7,00	10,00	14,00	20,00
c	1,80	2,50	3,50	5,00	7,00	10,00	14,00
a	0,35	0,50	0,70	1,00	1,40	2,00	2,80
b	4,00	5,50	8,00	11,00	16,00	22,00	31,00
e	1,10	1,50	2,10	3,00	4,20	6,00	8,40
d	0,18	0,25	0,35	0,50	0,70	1,00	1,40

## Штрифты Б

Параметры штрифтов	Размеры, мм при $h$						
	2,50	3,50	5,00	7,00	10,00	14,00	20,00
c	1,80	2,50	3,50	5,00	7,00	10,00	14,00
a	0,50	0,70	1,00	1,40	2,00	2,80	4,00
b	4,30	6,00	8,50	12,00	17,00	24,00	34,00
e	1,50	2,10	3,00	4,20	6,00	8,40	12,00
d	0,25	0,35	0,50	0,70	1,00	1,40	2,00

**Примечание.** 1. обозначения:  $h$  – размер штрифта;  $c$  – высота строчных букв;  $a$  – расстояние между буквами;  $b$  – минимальный шаг сторк;  $e$  – минимальное расстояние между словами;  $d$  – толщина линий штрифта.

Относительные размеры параметров штрифтов;

Обозначения	Тип А	Тип Б
$h$	$(14 \setminus 14)h = 14d$	$(10 \setminus 10)h = 10d$
$c$	$(10 \setminus 14)h = 10d$	$(7 \setminus 10)h = 7d$
$a$	$(2 \setminus 14)h = 2d$	$(2 \setminus 10)h = 2d$
$b$	$(22 \setminus 14)h = 22d$	$(17 \setminus 10)h = 17d$
$e$	$(6 \setminus 14)h = 6d$	$(6 \setminus 10)h = 6d$
$d$	$(1 \setminus 14)P = d$	$(1 \setminus 10)h = d$

Русский, латинский и греческий алфавиты, арабские и римские цифры, знаки, выполненные в соответствии с требованиями штрифты типа А, приведены на рис. 2.28-2.36; в соответствии с требованиями штрифта типа Б – на рис. 2.37-2.45.

Наименование букв *греческого алфавита* (рис. 2.33, 2.34, 2.42, 2.43): 1- альфа; 2 – бета; 3 – гамма; 4 – дельта; 5 – эпсилон; 6 – дзета; 7 – эта; 8 – тета; 9 – йота; 10 – каппа; 11 – ламбда; 12 – мю; 13 – ню; 14 – кси; 15 – омикрон; 16 – пи; 17 – ро; 18 – сигма; 19 – тау; 20 – ипсилон; 21 – фи; 22 – хи; 23 – пси; 24 – омега.

Римские цифры L, C, D, M выполняют по правилам латинского алфавита.

Расстояние между буквами «А», соседние линии которых не параллельны между собой (например, ГА, АТ, и др.), может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину  $d$  линии шрифта. Минимальным расстоянием между словами  $e$ , разделенными знаком препинания, является расстояние между знаком препинания, следующим ним словом.

Наименование знаков (рис. 2.35.2.36, 2.44, 2.45): 1 – точка; 2 – двоеточие; 3 – запятая; 4 – точка с запятой; 5 – восклицательный знак; 6 – вопросительный знак; 7 – кавычки; 8 – и «союз»; 9 – параграф; 10 – равенство; 11 – величина после округления; 12 – соответствует; 13 – асимптотически равно; 14 – приблизительно равно; 15 – меньше; 16 – больше; 17 – и 17а – меньше или равно; 18 и 18а – больше или равно; 19 – плюс; 20 – минус; 21 – плюс-минус; 22, 23 –

умножение; 24 – деление; 25 – процент; 26 – градус; 27 – минута; 28 – секунда; 29 – параллельно; 30 – перпендикулярно; 31 – угол; 32 – уклон; 33 – конусность; 34 – квадрат; 35 – дуга; 36 – диаметр; 37 – радикал; 38 – интернал; 39 – бесконечность; 40 – квадратные скобки; 41 – круглые скобки; 42 – черта дроби; 43 – номер; 44 – от... до; 45 – знак подобия; 46 – звездочка.

При написании дробей, показателей и индексов размер шрифта может быть уменьшен на одну ступень.

**Прописные буквы** русского алфавита можно разделить на четыре группы. Первая группа – буквы, состоящие из прямолинейных элементов, - А, Г, Д, И, Й, К, Л, М, Р, П, Т, Х, Ц, Ш, Щ. НА РИС. 2.47,а показано построение шести букв этой группы.

Вторая группа – С, У, Ч, Э – характерна небольшим скруглением при переходе одной прямой линии в другую. Построение трех букв дано на рис. 2.47,б.

В третья группа входят буквы, состоящие их прямолинейных и криволинейных элементов, - Б, В, Р, Б, Ы, Ъ, Я. Основным элементом, входящим в каждую букву, является мягкий знак – Ь. построение трех букв показано на рис. 2.47,в.

Четвертая группа – буквы О, Ф, Ю, З. основной для трех первых букв является буква О. если для построения этой буквы вычертить сетку, то по высоте ее надо разделить на четыре части. Очертание буквы О можно представить как параллелограмм со скругленными углами. Буква З состоит их двух криволинейных элементов, причем верхняя часть не подходит до линии сетки на величину  $d/2$  (рис. 2.47,г).

Как видно из рисунков, средние горизонтальные линии, определяющие пропорции многих букв, проходят выше (Б, В, Е) или ниже (Р, У, Ч, Э) средней линии на величину  $d$ . Исключение составляет буква А, у которой горизонтальная линия проходит на расстоянии  $3d$  от основания буквы.

**Строчные буквы.** Из 32 строчных букв 15 имеют такое же очертание, как и прописные. Остальные конструкции можно условно разделить на две группы.

Первая группа – буквы б, в, д, р, ф, у, - в основе которых лежит элемент буквы о и элементы, которые выходят за пределы сетки примерно на половину высоты буквы рис. (2.48,а).

Вторая группа состоит из букв, в основе которых лежит буква и. построение букв показано на рис. 2.48,б.

Буква г состоит из двух дуг, плавно переходящих одна в другую..

**Арабские цифры.** Все цифры имеют ширину, равную  $5d$ , кроме самой широкой цифры – 4 ( $6d$ ) и самой узкой цифры 1 ( $3d$ ). Построение цифр дано на рис.2.32 и 2.39. средняя линия сетки дает возможность правильно определять переход от верхней части цифры к нижней. У цифры 4 горизонтальная перекладина проходит на высоте, равной  $3d$  от основания цифры. Самая сложная по построению цифра 8 представляет собой две буквы О, из которых нижняя больше по высоте на величину  $d$ .

### *Раздел 3.*

## **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ И ПРАВИЛА ВЫЧЕРЧИВАНИЯ КОНТУРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ**

**Учащиеся должны знать:** правила вычерчивания контуров технических деталей, геометрические построения деления окружности на равные части, сопряжений. Уклонов и конусности, лекальных и коробовых кривых.

**Учащиеся должны уметь:** работать с чертежными инструментами и материалами, выполнять упражнения по оформлению формата А3, оформлять формат основной надписью. Выполнять геометрические построения овоида, спирали Архимеда, синусоиды, циклоиды, эллипса, лекальных кривых, уклона и конусности.



**Задание №3. Выбрать формат А3 , оформить чертёж основной надписью.****- Построение сопряжений.** (приложение 5)**!- Построение сопряжений:**

- Сопряжения прямой линии с другой окружностью; Сопряжения двух дуг окружностей; Построение сопряжения двух пересекающихся прямых дугой заданного радиуса; Сопряжения двух пересекающихся прямых; Построение сопряжения дуги и прямой заданного радиуса; Сопряжения двух дуг дугой заданного радиуса; Внешние касания; Внутренние касания;

Смешанные (внешние и внутренние) касания.

Графическая работа содержит чертежи «плоских» деталей. При выполнении этого задания надо обратить внимание на правильное вычерчивание контуров деталей с применением правил деления окружности на равные части и построения сопряжений.

**Задание №4 Выбрать формат А3 , оформить чертёж основной надписью.****- Уклоны и конусность ГОСТ 2.307-68 Уклон, ГОСТ 2.320-82 Конусность.**

(приложение 6)

**! – Построение уклона и конусности. Условные обозначения.**

Вычертить по заданным размерам деталь. Линии построения уклона и конусности сохранить.

**Задание №4 (2 часть) Выбрать формат А3, оформить чертёж основной надписью.****- Лекальные кривые. Коробовые кривые.**

(приложение 7)

- Построение лекальных кривых: эллипса, параболы, гиперболы, синусоиды, циклоиды, спирали Архимеда, эвольвенты.

- Коробовых кривых: овала, овоида, завитка.

( приложение 8)

Вычертить по заданным размерам контуры кронштейна, корпуса, кулачка, рефлектора, стойки, опоры. Линии построения лекальных и коробовых кривых сохранить.

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ**

Чтобы построить какой-либо чертеж или выполнить плоскостную разметку заготовки детали перед ее обработкой, необходимо осуществить ряд графических операций – геометрических построений.

**Геометрическим построением** называют способ решения задачи, при котором ответ получают графическим путем без каких-либо вычислений.

Построения выполняют чертежными (или разметочными) инструментами максимально аккуратно, ибо от этого зависит точность решения.

Линии, заданные условиями задачи, а также построения выполняют сплошными тонкими, а результаты построения – сплошными основными.

Приступая к выполнению чертежа или разметке, нужно вначале определить, какие из геометрических построений необходимо применить в данном случае, т.е. провести анализ графического состава изображения.

***Анализом графического состава изображения называют процесс расчленения выполнения чертежа на отдельные графические операции.***

Выявление операций, необходимых для построения чертежа, облегчает выбор способа его выполнения. Если нужно вычертить, например, пластину, изображенную на задании, то анализ контура ее изображения приводит нас к выводу, что мы должны применить следующие геометрические построения:

- в пяти случаях провести взаимно перпендикулярные центровые линии;
- в четырех случаях вычертить параллельные линии;
- вычертить две концентрические окружности .... $\varnothing$ , R;
- в шести случаях построить сопряжения двух параллельных прямых дугами заданного радиуса
- в четырех – сопряжения дуги и прямой дугой радиуса .... мм
- в четырех случаях поострить сопряжение двух дуг радиуса ....мм

Для выполнения этих построений необходимо вспомнить или повторить по учебнику правила их вычерчивания.

При этом целесообразно выбирать рациональный способ выполнения чертежа. Выбор рационального способа решения задачи сокращает время, затрачиваемое на работу. Например, при построении равностороннего треугольника, вписанного в окружность, более рационален способ, при котором построение выполняют рейсшиной и угольником с углом 60 без предварительного определения вершин треугольника. Менее рационален способ решения той же задачи с помощью циркуля и рейсшины с предварительным определением вершин треугольника.

Построением называют графический способ решения геометрических задач на плоскости при помощи чертёжных инструментов. Геометрические построения такие, как построение параллельных прямых, перпендикулярной прямой в середине отрезка при помощи циркуля и линейки, деление отрезка прямой на равные части, углов при помощи угольников, деление окружности на равные части и вписывание в неё правильных многоугольников, построение правильных многоугольников и нахождение центра дуги окружности применяют при выполнении чертежей, а также при плоскостной разметке.

### **ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКОВ И ПОСТРОЕНИЕ УГЛОВ**

**Построение прямых углов.** Угол 90 рационально строить с помощью рейсшины и угольника. Для этого достаточно, проведя прямую линию, восставить к ней перпендикуляр с помощью угольника. Рационально перпендикуляр к отрезку наклонной строить, передвигая или поворачивая угольник.

**Построение тупых и острых углов.** Рациональные способы построения углов 120, 30 и 150, 60 и 120, 15 и 165, 75 и 105, 45 и 135 приведены на рисунке, где показаны положения угольников для построения этих углов.

**Деление угла на две равные части.** Из вершины угла описывают дугу окружности произвольного радиуса. Из точек М и N пересечения дуги со сторонами угла раствором циркуля, большим половины дуги MN, делают две пересекающиеся в точке А засечки.

Через полученную точку А и вершину угла проводят прямую линию (биссектрису угла).

**Деление прямого угла на три равные части.** Из вершины прямого угла описывают дугу окружности произвольного радиуса. Не меняя раствора циркуля, делают засечки из точек пересечения дуги со сторонами угла. Через полученные точки М и N и вершину угла проводят прямые.

Этим способом можно делить на три равные части только прямые углы.

**Построение угла, равного данному.** Из вершины 0 заданного угла проводят дугу произвольного радиуса R, пересекающую стороны угла в точках М и N. Затем проводят отрезок прямой, который будет служить одной из сторон нового угла. Из точки 0 на этой прямой тем же радиусом R проводят дугу, получая точку N. Из этой точки описывают дугу радиусом R, равным хорде MN. Пересечение дуг дает точку М, которую соединяют прямой с вершиной нового угла.

**Деление отрезка прямой на две равные части.** Из концов заданного отрезка раствором циркуля, большим половины его длины, описывают дуги. Прямая, соединяющая полученные точки М и N, делит отрезок на две равные части и перпендикулярна ему.

**Построение перпендикуляра в конце отрезка прямой.** Из произвольной точки 0, взятой над отрезком АВ, описывают окружность, проходящую через точку А (конец отрезка прямой) и пересекающую прямую в точке М.

Через полученную точку М и центр 0 окружности проводят прямую до встречи с противоположной стороной окружности в точке N. Точку N соединяют прямой с точкой А.

**Деление отрезка прямой на любое число равных частей.** Из любого конца отрезка, например из точки А, проводят под острым углом к нему прямую линию. На ней циркулем-измерителем откладывают нужное число равных отрезков произвольной величины. Последнюю точку соединяют со вторым концом заданного отрезка (с точкой В). Из всех точек деления с помощью линейки и угольника проводят прямые, параллельные прямой АВ, которые и разделят отрезок АВ на заданное число равных частей.

На рисунке показано, как применить это построение для разметки центров отверстий, равномерно расположенных на прямой.

## ВЫПОЛНЕНИЕ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА АЛЬБОМА ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ СТУДЕНТА

При выполнении упражнения следует уделить особое внимание изучению конструкции букв, выработке рациональных приемов выполнения надписей на чертежах.

На первой стадии изучения шрифта и овладения навыками выполнения надписей необходимо точно и аккуратно соблюдать разметку каждой буквы, слова. При этом следует ознакомиться с методикой расчета и размещения надписи в целом, деления ее на строки и т.п.

Нужно помнить, что качественное выполнение разметки является фундаментом качественного выполнения надписи.

Вспомогательная сетка, в которую вписываются буквы, наносится тонкими линиями, карандашом 2Т. расстояние между параллельными линиями сетки берется с зависимости от толщины линий шрифта  $d$  (рис. 1). Для определения размеров букв и цифр, а также расстояний между буквами, словами, строками следует пользоваться табл. 2. шрифт типа Б = ( $d = h/10$ ). Обозначение различных элементов шрифта приведено на рисунке.

Расстояние между смежными буквами ГА, АТ, РД, ТЛ, ГЛ, РА может быть уменьшено наполовину, т. е. на толщину  $d$  линии шрифта, или не делаться совсем.

Расстояние между смежными буквами ЦЦ берется  $3d$ . Минимальным расстоянием между словами – то есть, разделенными знаками препинания и следующим за ним словом. Начертание прописных и строчных букв и цифр показано на рисунке в карточке задания.

### ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

Выполняется один из вариантов по указанию преподавателя. При выполнении шрифтовой части необходимо еще разнообразить надписями, внимание на указания, которые даны к упражнению 1.

При проведении линий на чертеже нужно добиваться соблюдения отношения толщин различных по типу линий, выдерживать длину штрихов и промежутков между ними. При этом следует учитывать рекомендации, данные в таблице.

1. Центровые линии в центре окружности должны обязательно пересекаться своими штрихами, а не точками. Штрихи должны выходить за пределы окружности на 3 – 4 мм.
2. Штрихпунктирная линия должна заканчиваться штрихом, а не точкой.

Размеры даны для того, чтобы правильно поместить надписи и изображения и проставлять их на выполненной работе не следует.

## ПАРАМЕТРЫ ШРИФТА

№ п/п	Параметры шрифта	обозначение h	Относительный размер		Размер шрифта, мм			
					3,5	5	7	10
1	Прописные буквы и цифры:	h	(10/10)h	10d	3,5	5,0	7,0	10,0
1.1	Высота букв и цифр							
1.2	Ширина букв А, Д, М, Х, Ы, Ю	9	(7/10)h	7d	2,4	3,5	4,9	7,0
1.3	Ширина букв Б, В, И, Й, К, Л, н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я и цифр 4	9	(6/10)h	6d	2,1	3,0	4,2	6,0
1.4	Ширина букв Г, Е, З, С и цифр 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	9	(5/10)h	5d	1,7	2,5	3,5	5,0
1.5	Ширина букв Ж, Ф, Ш, Ъ	9	(8/10)h	8d	2,8	4,0	5,6	8,0
1.6	Ширина цифры 1	9	(3/10)h	3d	1,0	1,5	2,1	3,0
2	Строчные буквы:	c	(7/10)h	7d	2,5	3,5	5,0	7,0
2.1	Высота букв кроме в, д, р, у, ф							
2.2	Высота букв б, в, д, р, у, ф	c	(10/10)h	10d	3,5	5,0	7,0	10
2.3	Ширина букв, кроме ж, з, м, с, т, ф, ш, щ, ы, ю	9	(5/10)h	5d	1,7	2,5	3,5	5,0
2.4	Ширина букв з, с	9	(4/10)h	4d	1,4	2,0	2,8	4,0
2.5	Ширина букв М, Ы, Ю	9	(6/10)h	6d	2,1	3,0	4,2	6,0
2.6	Ширина букв т, ж, ф, ш, щ	9	(7/10)h	7d	2,4	3,5	4,9	7,0
3	Расстояние между буквами и цифрами	a	(2/10)h	2d	0,7	1,0	1,4	2,0
4	Расстояние между основаниями строк	b	(17/10)h	17d	6,0	8,5	12,0	17,0
5	Минимальное расстояние между словами	e	(6/10)h	6d	2,1	3,0	4,2	6,0
6	Толщина линий шрифта	d	(1/10)h	1d	0,35	0,5	0,7	1,0

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

### СОПРЯЖЕНИЕ

При выполнении графической работы нужно помнить, что без точного построения центра и точек сопряжения невозможно правильно выполнить и обвести чертеж.

При касании прямой линии и окружности центр касательной окружности следует искать на параллельной прямой, которая проводится на расстоянии, равном радиусу окружности. Точка касания в этом случае лежит на перпендикуляре, проведенном из центра окружности на заданную прямую.

При сопряжении двух окружностей центр касательной находится на концентрической окружности, проведенной или разностью радиусов в зависимости от характера сопряжения.

Точка сопряжения в этом случае находится на линии, соединяющей центры сопрягающихся окружностей. Построение сопряжений должно выполняться тщательно и аккуратно, твердым, острозаточенным грифелем карандаша и циркуля.

В работах с сопряжениями и с делением окружности использованы контуры отдельных видов некоторых деталей; корпусов, стоек, станин, подвесок и т.п.

## ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

### УКЛОНЫ И КОНУСНОСТЬ

Прежде чем выполнять графическую работу, следует ознакомиться с ГОСТ 2.307 – 68.

Для построения уклона через заданную точку нужно построить прямоугольный треугольник с одной из вершин в заданной точке  $K$  так, как это показано на рисунке отношением, указанному в обозначении уклона.

Построение конусности при заданной высоте  $L$  и диаметре  $D$  одного из оснований можно выполнить графически следующим образом: построить на заданной оси вспомогательный полный конус, у которого произвольно взятое основание,  $a$  укладывается в высоту столько раз, сколько задано в обозначении конусности. Затем провести образующие искомого конуса параллельно образующим вспомогательного конуса через концы заданного диаметра  $D$ , как показано на рисунке.



## СОПРЯЖЕНИЯ

Сопряжением называется плавный переход одной линии в другую. Разберём два основных случая построения сопряжений, без знания которых не могут быть сознательно усвоены способы построения сопряжений. Первый случай - сопряжение прямой линии с дугой окружности

Для получения плавного перехода от прямой линии к дуге окружности нужно, чтобы центр окружности находился на перпендикуляре к прямой, проведённой в точке касания.

Построение сводится к проведению касательной прямой к окружности в точке К, на ней расположенной (рис.4). Проводят окружность с центром в точке О радиусом R, а из точки К восставляют перпендикуляр АВ к отрезку КО. Прямая АВ будет искомой касательной к окружности в данной её точке К. Точка О называется центром сопряжения, К - точкой сопряжения (касания), R - радиусом сопряжения.

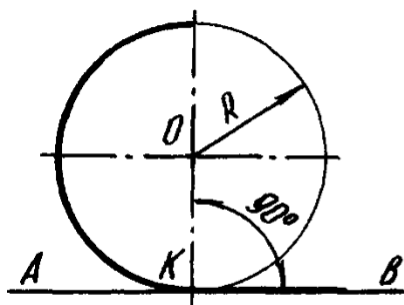


Рис.4

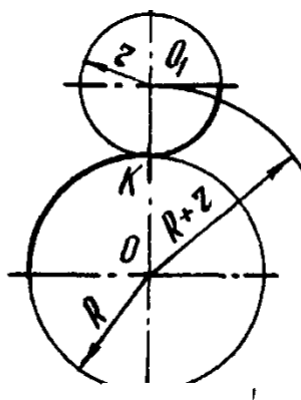


Рис.5.а

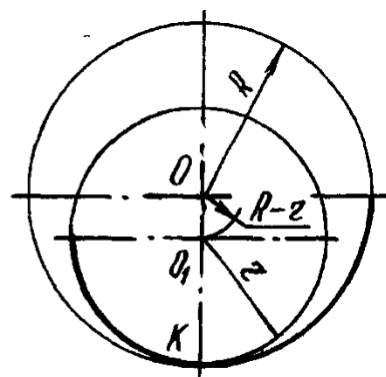


Рис.5.б

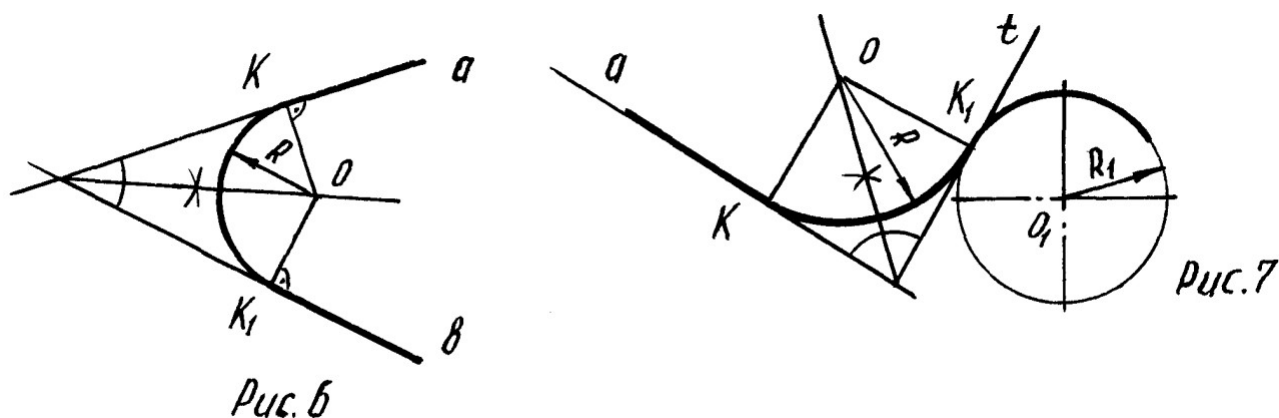
Второй случай - сопряжение двух дуг окружностей

Встречаются два случая сопряжения дуг окружностей: дуги имеют внешнее касание (рис.5 а), и дуги имеют внутреннее касание (рис.5 б). Плавный переход от одной дуги к другой в этих случаях достигается только тогда, когда точка их касания лежит на прямой линии  $OO_1$ , соединяющей центры сопрягаемых дуг. При внешнем касании расстояние между центрами  $OO_1$  равно  $R + r$ , т.е. сумме радиусов сопрягаемых дуг. При внутреннем касании расстояние между центрами  $OO_1$  равно  $R - r$ , т.е. разности радиусов сопрягаемых дуг.



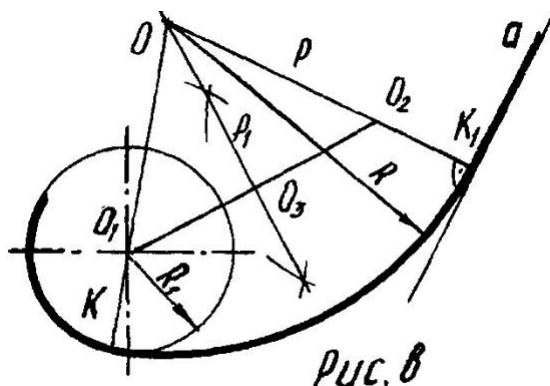
## ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ ДВУХ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ПРЯМЫХ ПРИ ЗАДАННОЙ ТОЧКЕ КАСАНИЯ

Даны две прямые  $a$ ,  $b$  и точка касания  $K \in a$  (рис. 6). Построение сводится к нахождению центра сопряжения  $O$ , точки касания  $K_1$  и радиуса сопряжения  $R$ . В точке  $K$  на прямой  $a$  восставляют перпендикуляр. Проводят биссектрису угла между пересекающимися прямыми  $a$  и  $b$ . Перпендикуляр и биссектриса пересекаются и дают центр сопряжения  $O$ . Из точки  $O$  опускают перпендикуляр  $OK_1$  на прямую  $b$ . Поставив опорную ножку циркуля в точку  $O$ , проводят дугу радиусом  $R=OK=OK_1$  от точки  $K$  до точки  $K_1$ , после чего окончательно обводят сопрягаемые прямые.



## Построение сопряжения прямой и дуги окружности при заданной точке касания

Дана прямая  $a$ , окружность радиуса  $R_1$  с центром  $O_1$  и точка касания  $K_1 \in R_1$  (рис. 7). Проводят касательную  $t$  к окружности  $R_1$  в точке  $K_1$ . Этим самым задачу привели к условию предыдущего случая.

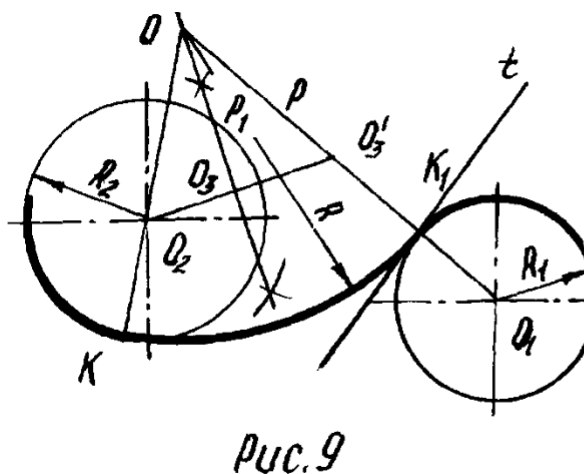


### Построение сопряжения между дугой окружности и прямой при заданной точке касания

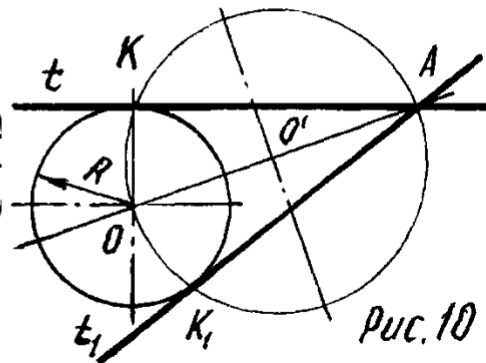
Дана прямая  $a$ , окружность радиуса  $R_1$  с центром  $O_1$  и точка касания  $K_1 \in a$  (рис. 8).

В точке  $K_1$  восставляют перпендикуляр  $p$  и на него откладывают величину  $R_1$ .  $O_2$  соединяют с  $O_1$ . Находят середину этого отрезка  $O_3$  и восставляют перпендикуляр  $p_1$ . Пересечение  $p$  с  $p_1$  есть центр сопряжения  $O$ . Из центра  $O$  радиусом  $R=OK$  от точки  $K_1$  до точки  $K$  проводят дугу.

### Построение сопряжения двух дуг радиусов $R_1$ и $R_2$ при заданной точке касания $K_1$ (рис. 9)



Проводя касательную  $t$  к окружности  $R_1$  в точке  $K_1$ , приводим к условию предыдущей задачи.



Построение касательной к окружности через заданную точку, лежащую вне окружности (рис.10)

Данную точку  $A$  соединяют с центром окружности  $O$  и из  $A$  через центр  $O$  очерчивают вспомогательную окружность. В точках пересечения вспомогательной и данной окружностей получают точки касания  $K$  и  $K_1$ ; остаётся точку  $A$  соединить с этими точками.

## ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ

Наиболее часто встречаются в технике плоские кривые:

эллипс, парабола, гипербола, циклоида, синусоида, эвольвента и др. Они обводятся с помощью лекал.

**Эллипс** - плоская замкнутая кривая, являющаяся геометрическим местом точек, сумма расстояний от которых до 2 заданных точек, называемых фокусами, есть величина постоянная.

### Методы построения эллипса

- 1) Построение эллипса по его фокусам.
- 2) Построение эллипса по координатным точкам.
- 3) Построение эллипса по двум осям.
- 4) Построение эллипса по сопряжённым диаметрам.

Построение эллипса одним из методов дано на рис. 11.

Даны: АВ - большая ось эллипса;

СД - малая ось эллипса.

Для построения эллипса по большой и малой осям через точку  $O$  - центр эллипса - проводят две взаимно перпендикулярные прямые в направлении осей эллипса. Из центра  $O$  проводят две вспомогательные концентрические окружности с диаметрами, равными большой и малой осям эллипса. Точки А, В, С и Д, отсекаемые на перпендикулярных прямых, принадлежат эллипсу как концы его осей.

Для нахождения промежуточных точек делят окружность на несколько равных частей, например 12; точки деления должны лежать на большой окружности. Отмечают, например, точки  $M$  и  $N$ . Проведя через точку  $M$  прямую, параллельную малой оси эллипса (СД), а через точку  $N$  - прямую, параллельную большой оси эллипса (АВ), получают в их пересечении точку  $E$ , которая принадлежит эллипсу. Аналогично можно найти любое число точек эллипса. Соединяя по лекалу найденные точки, строят эллипс.

Построение касательной и нормали к эллипсу.

