



# *Правила оформления чертежей*

*ЕСКД. Форматы, масштабы, линии, шрифты*



Московский государственный  
технический университет  
им. Н.Э. Баумана



Кафедра  
"Инженерная графика"

*ст.*  
*преподаватель*  
*Горячкина А.Ю.*

Процесс проектирования и изготовления изделий требует установления **единых, обязательных** для всех правил оформления чертежей, которые делали бы их понятными для любого участника производства.

Такие правила устанавливаются стандартами **Единой системы конструкторской документации (ЕСКД)**.

**Изделие** – *любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии*

**Чертеж** – *совокупность изображений, дающих полное, точное и однозначное представление о форме предмета. Это графический конструкторский документ, который определяет состав устройства изделия и содержит необходимые данные для изготовления, контроля и эксплуатации изделия*



# Единая система конструкторской документации ЕСКД

**ЕСКД** – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные **правила, требования и нормы** по разработке, оформлению и обращению конструкторской **документации**, разрабатываемой и применяемой **на всех стадиях жизненного цикла изделия** (при проектировании, разработке, изготовлении, контроле, приемке, эксплуатации, ремонте, утилизации).



# В системе 10 классификационных групп – от 0 до 9

Шифр группы	Содержание стандартов в группе
0	Общие положения. ГОСТ 2.001 –2.004, 2.051 – 2.053
1	Основные положения. ГОСТ 2.101 –2.106, 2.109, 2.111, 2.113, 2.114, 2.116, 2.118 – 2.120, 2.123 – 2.125
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах. ГОСТ 2.201
3	Общие правила выполнения чертежей. ГОСТ 2.301 – 2.318, 2.320, 2.321
4	Правила выполнения чертежей отдельных видов изделий. ГОСТ 2.401 – 2.422, 2.424 – 2.428, 2.431
5	Правила учета и хранения. ГОСТ 2.501 – 2.503, 2.511
6	Эксплуатационные документы. ГОСТ 2.601 – 2.605, 2.608, 2.610
7	Обозначения условные графические в схемах. ГОСТ 2.701 – 2.705 и др.
8	Макетный метод проектирования. ГОСТ 2.801 – 2.804
9	Документация, отправляемая за границу. ГОСТ 2.901 – 2.902, прочие стандарты



# Обозначение стандартов

ГОСТ 2.503-74

Год регистрации стандарта

Порядковый номер стандарта в группе

Классификационная группа стандартов

Класс (*стандарты ЕСКД*)

Категория нормативно-технического документа (*ГОСТ*)

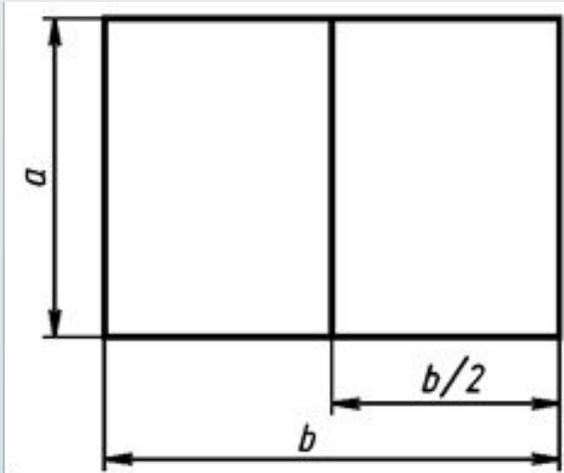


# Форматы по ГОСТ 2.301–68

**Стандарт** устанавливает **форматы листов чертежей** и других документов, выполненных в электронной или бумажной форме.

Вся конструкторская **документация** должна выполняться **на листах строго определенных размеров**. Форматы листов определяются размерами внешней рамки чертежа

# Обозначение **основных** форматов: A0, A1, A2, A3, A4, A5



$$\begin{cases} a \cdot b = 1 \text{ м}^2 \\ \frac{a}{b} = \frac{b}{2a} \end{cases} \implies b = a\sqrt{2}$$

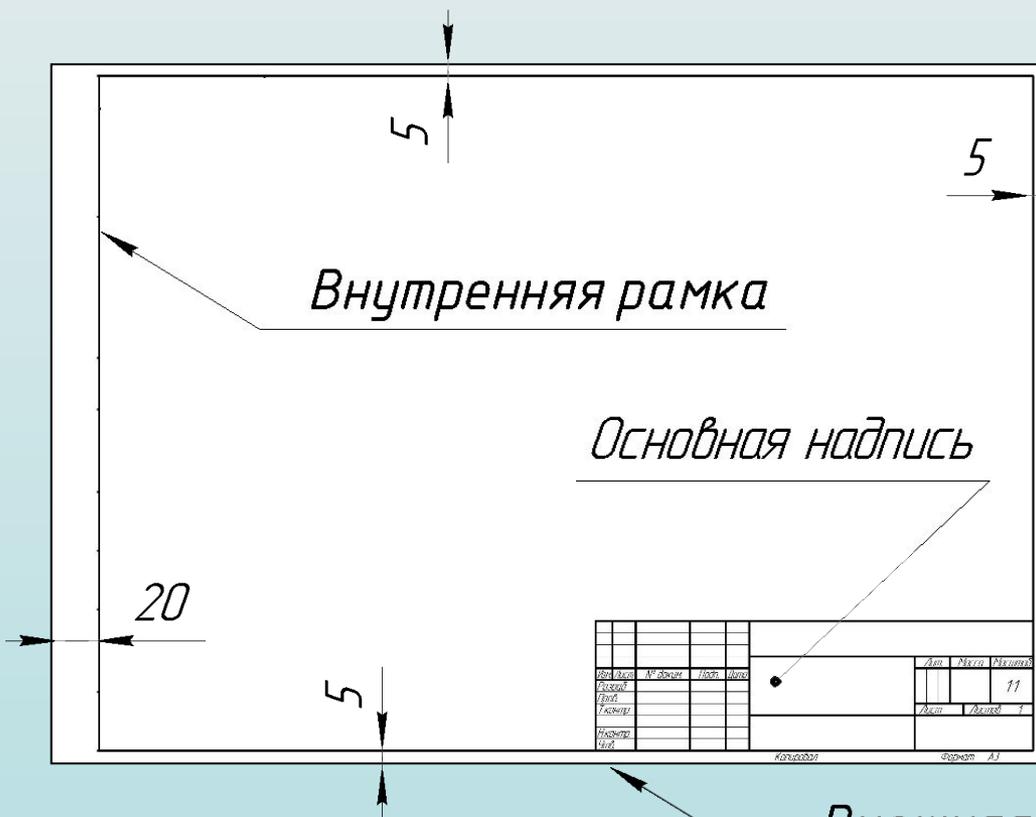
**Формат A0 841 x 1189**

Все последующие форматы получаются  
**делением длинной стороны пополам**

A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297
A5	148 x 210



# Форматы листов определяются размерами внешней рамки



# Масштабы по ГОСТ 2.302–68

**Масштаб** – отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре. Угловые размеры не масштабируются

Натуральная величина:  $1 : 1$

Масштабы уменьшения:  $1:2$ ;  $1:2,5$ ;  $1:4$ ;  $1:5$ ;  $1:10$ ;  
 $1:20$ ;  $1:25$ ;  $1:40$ ;  $1:50$

Масштабы увеличения:  $2:1$ ;  $2,5:1$ ;  $4:1$ ;  $5:1$ ;  $10:1$ ;  
 $20:1$ ;  $25:1$ ;  $40:1$ ;  $50:1$



- **Масштаб** выбирают в зависимости **от габаритов и сложности изображаемого изделия.**
- **Элементы** изделия, которые **невозможно отчетливо изобразить** на основном изображении вследствие малых размеров, **следует** показывать **с увеличением на дополнительных изображениях**, как можно ближе к основному изображению.



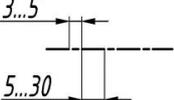
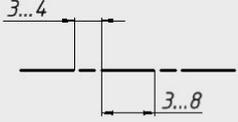
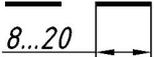
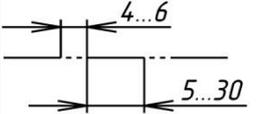
# Линии по ГОСТ 2.303–68