Для построения касательной и нормали в точке  $K$  надо соединить точку  $K$  с фокусами и разделить пополам угол между радиус-векторами  $E_1K$  и  $E_2K$ ; биссектриса внутреннего угла  $F_1KF_2$  является нормалью, а перпендикулярная к ней биссектриса внешнего угла - касательной.

**Параболой** называется кривая, являющаяся геометрическим местом точек плоскости, равноудалённых от данной точки (называемой фокусом), и данной прямой той же плоскости (директрисы параболы).

Методы построения параболы:

- 1) по заданным директрисе и фокусу;
- 2) по данным вершине, оси и одной из точек параболы (рис.12);
- 3) с помощью касательных прямых к параболе.

Рассмотрим способ построения параболы по направлению оси, вершине и одной из точек на её очерке. Стороны  $Ab$  и  $b\bar{b}$  делим на одинаковое число равных частей. Пересечение луча  $A5$  с прямой, параллельной оси  $AB$  и проведённой через точку  $5$ , находящуюся на прямой  $A5$ , определяет точку  $5'$ , принадлежащую очерку параболы. Аналогично находят положения точек  $4'$ ,  $3'$  и т.д.

Касательная к параболе в данной точке  $M$  является биссектрисой угла  $GMN$ . Если фокус не известен, опускают из точки  $M$  на ось перпендикуляр и откладывают от вершины отрезок  $AB=OA$ . Касательная проходит через точки  $O$  и  $M$ . Нормаль перпендикулярна к касательной.

**Гиперболой** называется геометрическое место точек плоскости, разность расстояния от которых до двух заданных точек - фокусов - есть величина постоянная, равная расстоянию между вершинами гиперболы.

Существует несколько способов построения гиперболы. Рассмотрим одно из них (рис. 13). Для построения задается одна из точек гиперболы, например, точка  $M$ . Через точку  $M$  проводят прямые  $I_1$  и  $I_2$  параллельные асимптотам  $I_1$  и  $I_2$ . Из точки  $O$  пересечения осей проводят прямые пересекающие прямые  $I_1$  и  $I_2$ . Далее из точек пересечения с этими прямыми проводят прямые параллельные асимптотам до их взаимного пересечения в точке  $1$ . Аналогично можно найти любое число точек гиперболы. Полученные точки гиперболы соединяют с помощью лекала.

Касательная к гиперболе в точке  $n$  проводится как биссектриса угла  $F_1nF_2$ .

**Синусоидой** называется проекция траектории точки, движущейся по цилиндрической винтовой линии, на плоскость, параллельную оси цилиндра. Движение точки складывается из равномерно-вращательного движения (вокруг оси цилиндра) и равномерно-поступательного (параллельно оси цилиндра). Синусоида - это плоская кривая, которая показывает изменение тригонометрической функции синуса в зависимости от изменения величины угла.



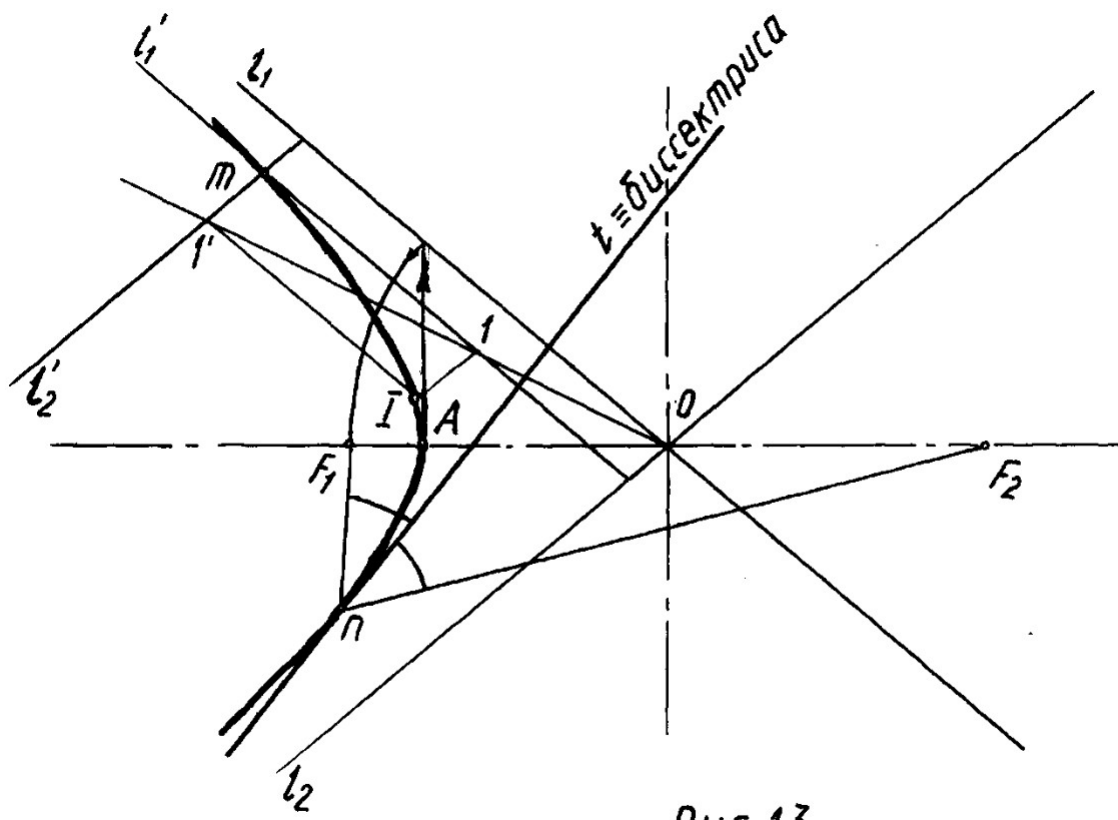


Рис. 13

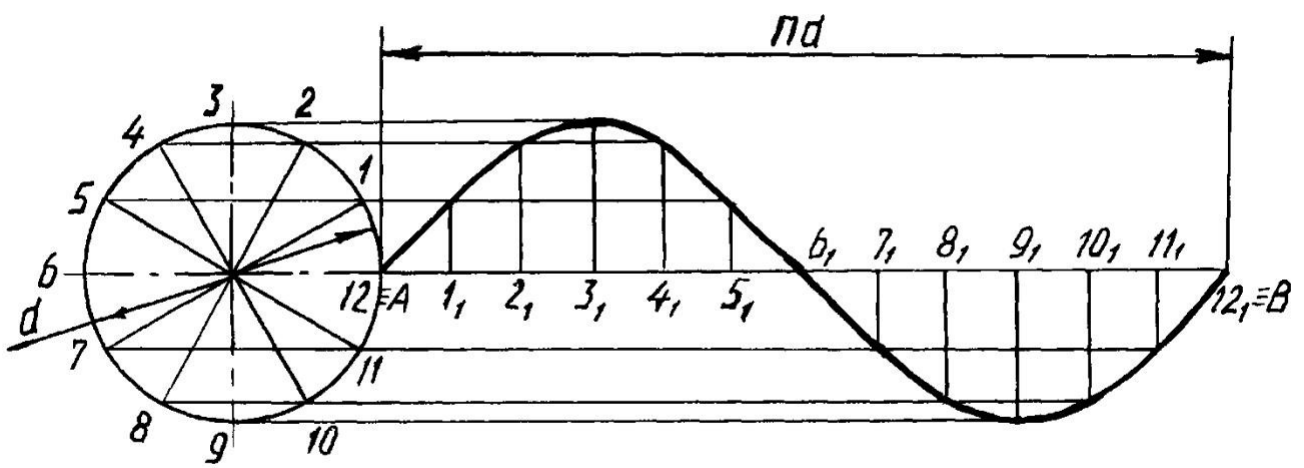


Рис. 14

Для построения синусоиды делят окружность на произвольное число равных частей, например, 12. На такое же число частей делят прямую АВ, длина которой равна длине волны. Из полученных и занумерованных точек проводят взаимно перпендикулярные прямые. Полученные точки пересечения этих прямых соединяют с помощью лекала плавной кривой (рис. 14).

**Эвольвента** окружности. Эвольвентой или развёрткой окружности называется плоская кривая, которая является траекторией точки окружности, образованной её развёртыванием и выпрямлением (рис.15). Для построения эвольвенты окружность радиуса R делят на несколько равных частей, например, на двенадцать. В точках деления 1, 2, 3, ..., 12 проводят касательные к окружности. На касательной в точке 12 откладывают длину окружности ( $2\pi R$ ), которую делят на такое же количество равных частей. Последовательно на касательных откладывают  $1/12$ ,  $2/12$ , ...,  $12/12$  длины окружности. Полученные точки соединяют с помощью лекала плавной кривой.

Касательная к эвольвенте, например, в точке X, перпендикулярна к касательной X-10 окружности.

**Спиралью Архимеда** называется плоская кривая, описываемая точкой, равномерно движущейся по радиусу-вектору, который в то же время равномерно вращается в плоскости вокруг неподвижной точки O. Рассмотрим построение спирали Архимеда по заданному центру и шагу (рис.16).

Радиусом O 12 проводят окружность. Отрезок O 12 и окружность делят на равное число частей, например, на двенадцать; через точки деления окружности 1, 2, ..., 12 и центр O проводят лучи, на которых от центра O откладывают отрезки, соответственно равные  $1/12$ ,  $2/12$  и т.д. шага спирали.

Лекальная кривая, соединяющая полученные на лучах точки, и будет искомой спиралью.

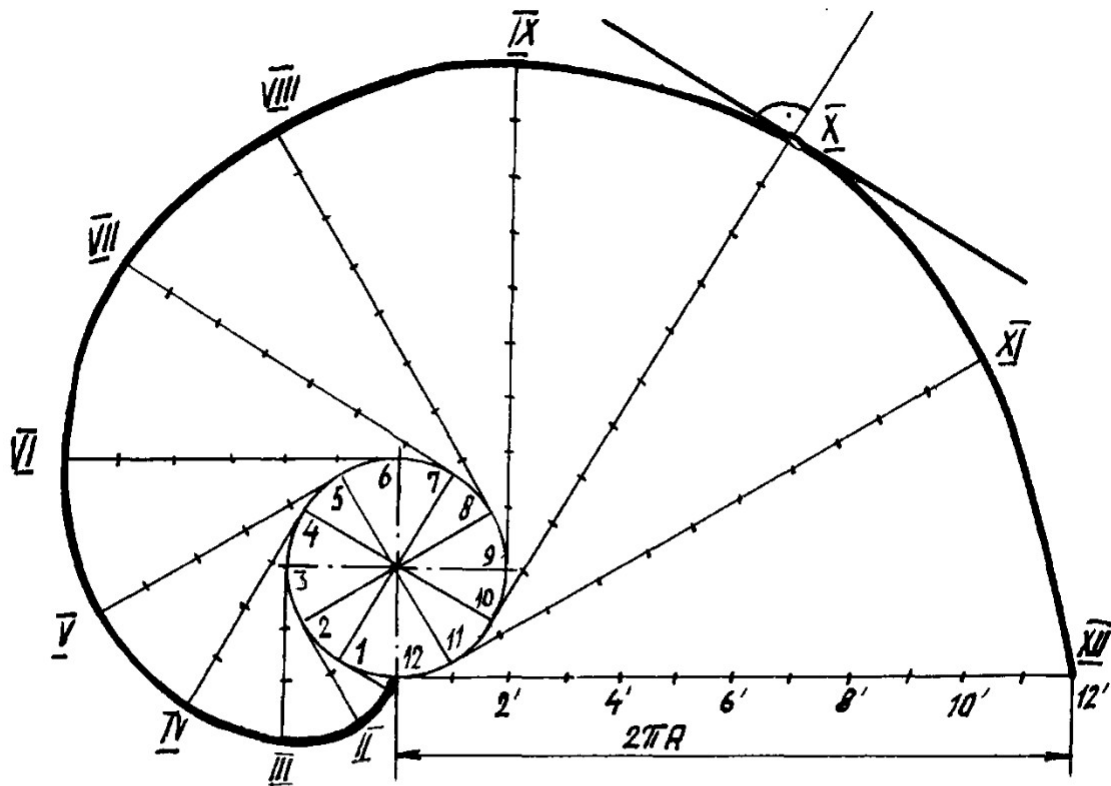


Рис. 15

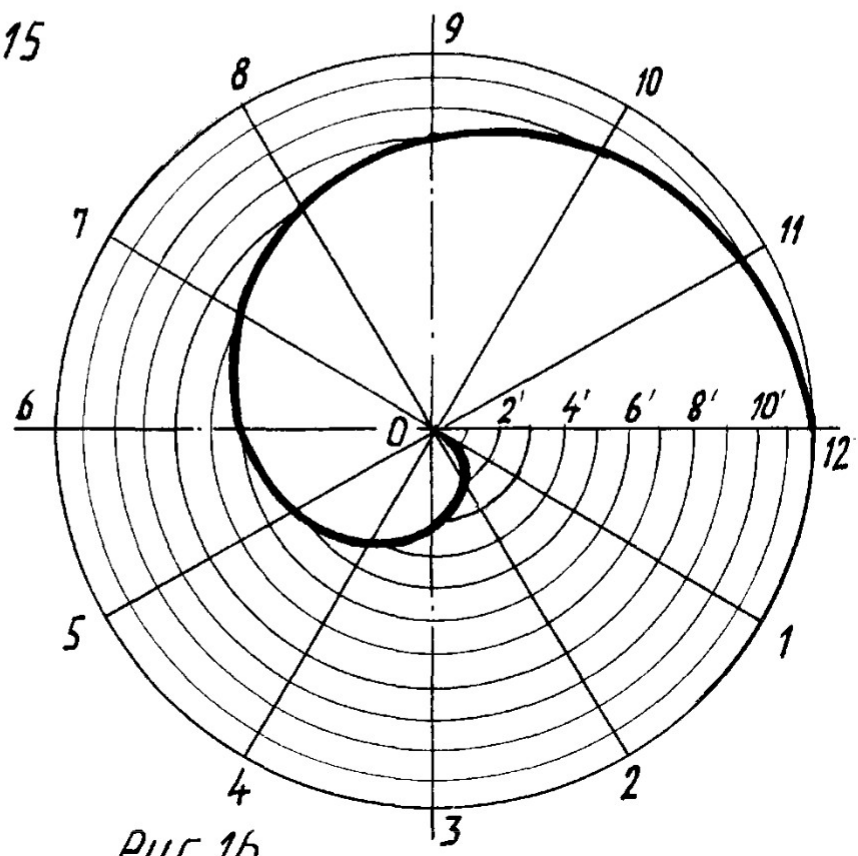


Рис. 16



**Циклоида** является плоской кривой, представляющей траекторию точки А образующей окружности, катящейся без скольжения по неподвижной прямой (рис.17). Для построения циклоиды проводят окружность данного радиуса и делят её на произвольное число равных частей (например, 12). На данной направляющей горизонтальной прямой  $AA_1$  откладывают длину образующей окружности, равной  $2\pi R$ , и делят её на такое же число равных частей. Из точек деления прямой 1, 2, ..., 12 восстанавливают перпендикуляры до пересечения их с прямой, проходящей через центр  $O$  параллельно  $AA_1$ , в точках  $O_1, O_2, \dots, O_{12}$ . Из этих точек, как из центров, делают засечки на соответствующих линиях, проведённых параллельно горизонтальной оси, через точки деления перекатываемой окружности. В результате получают точки, принадлежащие циклоиде. Прямая **N8**, соединяющая точку N с точкой 8 касания перекатываемой окружности к направляющей  $AA_1$ , является нормалью циклоиды в данной точке; перпендикуляр к N8 - касательной.

Построение эпициклоиды и гипоциклоиды. Эпициклоиду и гипоциклоиду можно рассматривать как частные случаи циклоиды, когда направляющая прямая  $AA_1$  превращается в дугу окружности. При перекатывании производящей окружности радиуса  $r$  с внешней стороны направляющей окружности радиуса  $R$  получается эпициклоида (рис.18), при перекатывании производящей окружности внутри направляющей - гипоциклоида. Длина дуги  $AA_1$  определяется центральным углом  $\alpha = 360^\circ \times r/R$ .

Построение точек эпициклоиды и гипоциклоиды производится также, как для циклоиды, с той лишь разницей, что все прямые, параллельные линии  $AA_1$ , заменяются концентрическими дугами, а перпендикуляры к линии  $AA_1$  - радиусами. Эпициклоида, получающаяся при  $R=r$ , называется кардиоидой. Гипоциклоида, получающаяся при  $R=4r$ , называется астроидой. При  $R=2r$  гипоциклоида превращается в прямую, являющуюся диаметром направляющей окружности

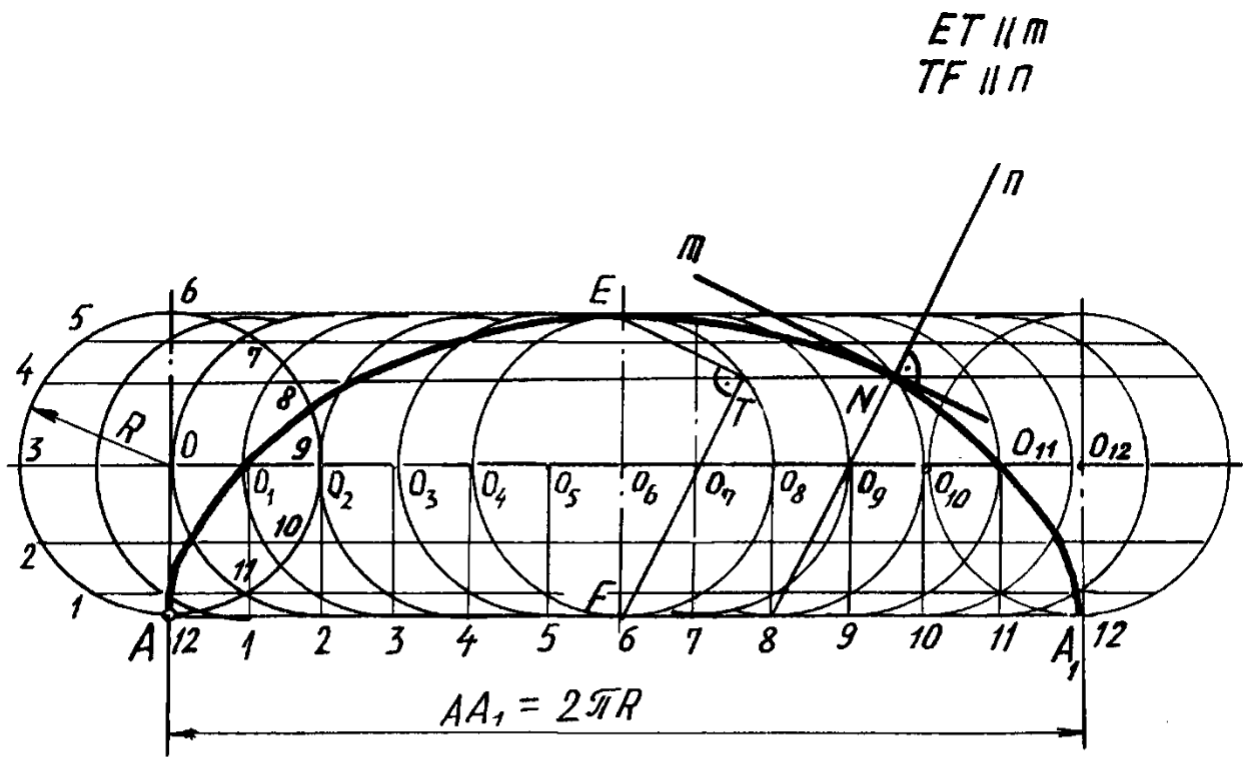
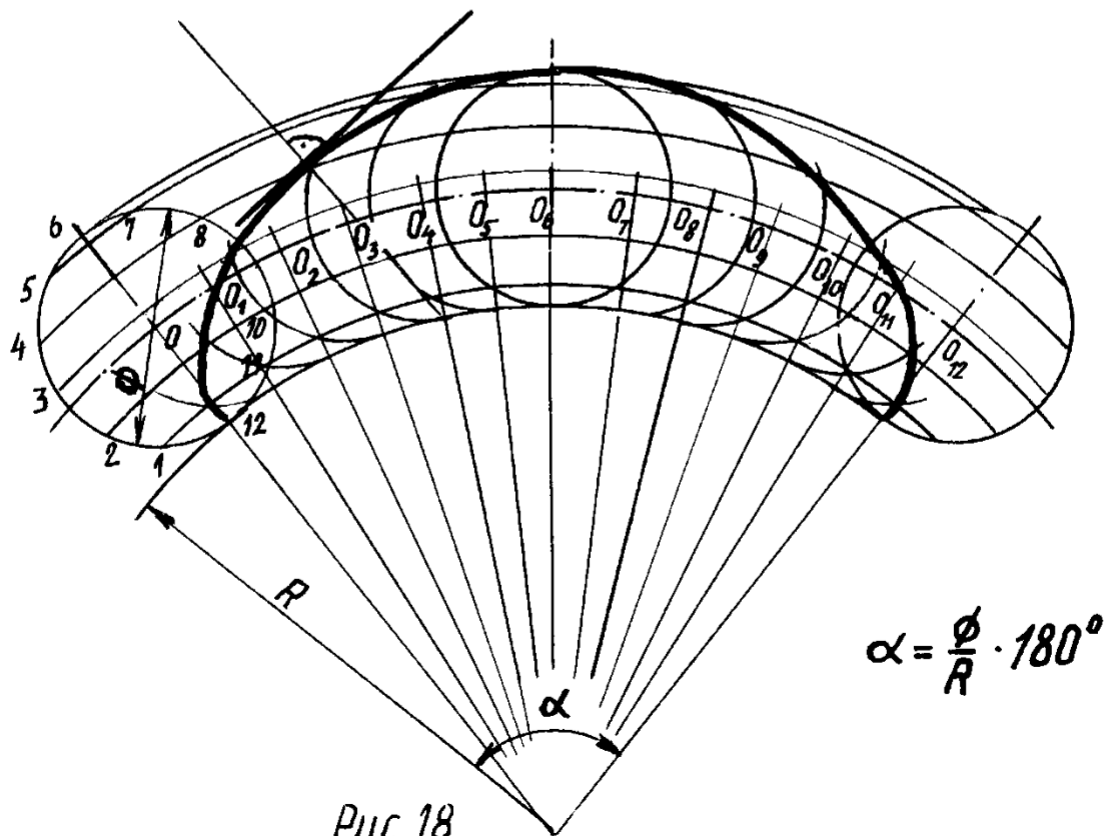
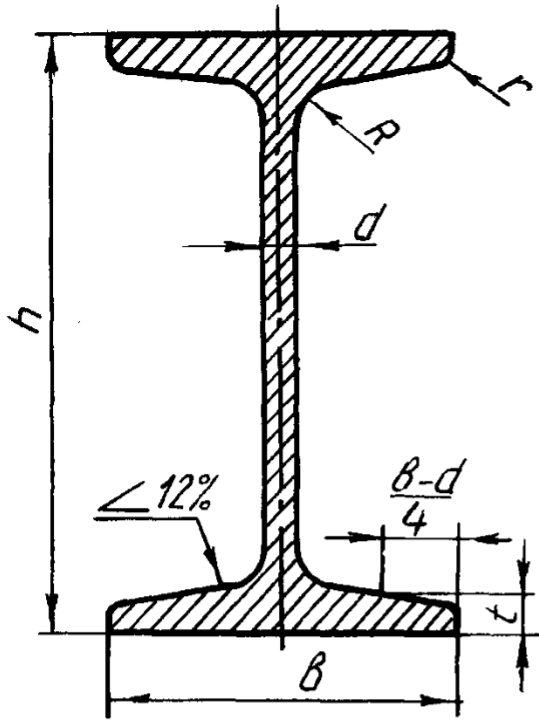


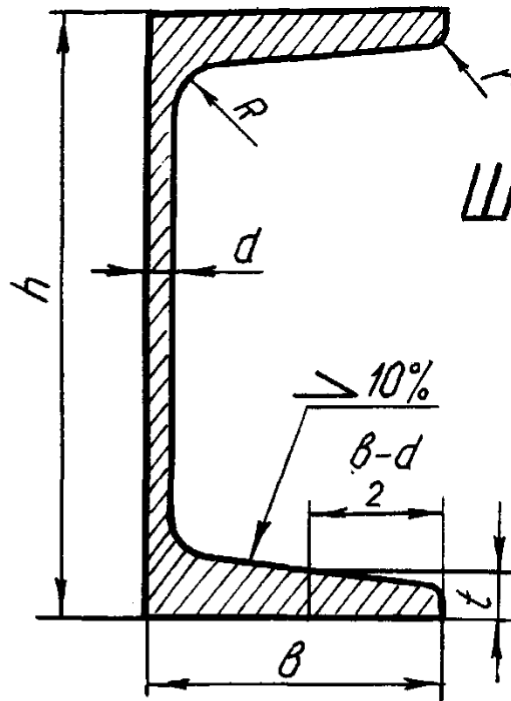
Рис. 17





Двутавр 10 ГОСТ 8239-72  
См3 ГОСТ 535-58

№ варианта	№ балки	Высота балки h	Ширина полки b	Толщина стенки d	Толщина полки t	Радиус закругл. R	Радиус закругл. r	№ варианта	№ балки	Высота балки h	Ширина полки b	Толщина стенки d	Толщина полки t	Радиус закругл. R	Радиус закругл. r
1	10	100	55	4,5	7,2	7	2,5	10	270	270	135	6,0	10,2	11	4,5
2	12	120	64	4,8	7,3	7,5	3	11	30	300	135	6,5	10,2	12	5,0
3	14	140	73	4,9	7,5	8,0	3	12	33	330	140	7,0	11,2	13	5,0
4	16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	13	36	360	145	7,5	12,3	14	6,0
5	18	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5	14	40	400	155	8,3	13,0	15,0	6,3
6	20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0	15	45	450	160	9,0	14,2	16	7,0
7	22	220	110	5,4	8,7	10	4,0	16	50	500	170	10,0	15,2	17	7,0
8	24	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0	17	55	550	180	11,0	16,5	18	7,0
9	27	270	125	6,0	9,8	11	4,5	18	60	600	190	12,0	17,8	20	8,0



Швеллер 8 ГОСТ 8240-72  
Ст3 ГОСТ 535-58

№ варианта	№ швеллера	Высота швеллера h	Ширина полки b	Толщина стенки d	Толщина полки t	Радиус закругл. R	Радиус закругл. r	№ варианта	№ швеллера	Высота швеллера h	Ширина полки b	Толщина стенки d	Толщина полки t	Радиус закругл. R	Радиус закругл. r
19	5	50	32	4,4	7,0	6	2,5	27	20	200	76	5,2	9,0	9,5	4
20	6,5	65	36	4,4	7,2	6	2,5	28	22	220	82	5,4	9,5	10	4
21	8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	29	24	240	90	5,6	10	10,5	4
22	10	100	46	4,5	7,6	7	3	30	27	270	95	6,0	10,5	11	4,5
23	12	120	52	4,8	7,8	7,5	3	31	30	300	100	6,5	11,0	12	5
24	14	140	58	4,9	8,1	8	3	32	33	330	105	7,0	11,7	13	5
25	16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	33	36	360	110	7,5	12,6	14	6
26	18	180	70	5,1	8,7	9	3,5	34	40	400	115	8,0	13,5	15	6

### Вариант №1

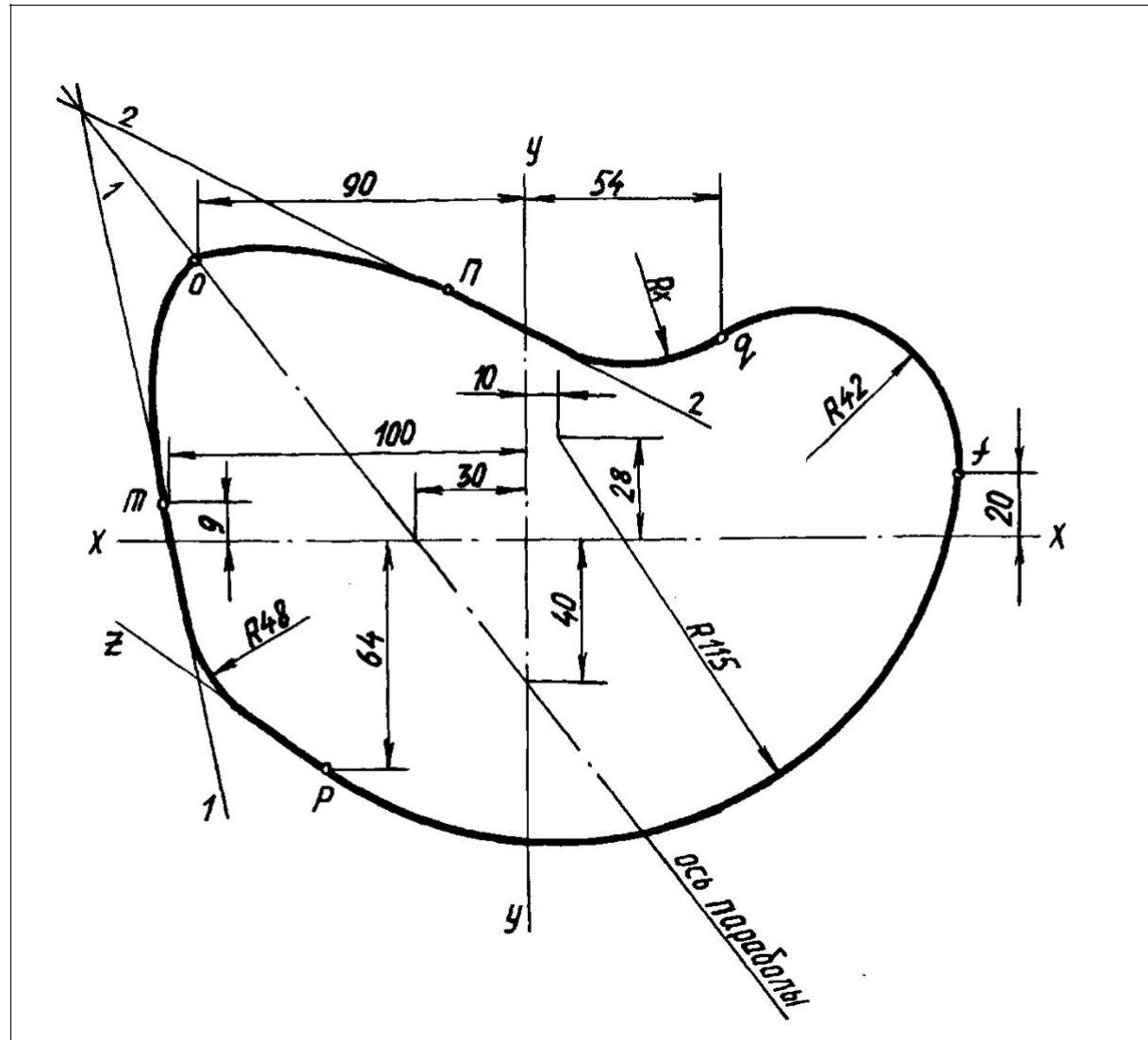
Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания параболы, заданной вершиной  $O$ , осью и точкой  $m$ .