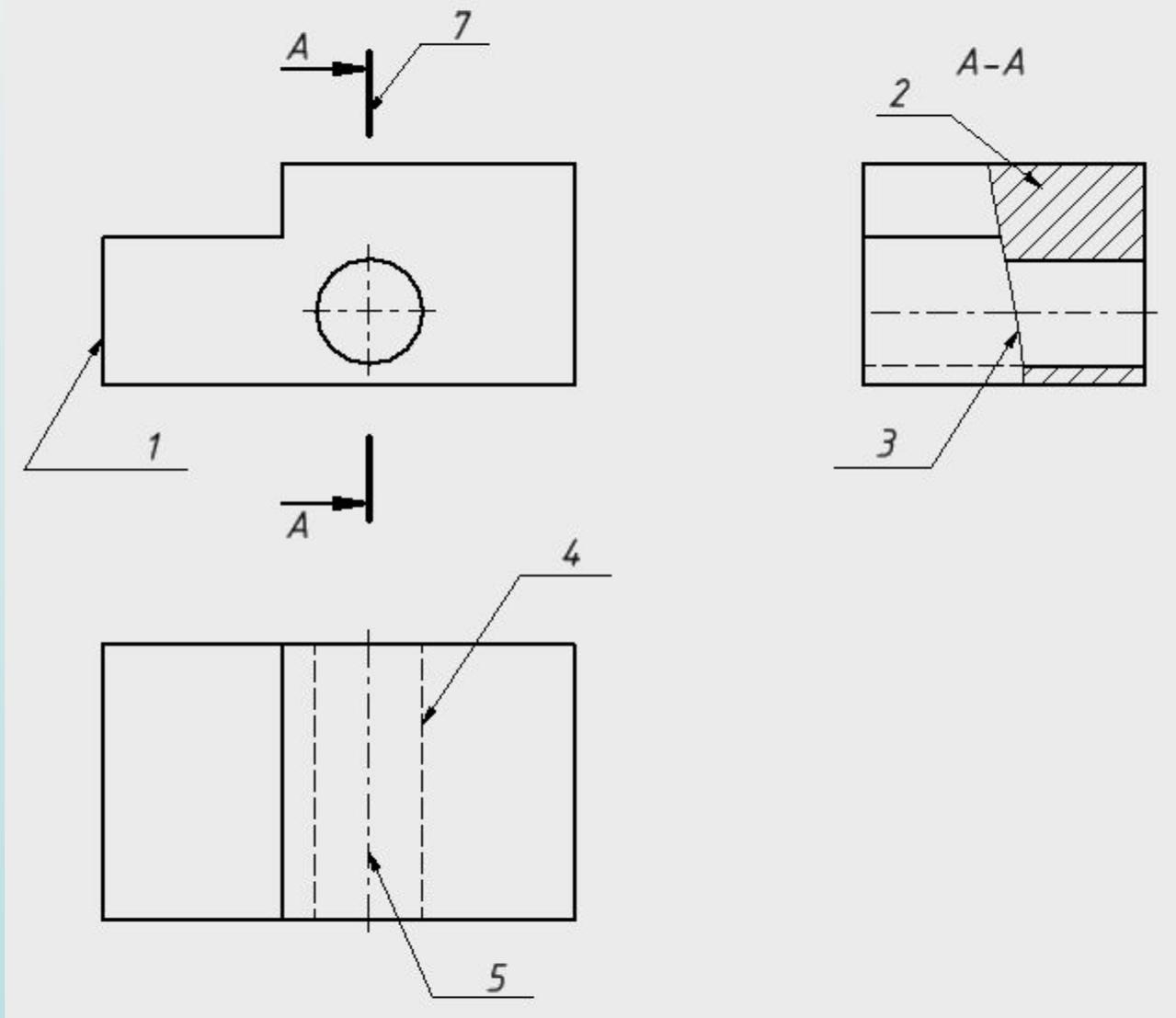
Стандарт устанавливает **начертания и основные назначения линий на чертежах** всех отраслей промышленности, выполняемых в бумажной и (или) электронной форме.

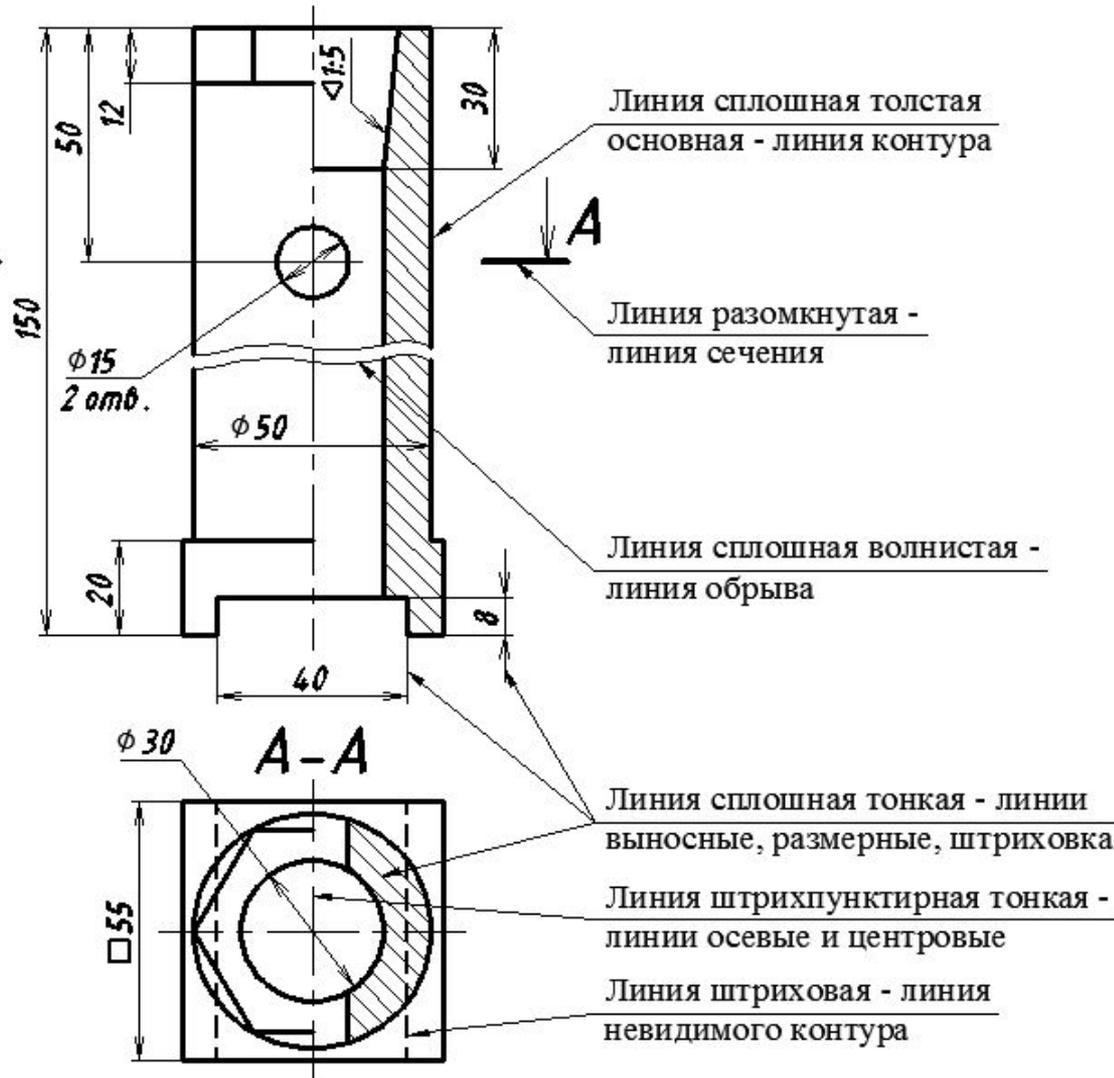
Толщина  **$s$**  сплошной основной линии должна иметь значение **0,5...1,4 мм** в зависимости от **размера и сложности изображения** и от формата чертежа.