Точка  $m$  и симметричная ей относительно оси параболы точка  $n$  являются точками касания прямых 1-1 и 2-2 к параболе.

$f$ - точка касания окружностей  $R_{42}$  и  $R_{115}$ .

$P$  - точка касания прямой  $Pz$  к окружности  $R_{115}$ .

**Примечание:** точки на чертеже не выделять.



# Вариант №2

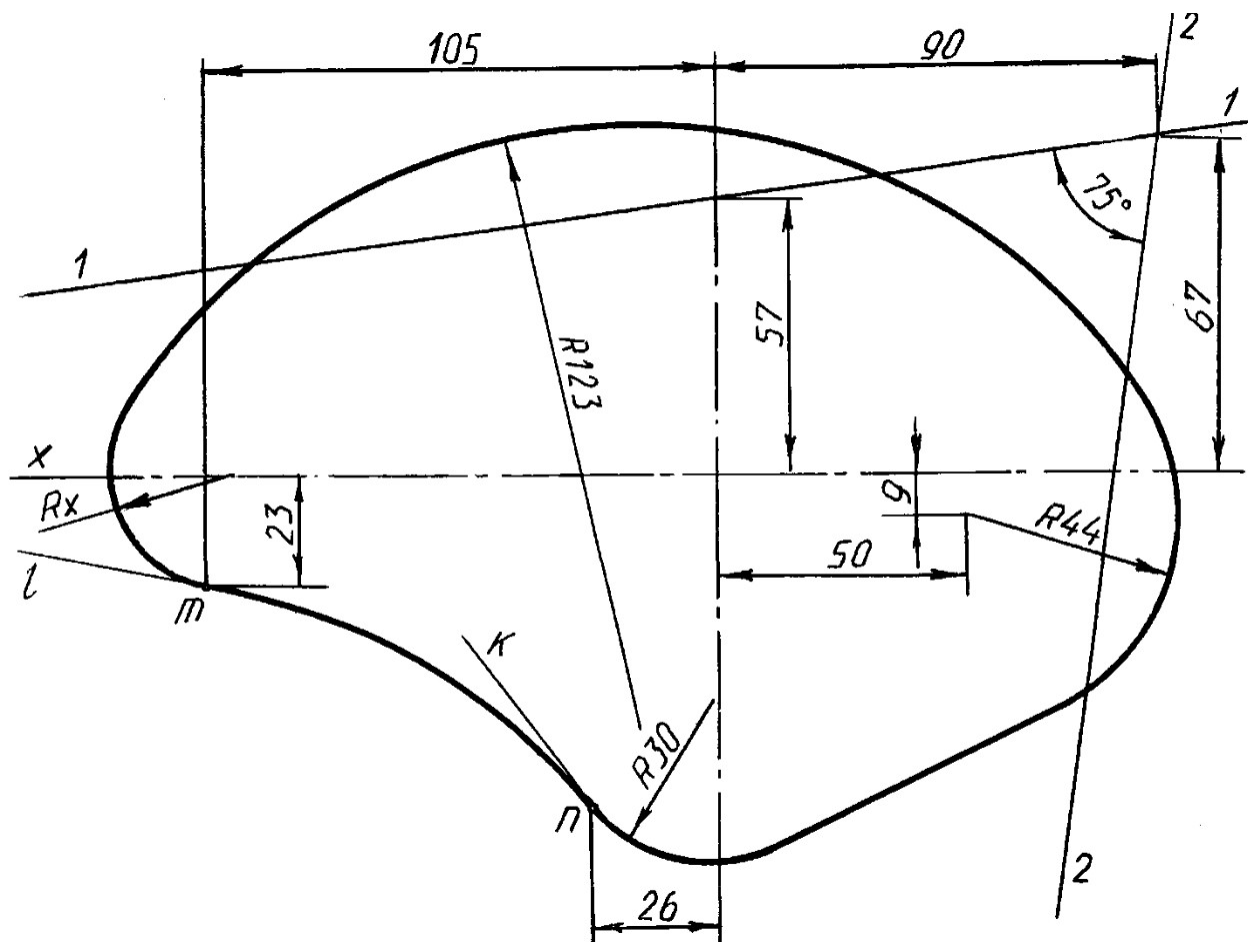
Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания гиперболы, заданной асимптотами 1-1 и 2-2 и точкой **m**.

**mn** - элемент гиперболы.

**ml** - прямая, касательная к гиперболе в точке **m** и к окружности  $R_x$ .

**nk** - прямая, касательная к гиперболе в точке **n** и к окружности  $R_{30}$  в точке **n**.

Примечание: точки на чертеже не выделять.



### Вариант № 3

Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания синусоиды, заданной осью 1-1 и производящей окружностью 50.

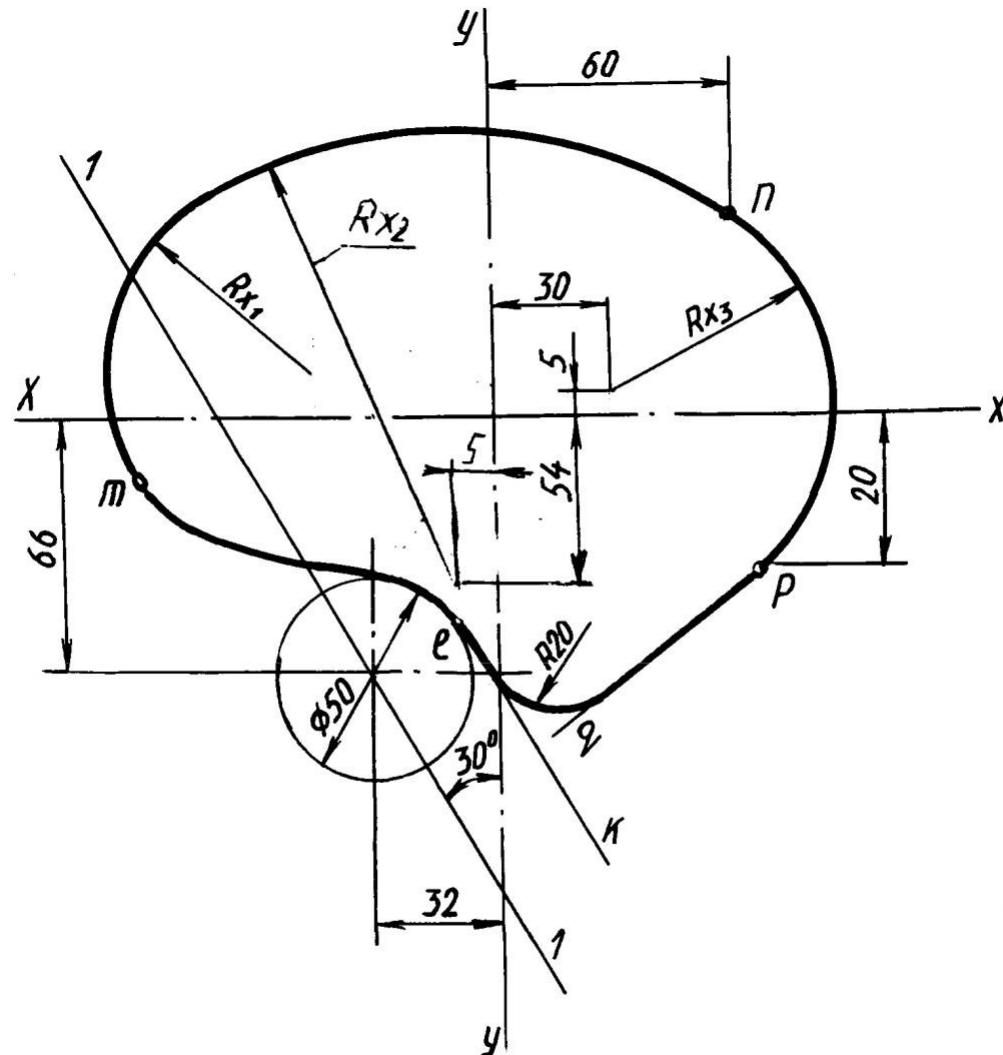
**м** - вершина синусоиды и точка ее касания с окружностью  $R_{x1}$ .

**п** - точка касания окружностей  $R_{x2}$  и  $R_{x3}$ .

**р** - прямая, касательная к окружности  $R_{x3}$  в точке Р и к окружности  $R_{20}$ .

**к** - прямая, касательная к синусоиде в её вершине **л** и к окружности  $R_{20}$ .

Примечание: точки на чертеже не выделять.



#### Вариант №4

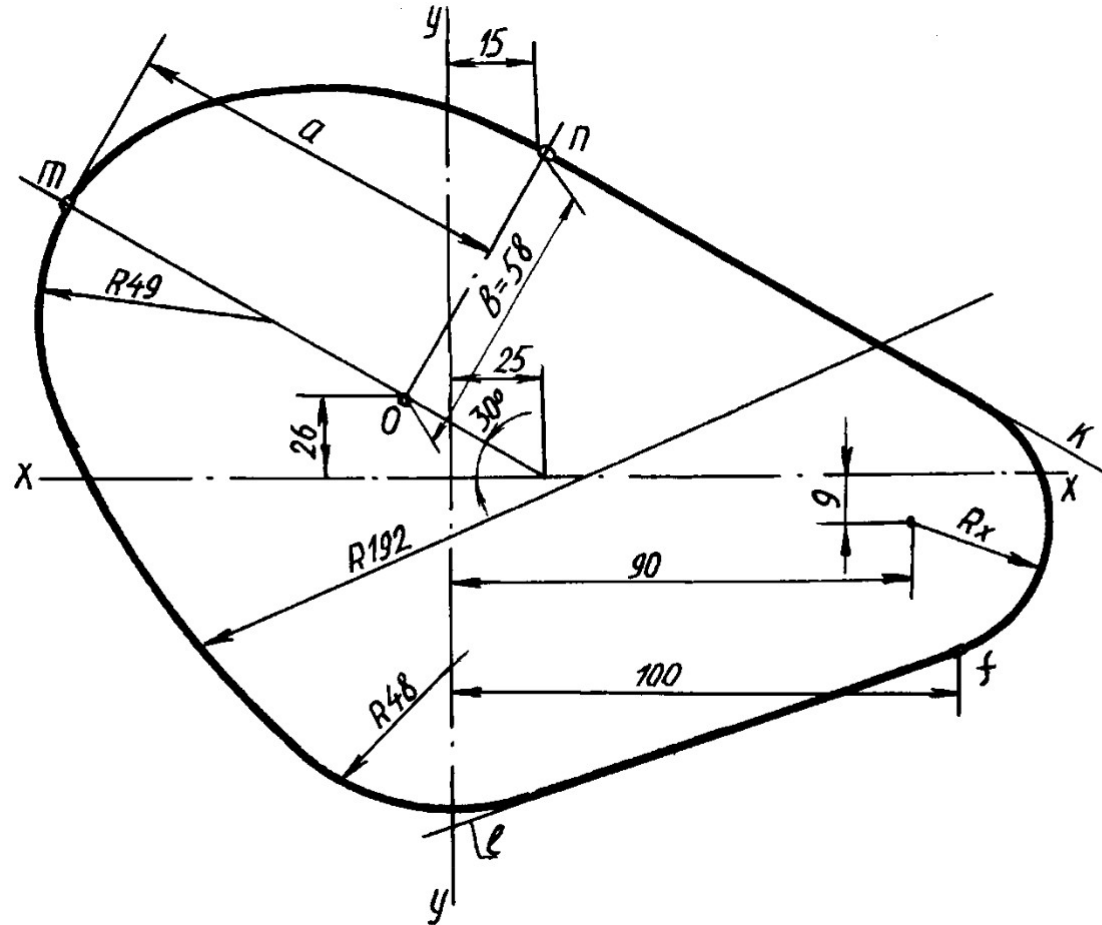
Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания эллипса, заданного направлением большой оси эллипса  $mo$ , размером большой полуоси  $a=78$  и размером малой полуоси  $b=58$ .

$m$  - точка касания эллипса и окружности  $R_{49}$ .

$nk$ - прямая, касательная к эллипсу в точке  $n$  и к окружности  $R_x$ .

$fl$  - прямая, касательная к окружности  $R_x$  в точке  $f$  и к окружности  $R_{48}$ .

Примечание: точки на чертеже не выделять.





## Вариант №5.

Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания эвольвенты, заданной прямой 1-1, являющейся начальной осью разворачиваемой окружности 62.

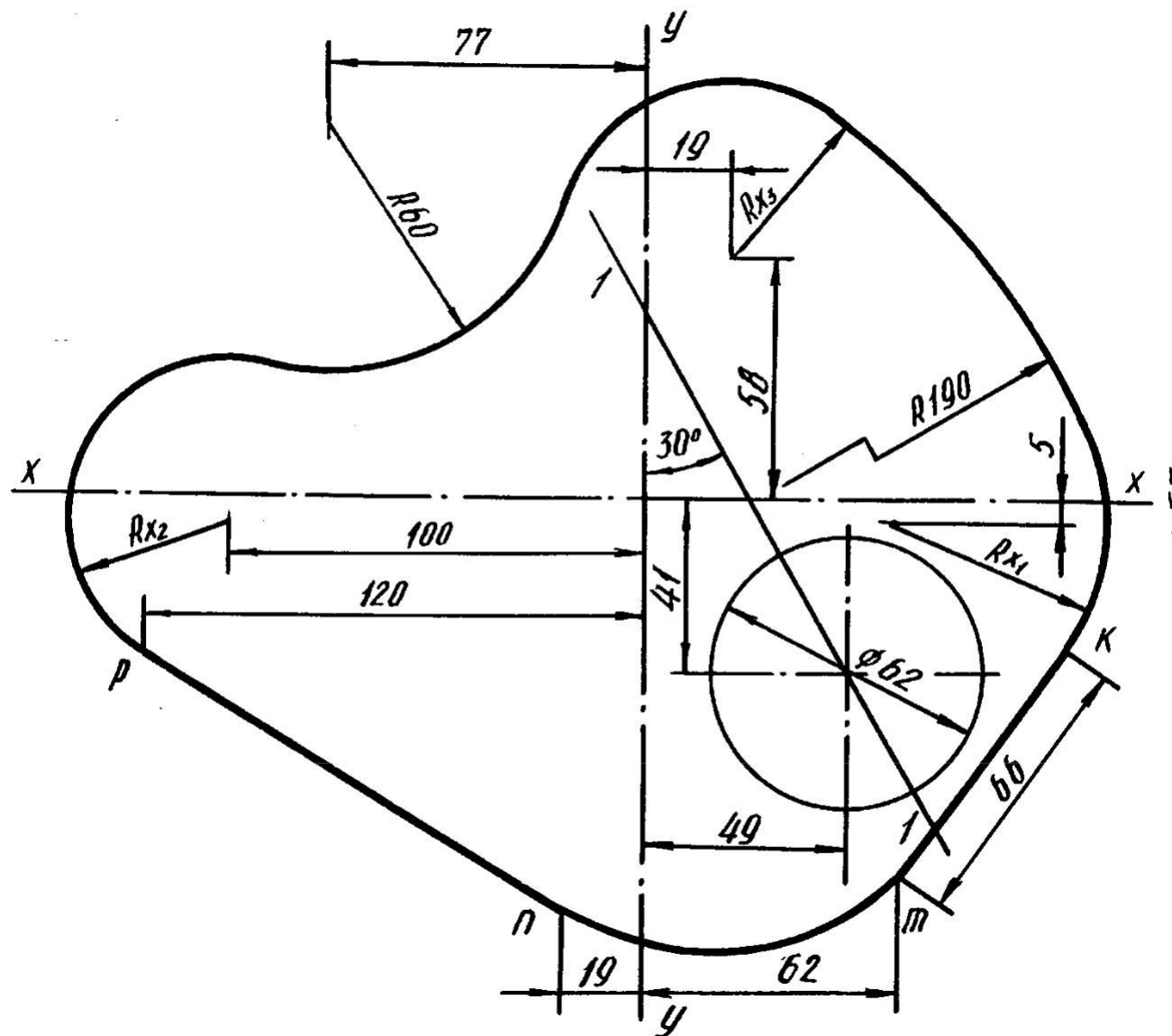
**mn** - элемент эволюенты;

**mk** - прямая, касательная

к эвольвенте в точке  $m$  и к окружности  $Rx_1$  в точке  $K$ .

**пр** - прямая, касательная к эвольвенте в точке **п** и к окружности  $R_{x_2}$  в точке **Р**.

Примечание: точки  
на чертеже не выделять.







# Вариант № 8

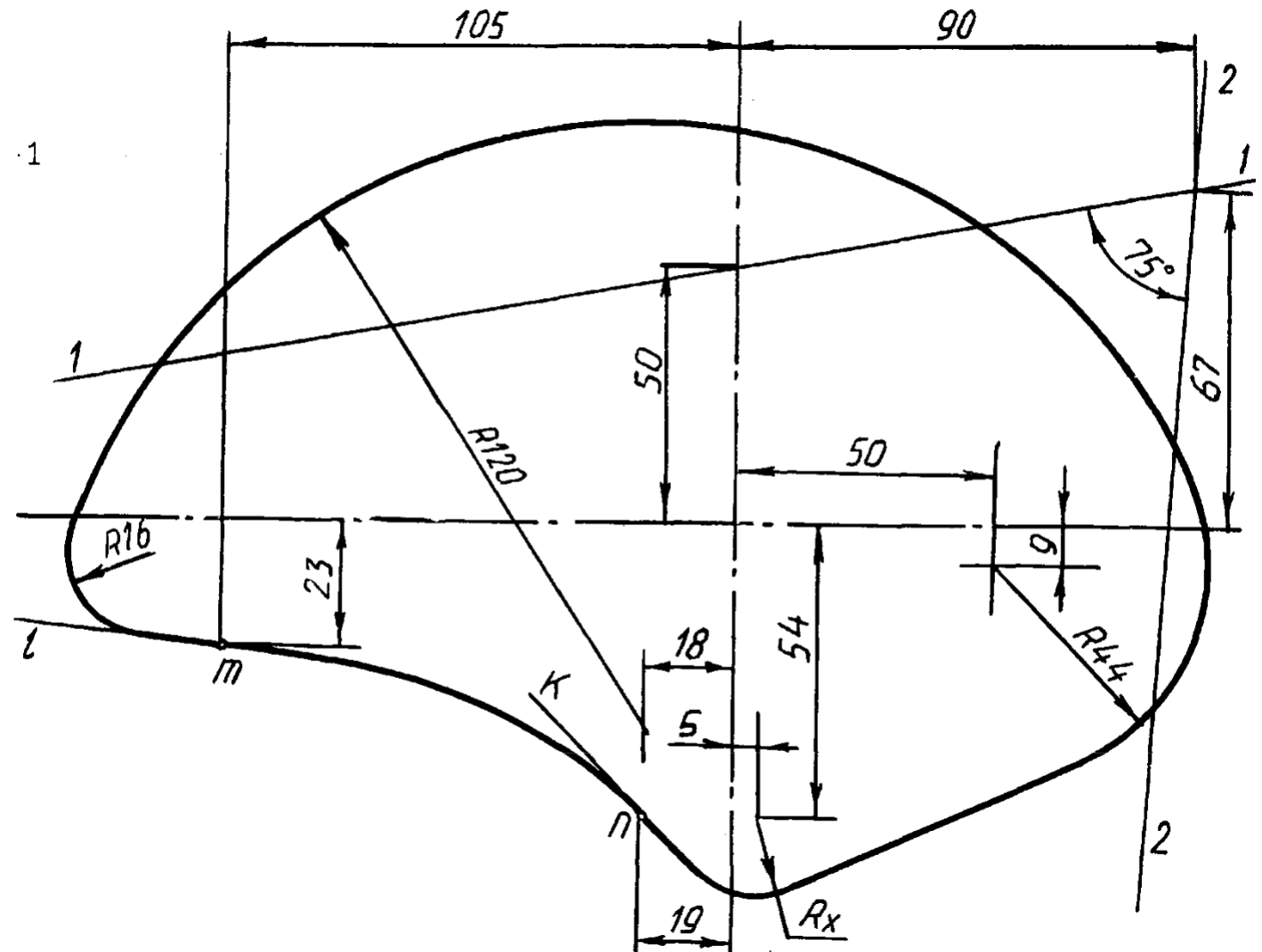
Начинать построение  
очертания кулачка с  
вычерчивания гиперболы,  
заданной асимптотами 1-1 и 2-  
2 и точкой **m**

**mn** - элемент гиперболы.

**ml** - прямая, касательная к  
гиперболе в точке **m** и к  
окружности R16.

**nk** - прямая,  
касательная к  
гиперболе в точке **n** и к  
окружности R<sub>x</sub>.

Примечание: точки на  
чертеже кружками не выделять.





### Вариант №10

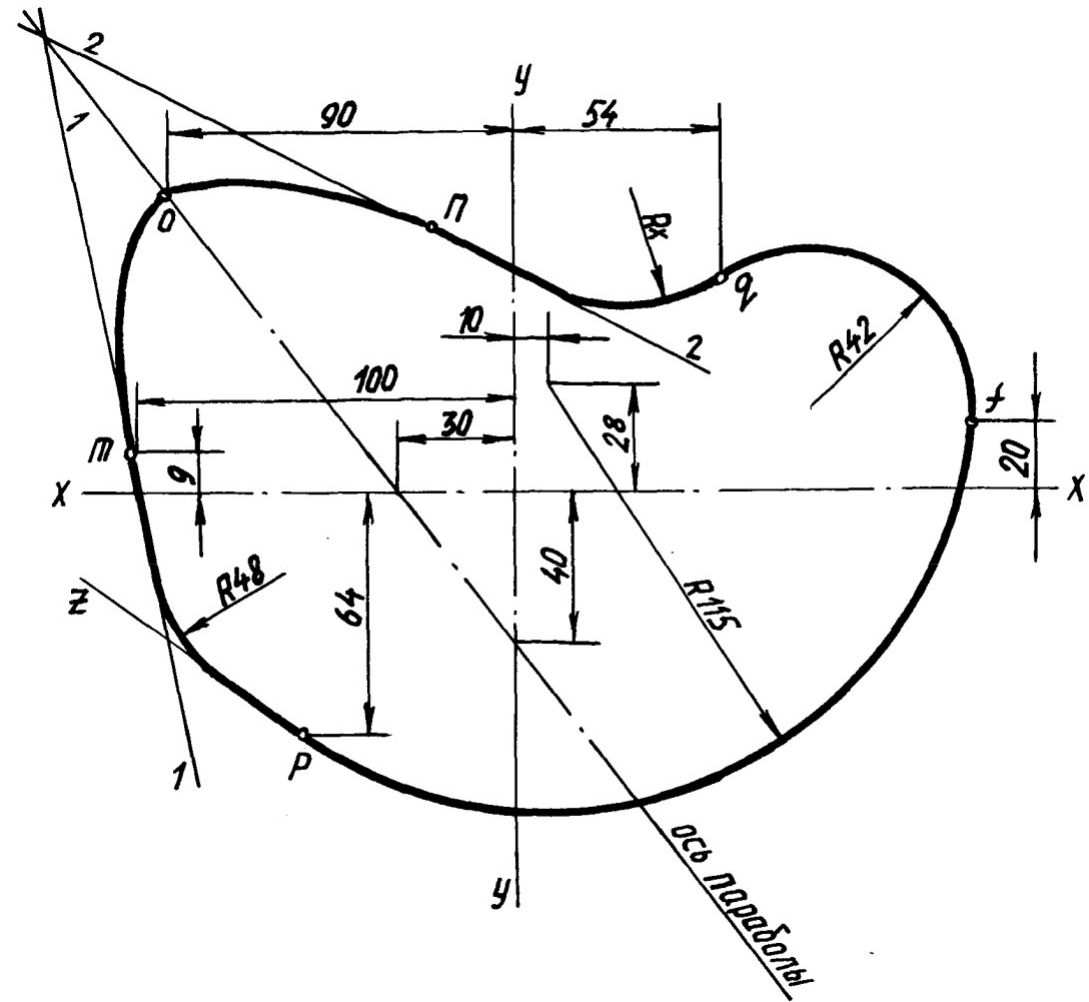
Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания параболы, заданной вершиной  $O$ , осью и точкой  $m$ .

Точка  $m$  и симметричная ей относительно оси параболы точка  $n$  являются точками касания прямых 1-1 и 2-2 к параболе.

$f$ - точка касания окружностей  $R_{42}$  и  $R_{115}$ .

$P$  - точка касания прямой  $Pz$  к окружности  $R_{115}$ .

**Примечание:** точки на чертеже кружками не выделять.



# Вариант № 11

Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания гиперболы, заданной асимптотами 1-1 и 2-2 и точкой *m*.

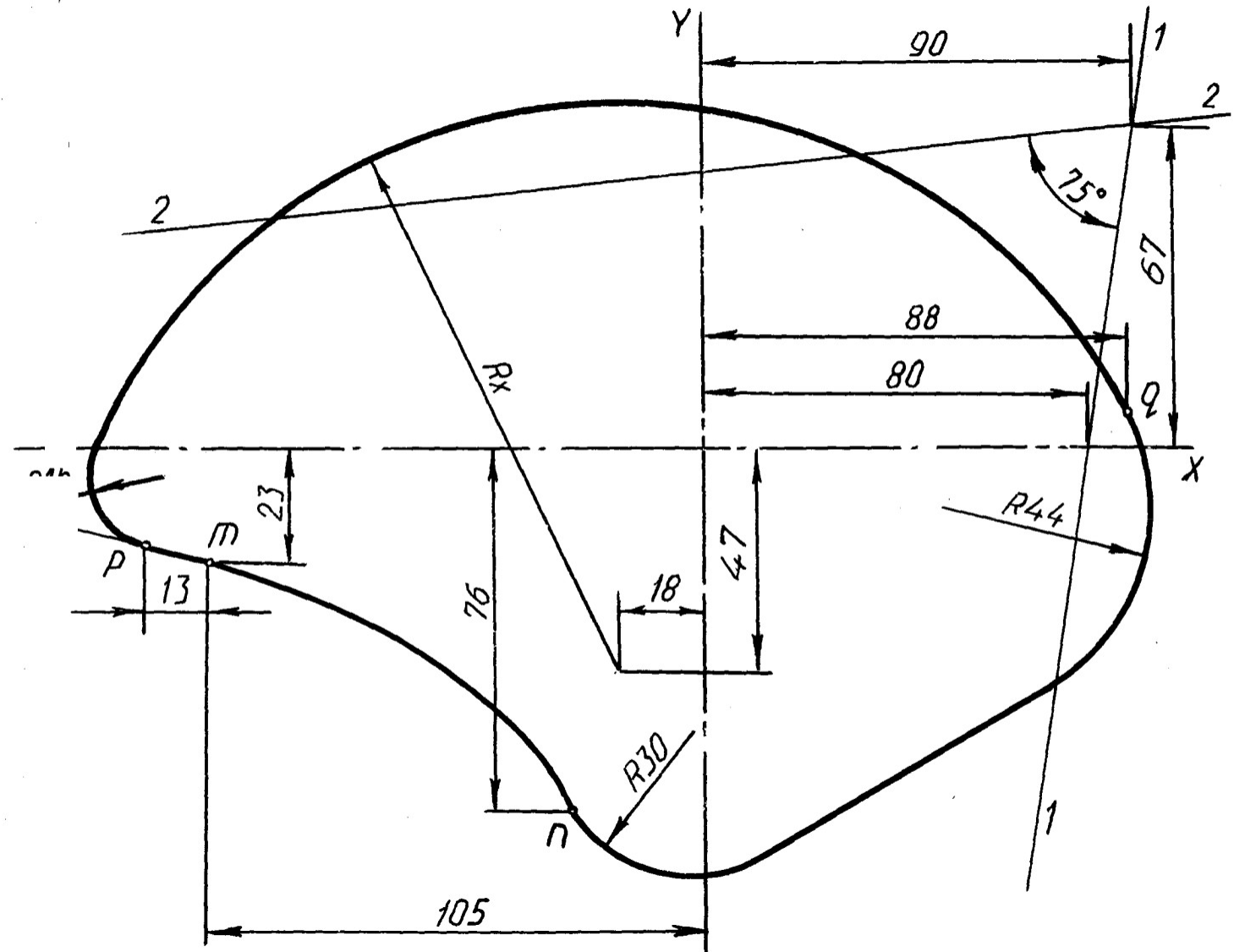
*mn* - элемент гиперболы.

*mp* - прямая, касательная к гиперболе в точке *m* и к окружности R16 в точке P.

*n* - точка касания гиперболы с окружностью R30.

*q* - точка касания окружностей R<sub>x</sub> и R44.

Примечание: точки на чертеже кружками не выделять.



### Вариант № 12

Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания эпициклоиды, заданной направляющей окружностью  $R80$ , точкой возврата  $f$  и производящей окружностью диам. 46.