# Линии по ГОСТ 2.303–68

№ п/п	Наименование	Начертание	Толщина линии	Основное назначение
1	Сплошная толстая основная		$S$	Линии видимого контура
2	Сплошная тонкая		от $S/3$ до $S/2$	Линии контура наложенного сечения, линии размерные и выносные, линии штриховки
3	Сплошная волнистая		от $S/3$ до $S/2$	Линии обрыва, линии разграничения вида разреза
4	Штриховая		от $S/3$ до $S/2$	Линии невидимого контура
5	Штрихпунктирная тонкая		от $S/3$ до $S/2$	Линии осевые, центровые
6	Штрихпунктирная утолщенная		от $S/3$ до $2/3 S$	Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью
7	Разомкнутая		от $S$ до $1.5S$	Линии сечений
8	Сплошная тонкая с изломами		от $S/3$ до $S/2$	Длинные линии обрыва
9	Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		от $S/3$ до $S/2$	Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделия в крайних или промежуточных положениях





**Толщина линий одного и того же типа должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одном масштабе**



# Шрифты чертежные по ГОСТ 2.304–81

**Размер шрифта** определяется **высотой прописных букв** в миллиметрах.

*d* – толщина линий шрифта

*h* – размер шрифта

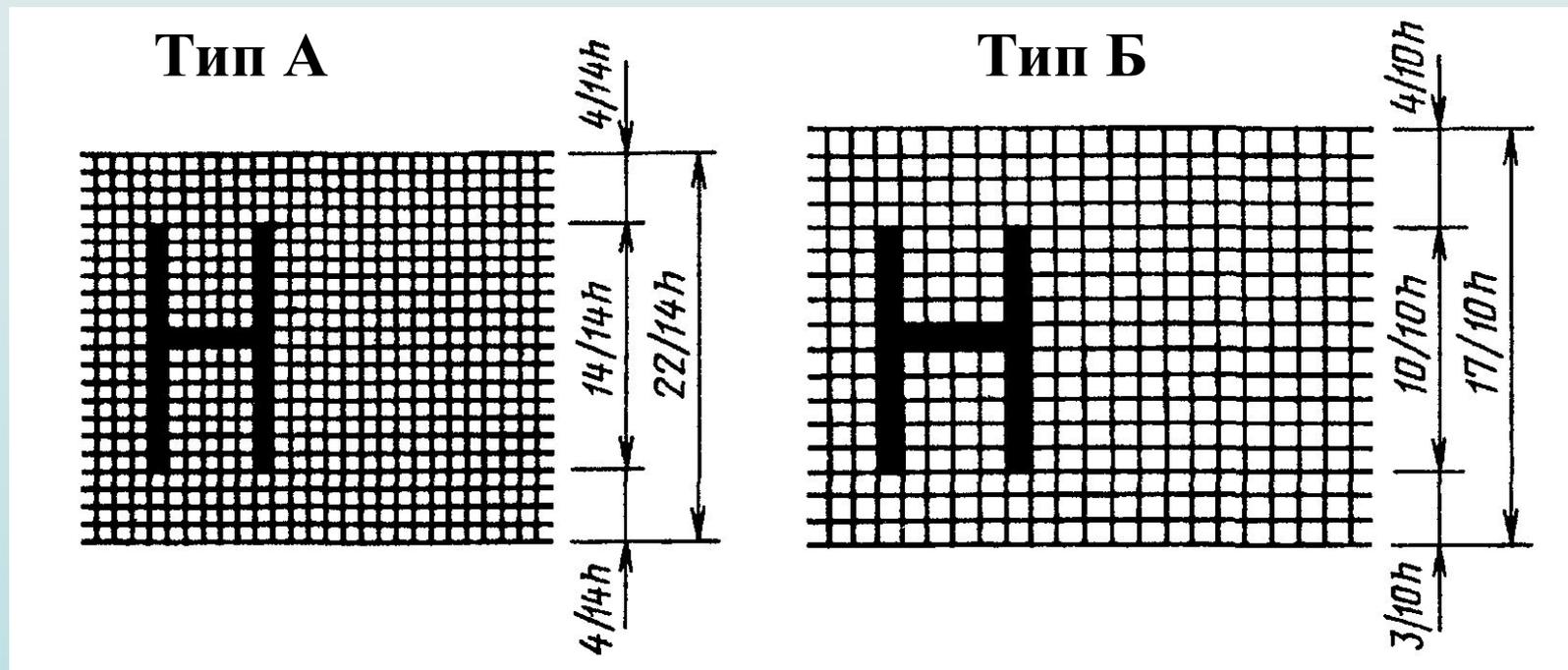
Устанавливаются следующие размеры шрифта:

*h* = 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40 мм

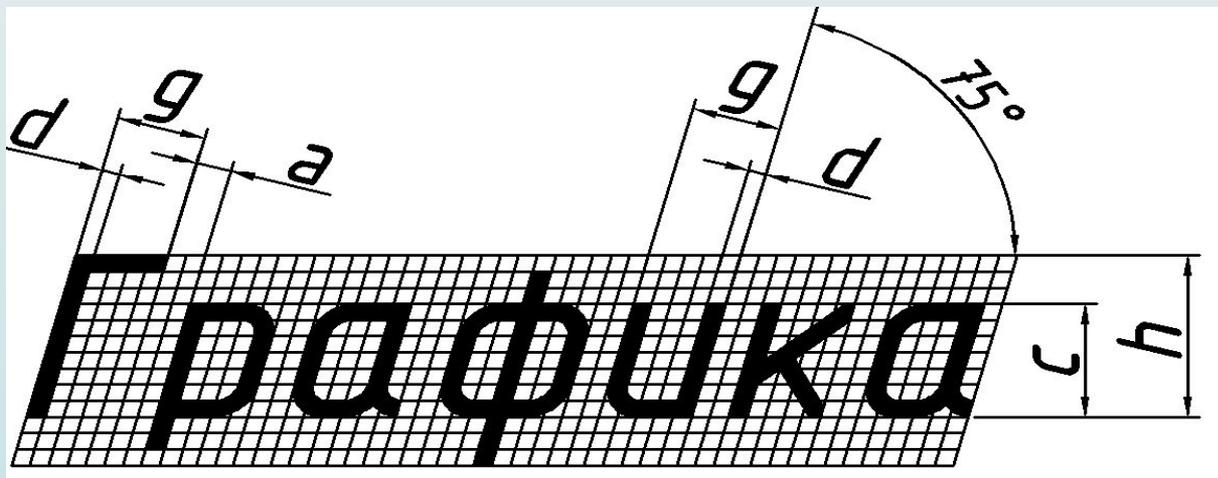


**Тип А ( $h=14d$ )** без наклона, с наклоном ( $75^\circ$ )

**Тип Б ( $h=10d$ )** без наклона, с наклоном ( $75^\circ$ )

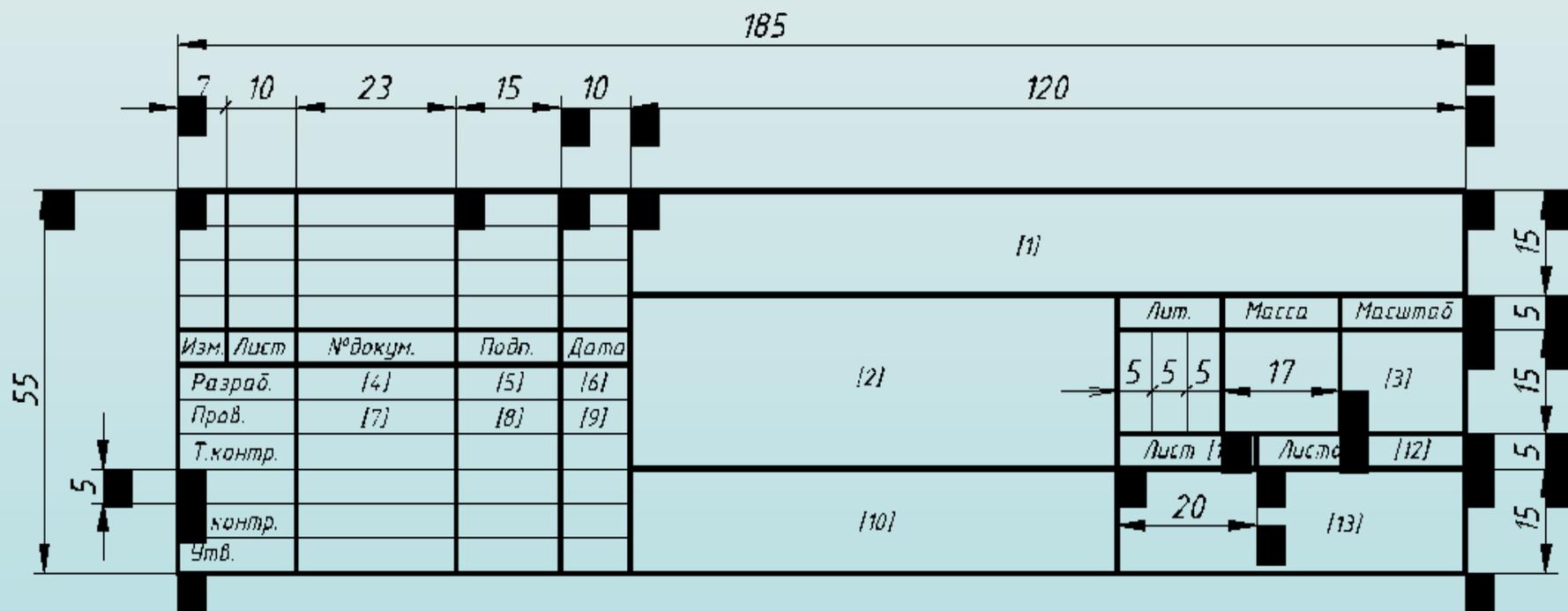


# Тип Б с наклоном



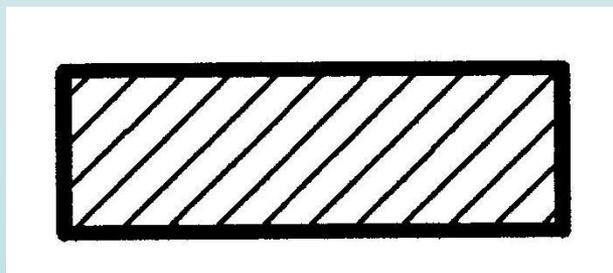
# Основные надписи по ГОСТ 2.104–2006

Стандарт устанавливает форму, размеры и порядок заполнения основной надписи и дополнительных граф к ней в конструкторских документах.