**kl** - прямая, касательная к эпициклоиде в точке  $K$  и к окружности  $R_{x1}$  в точке  $l$ .

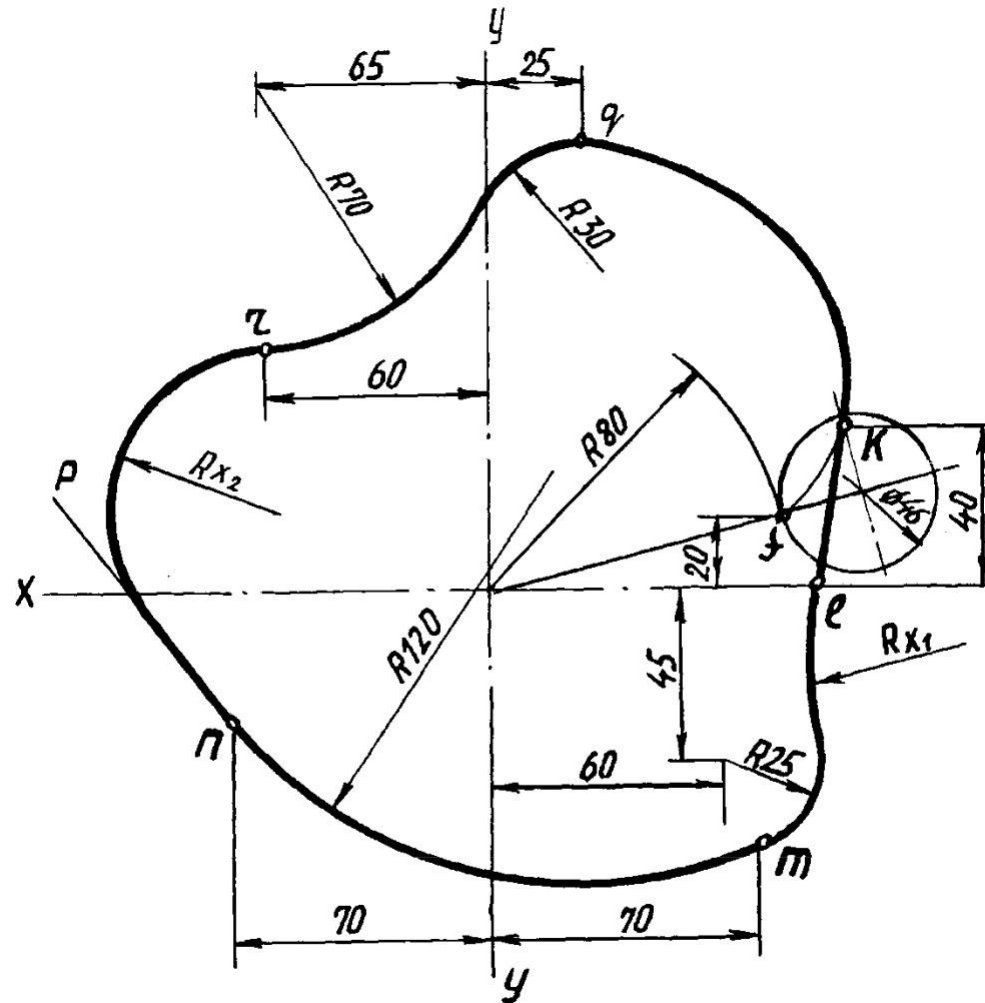
**m** - точка касания окружностей  $R25$  и  $R120$ .

**np** - прямая, касательная к окружности  $R120$  в точке  $n$  и к окружности  $R_{x2}$ .

**q** - точка касания эпициклоиды с окружностью  $R30$ .

**r** - точка касания окружности  $R70$  с окружностью  $R_{x2}$ .

Примечание: точки на чертеже кружками не выделять.







### Вариант N 14

Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания спирали Архимеда, заданной центром  $O$  и шагом  $OA = 84$  мм.

**KI**- прямая, касательная — к спирали в точке **K** и к окружности  $R_{44}$ .

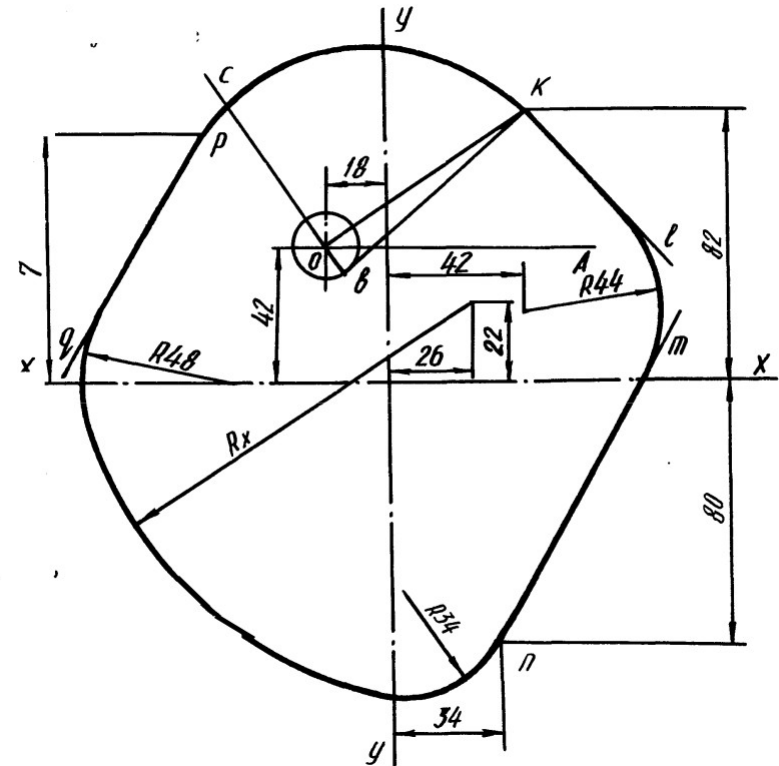
**mn** - прямая, касательная к окружности  $R_{44}$  и к окружности  $R_{34}$ .

**pq** - прямая, касательная к спирали в точке **P** и к окружности  $R_{48}$ .

Примечание. 1. Для построения касательной к спирали в точке **K** из центра  $O$  вспомогательной окружности  $= OA/2\pi$  проводится радиус-вектор  $OK$  и перпендикуляр ему радиус-вектор  $Os$ ,

который пересечёт вспомогательную окружность в точке **B**. Отрезок  $BK$  является нормалью, а перпендикуляр к нему - касательной к спирали в точке **K**.

2. Точки на чертеже кружками не выделять.





### Вариант №16

Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания гиперболы, заданной асимптотами 1-1 и точкой **m**.

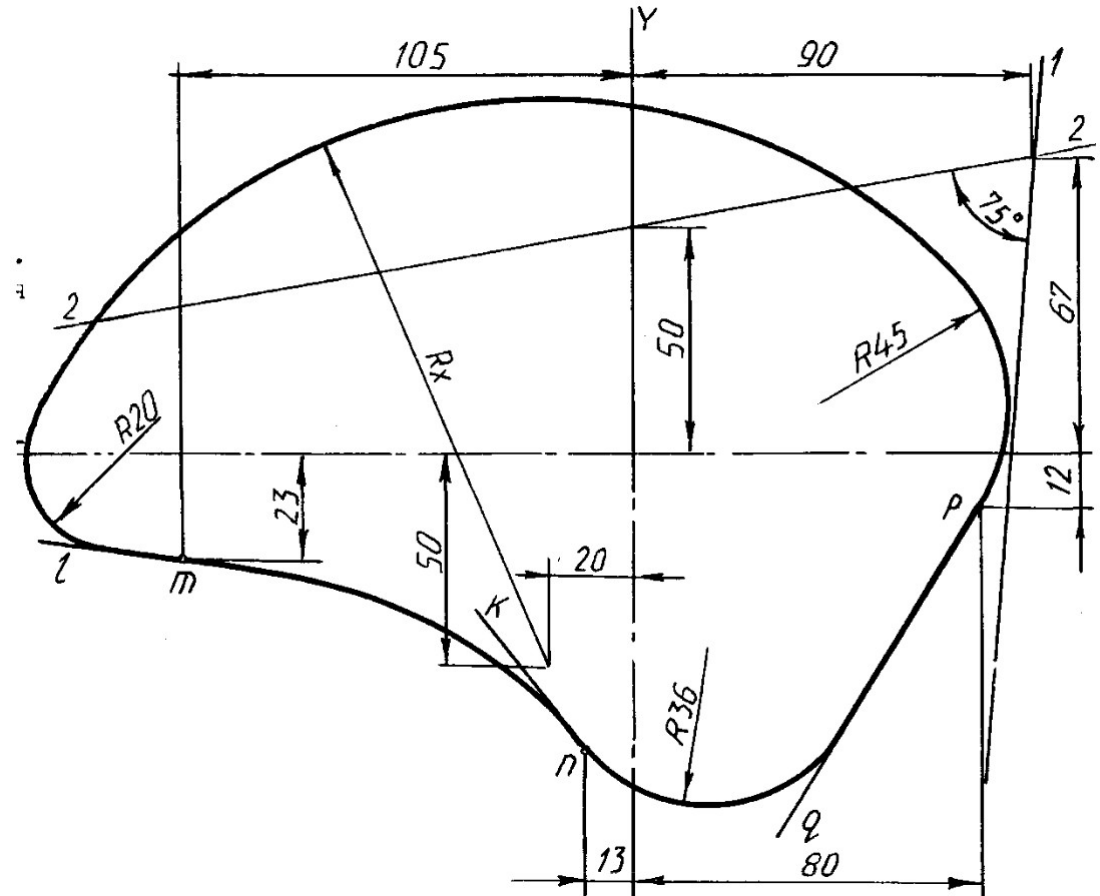
**mn** - элемент гиперболы

**ml** - прямая, касательная к гиперболе в точке **m** и к окружности R20.

**nk** - прямая, касательная к гиперболе и к окружности R36 в точке **n**. **pq**

- прямая, касательная к окружности R45 в точке **P** и к окружности R36.

Примечание: точки на чертеже кружками не выделять.



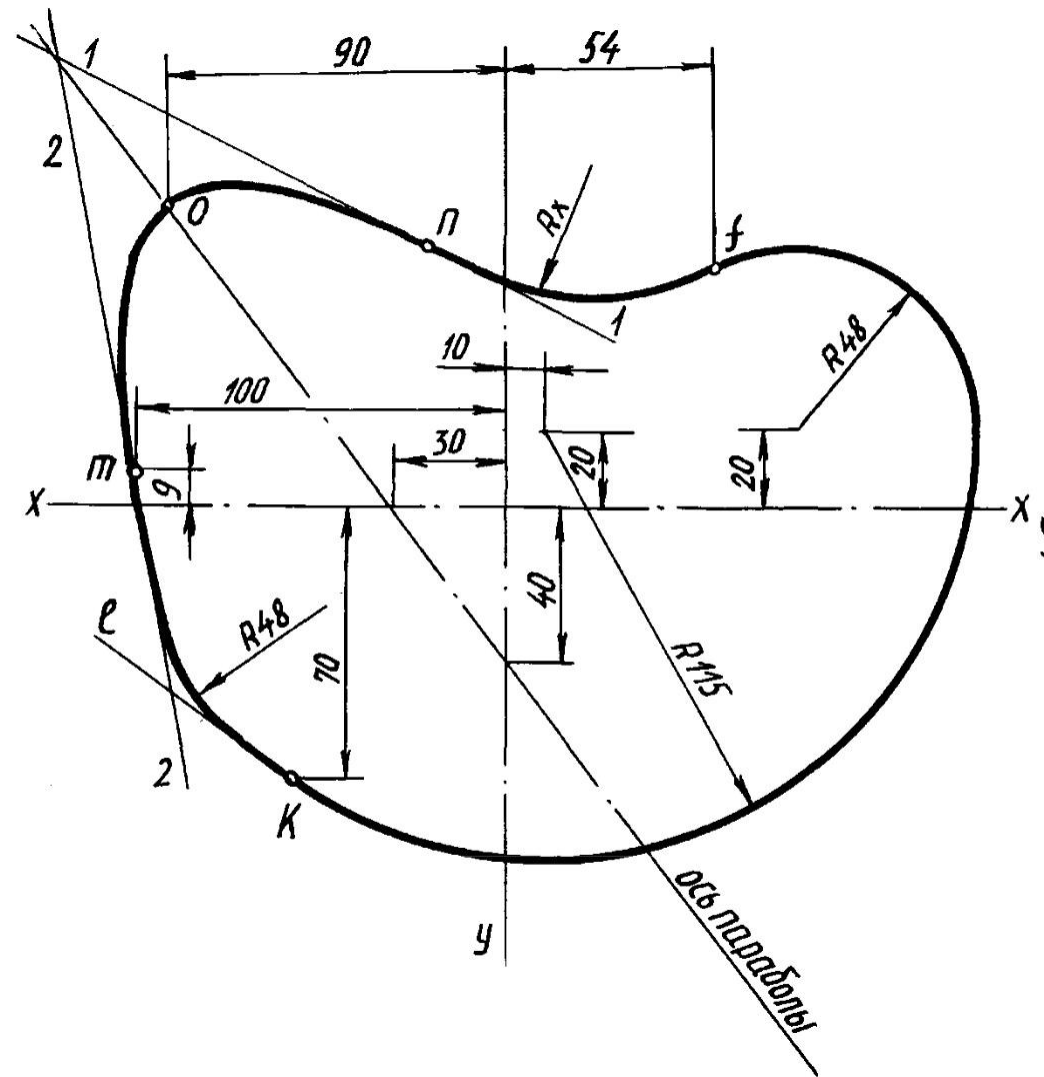
# Вариант № 17

Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания параболы, заданной вершиной **О**, осью и точкой **м**. Точка **м** и симметричная ей относительно оси параболы точка **п** являются точками касания прямых 1-1 и 2-2 к параболе.

**f** - точка касания окружностей  $R_x$  и  $R_{48}$ .

**К** - точка касания прямой  $Kl$  с окружностью  $R_{115}$ .

Примечание: точки на чертеже кружками не выделять.



### Вариант № 18

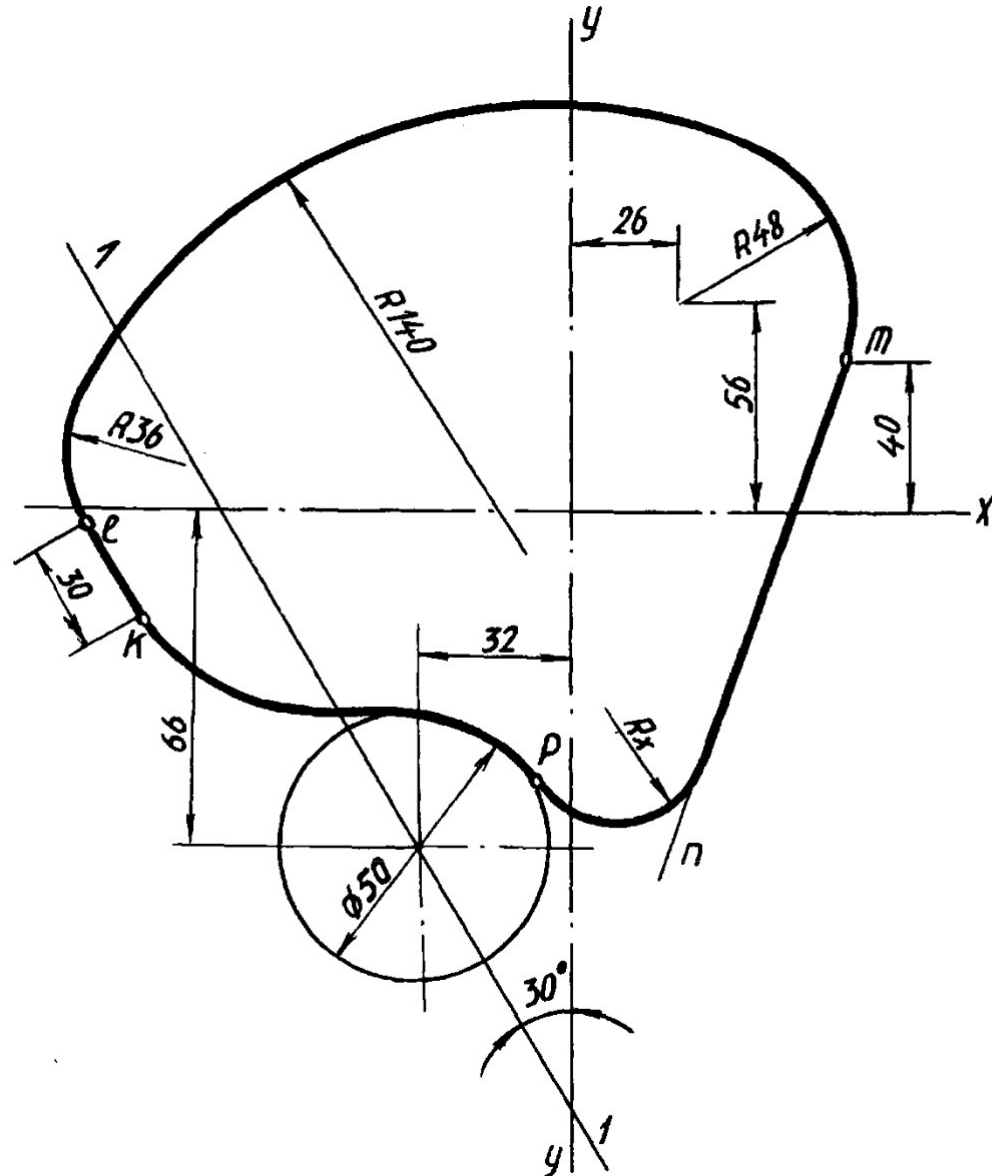
Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания синусоиды, заданной осью 1-1 и диаметром производящей, окружности 50.