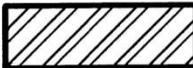
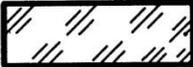
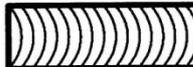
# Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах по ГОСТ 2.306–68

Общее графическое обозначение материалов в сечениях  
независимо от вида материалов должно соответствовать



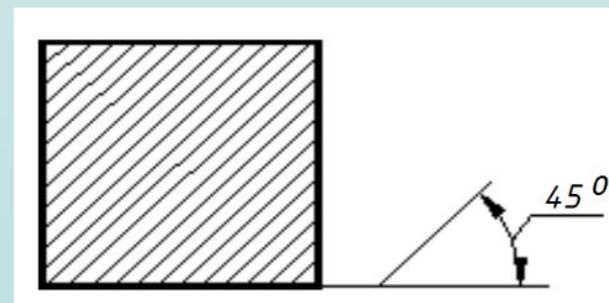
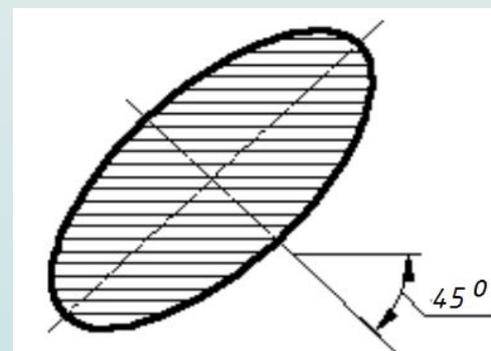
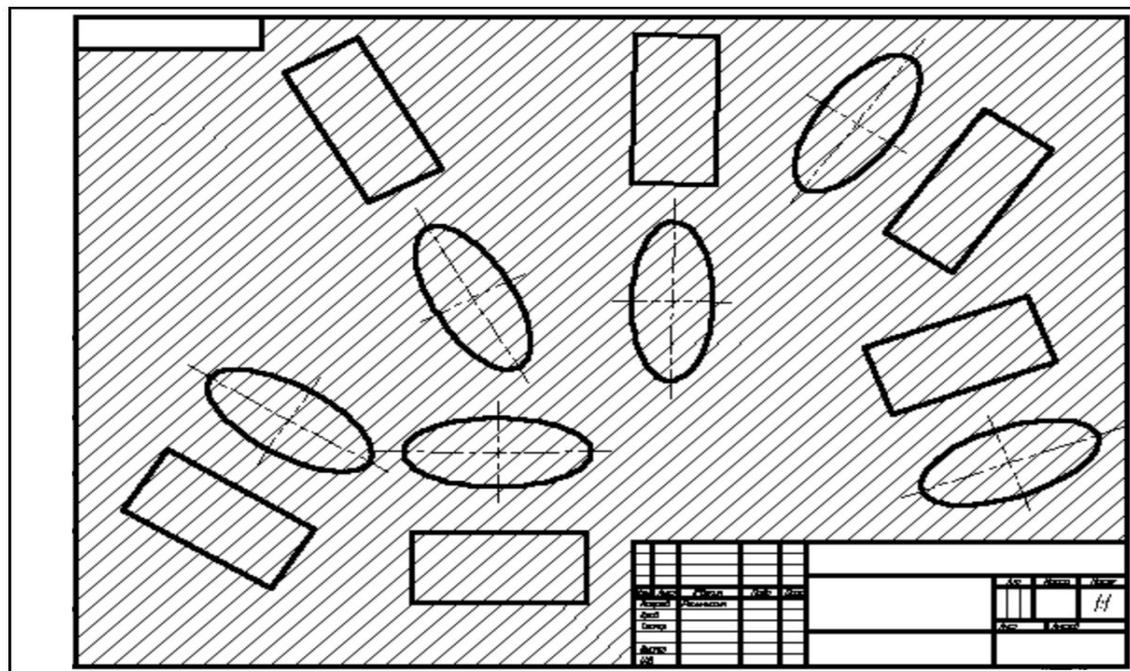
# ГОСТ 2.306-68

Графические обозначения материалов в сечениях в зависимости от вида материалов :

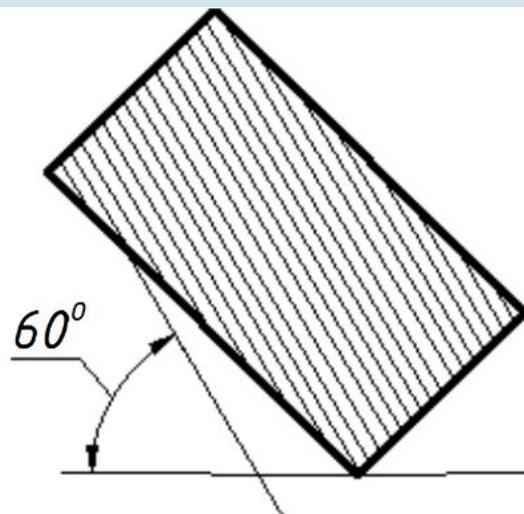
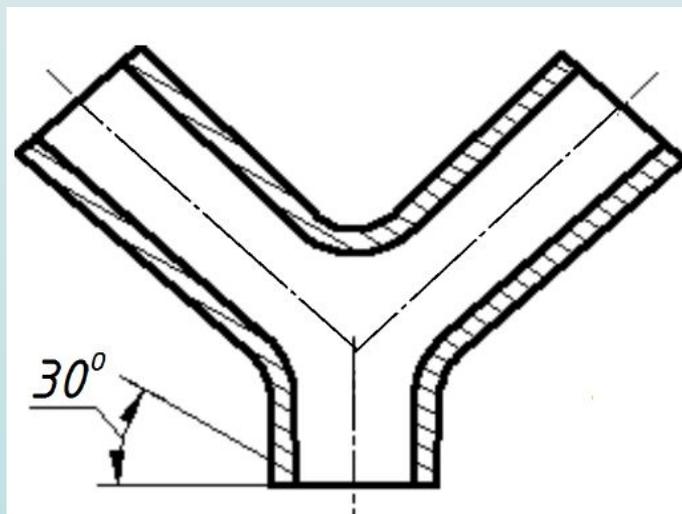
<i>Металлы и твердые сплавы</i>	
<i>Неметаллические материалы</i>	
<i>Керамика</i>	
<i>Стекло</i>	
<i>Бетон</i>	
<i>Древесина</i>	



Наклонные параллельные **линии штриховки** должны проводиться **под углом  $45^\circ$**  к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа с наклоном влево или вправо



**Если** линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом  $45^\circ$ , **совпадают** по направлению **с линиями контура или осевыми линиями**, то вместо угла  $45^\circ$  следует брать **угол  $30^\circ$  или  $60^\circ$**



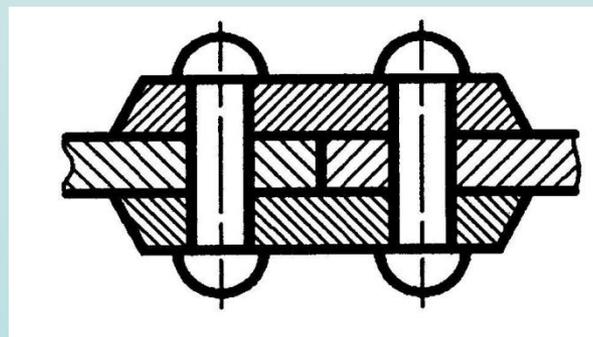
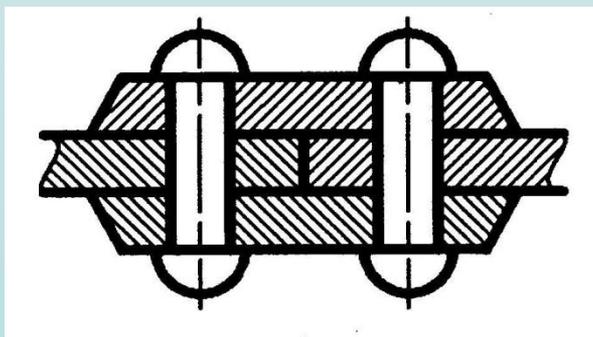
**Линии штриховки** должны наноситься **с наклоном влево или вправо**, как правило, **в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали**, независимо от количества листов, на которых эти сечения расположены.

**Расстояние** между параллельными линиями штриховки (от 1 до 10 мм) **должно быть одинаковым для всех выполняемых в одном масштабе сечений данной детали** и выбирается в зависимости от площади штриховки.