**К1** - прямая, касательная к синусоиде в её вершине **К** и к окружности  $R36$  в точке **1**.

**mn** - прямая, касательная к окружности  $R48$  в точке **m** и к окружности  $R_x$

**P** - вершина синусоиды. и точка касания её с окружностью  $R_x$ .

Примечание: точки на чертеже кружками не выделять.



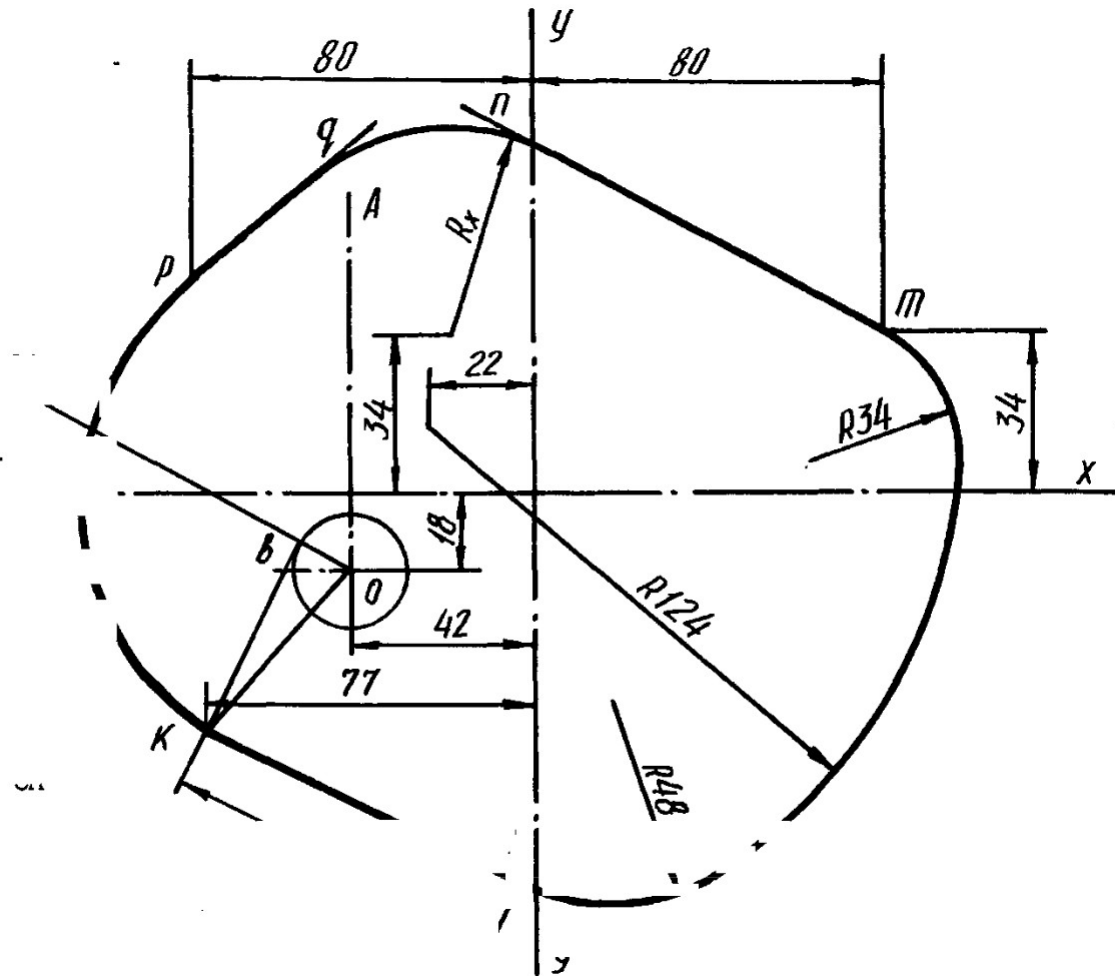
### Вариант №19

Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания спирали Архимеда, заданной центром **O** и шагом  $OA=84$  мм.

**kl** - прямая, касательная к спирали в точке **K** и к окружности  $R_{48}$  в точке ;  
**mn** - прямая, касательная к окружности  $R_{34}$  в точке **m** и к окружности  $R_x$ .

Примечание: Для построения касательной к спирали Архимеда в точке **K** из центра **O** вспомогательной окружности  $r=OA/2\pi$ .

проводится радиус-вектор **OK** и перпендикуляр ему радиус-вектор **OC**, который пересечёт вспомогательную окружность в точке **B**. Отрезок **BK** является нормалью, а перпендикуляр к нему - касательной к спирали в данной точке **K**. Точки на чертеже кружками не выделять.



Начинать построение кулачка с вычерчивания циклоиды, заданной направляющей прямой 1-1, производящей окружностью диаметром 50 и точкой m, принадлежащей циклоиде.

nk -прямая, касательная к циклоиде в точке n и к окружности  $R_{x1}$ .

pg -прямая, касательная к циклоиде в  
точке и к окружности  $R_{x3}$  в точке  
g

Примечание: точки на чертеже  
кружками не выделять.



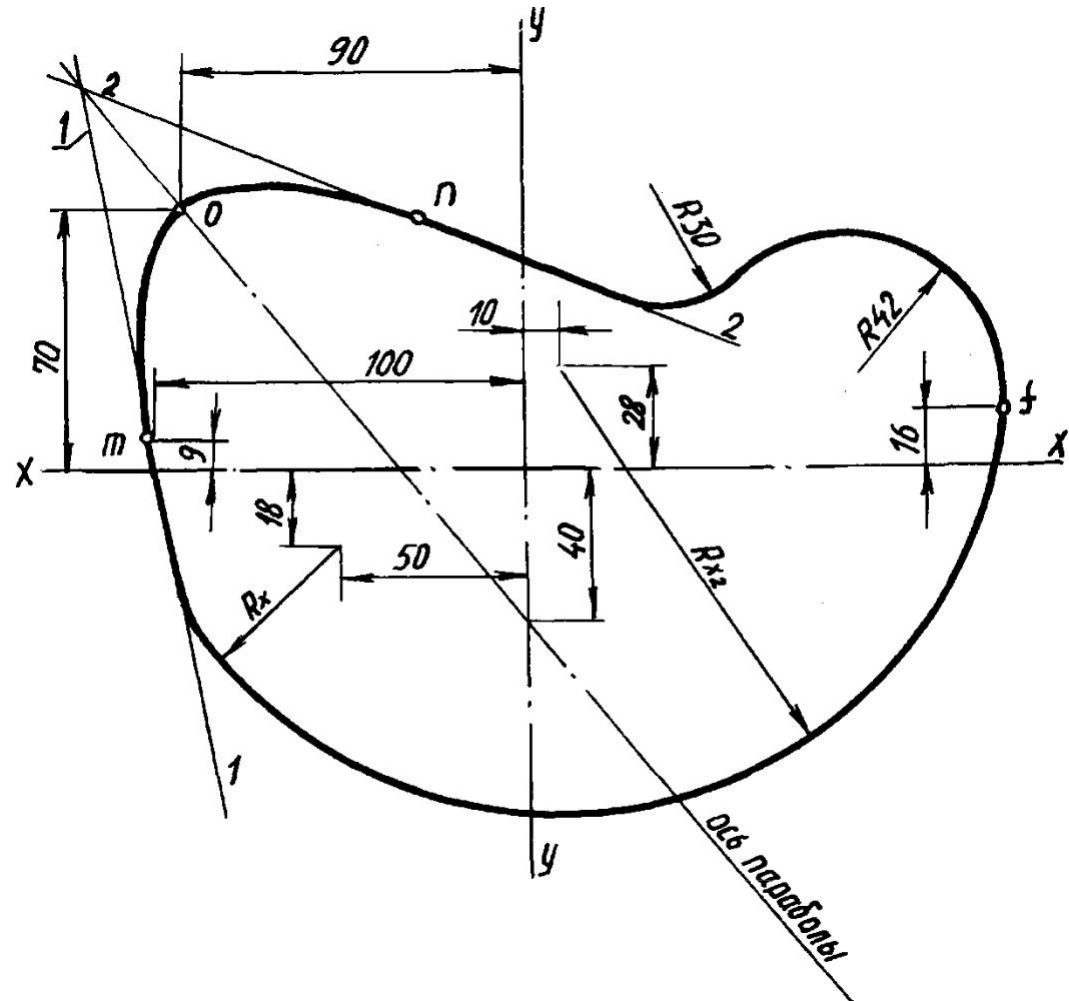
### Вариант №21

Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания параболы, заданной вершиной  $O$ , осью и точкой  $m$ .

Точка  $m$  и симметричная ей относительно оси параболы точка  $n$  являются точками касания прямых 1-1 и 2-2 к параболе.

$f$  - точка касания окружностей  $R_{x2}$  и  $R_{42}$ .

Примечание: точки на чертеже кружками не выделять.



## Вариант №22

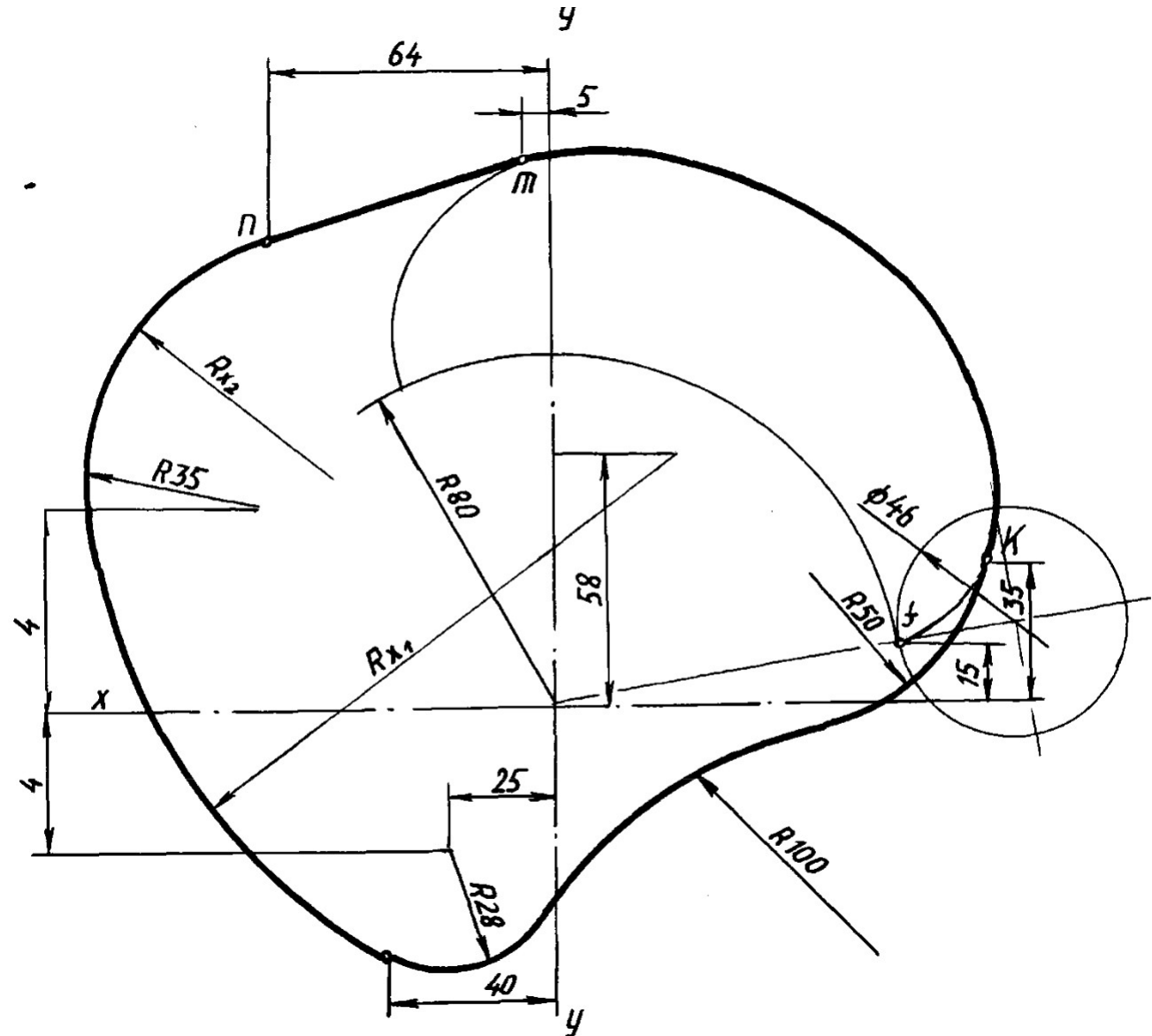
Начинать построение очертания кулачка с вычерчивания эпициклоиды, заданной направляющей окружностью R80, производящей окружностью диам. 46 и точкой возврата  $f$ .

**К** - точка касания эпициклоиды с окружностью R50.

$l$  - точка касания  
окружностей R28, R $x_1$ .

**mn** - прямая, касательная к эпициклоиде  
в точке **m** и окружности  $R_{x_2}$ . в точке **n**.

Примечание: точки на чертеже  
кружками не выделять.





## МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бабулин Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей. М. , Высшая школа, 1974.
2. Боголюбов С. К. , Воинов А. В. Черчение, М. , Машиностроение , 1982.4. Боголюбов С.К. Задачник по черчению М, 1972
3. Боголюбов С. К. , Воинов А. В. Курс технического черчения, М. , Машиностроение, 1973.
4. Боголюбов С. К. Задачник по черчению. М. , Машиностроение, 1972.
5. Борисов Д. М. Черчение с основами начертательной геометрии. М. Просвещение, 1978.
6. Бриллинг Н.С. Черчение, М., 1982
7. Бахнов Ю. Н. Сборник задания по техническому черчению, М.: Высшая школа, 1988.
8. ГОСТ 2.001-70 и др. Единая система конструкторской документации. Основные положения: (Сборник), М., 1988
9. Вышнепольский И.С. Техническое черчение, М., 1988
10. Новичихина Л.И. Черчение, Минск, 1986
11. Повышение эффективности и качества преподавания черчения: Сборник статей. (составитель А. Д. Ботвинников), М. 1981.
12. Розов С.В. Курс черчения с картами программированного контроля, М., 1990
13. Ростовцев Н.Н., Соловьев С.А. Техническое рисование, М., 1979
14. Соловьев С.А., Буланте Г.В., Шульга А.К. Черчение и перспектива, М., 1967
15. Хаскин А.М. Черчение, Киев, 1979
16. Чекмарев А.А. Инженерная графика. М.: «Высшая школа» 2000г.