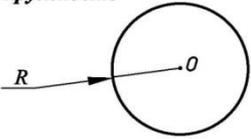
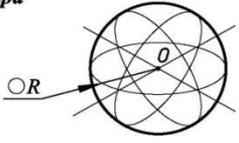
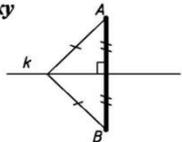
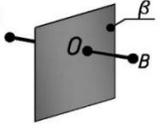
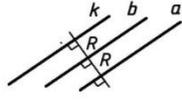
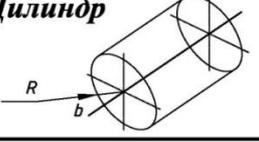
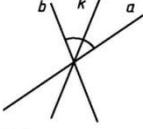
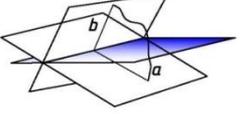
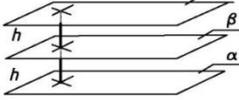
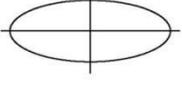
**Для смежных сечений** двух деталей наклон линий штриховки для одного сечения следует брать вправо, для другого – влево (**встречная штриховка**)

В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления необходимо изменять расстояние между линиями штриховки или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к линиям штриховки другого сечения, не изменяя угла их наклона



# Геометрические множества

**Геометрическое множество точек** — это множество, обладающее определенным геометрическим свойством или свойствами, общими для всех точек. Это означает, что все точки, принадлежащие фигуре, удовлетворяют заданному свойству, и, наоборот, все точки, удовлетворяющие заданному свойству, принадлежат фигуре

№	множество точек -	на плоскости	в пространстве
1	удаленных от точки $O$ на заданное расстояние $R$	<b>Окружность</b> 	<b>Сфера</b> 
2	равноудаленных от двух точек $A$ и $B$	<b>Серединный перпендикуляр к отрезку</b> 	<b>Плоскость - <math>\beta \perp AB</math></b> $AO=OB$ 
3	удаленных от данной прямой $b$ на расстояние $R$	<b>линии <math>k \parallel b \parallel a</math></b> 	<b>Цилиндр</b> 
4	равноудаленных от двух пересекающихся прямых $b$ и $a$	<b>Биссектриса угла</b>  <i>(2 решения)</i>	<b>Биссекторная плоскость</b>  <i>(2 решения)</i>
5	равноудаленных от заданной плоскости на расстояние $h$		<b>Плоскости <math>\alpha \parallel \beta \parallel \gamma</math></b> 
6	сумма расстояний от которых до двух заданных точек $F1$ и $F2$ , есть величина постоянная	<b>Эллипс</b> 	<b>Эллипсоид</b> 



# Сопряжения

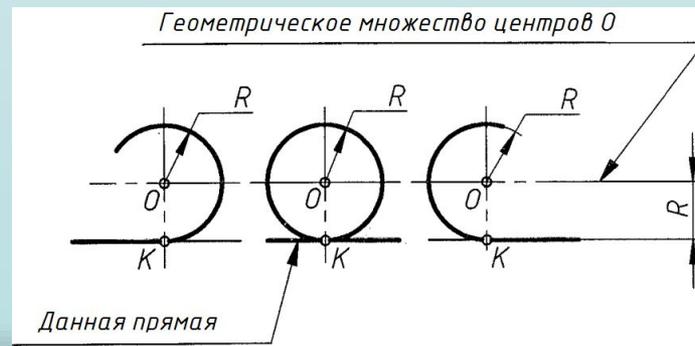
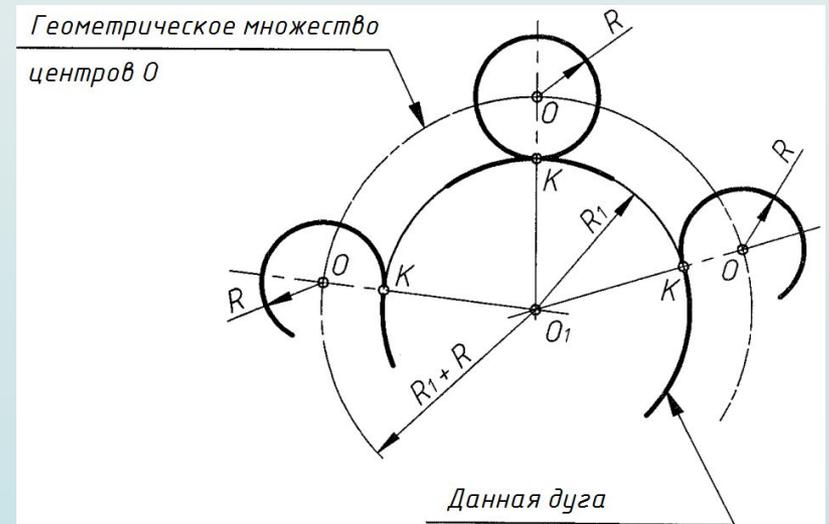
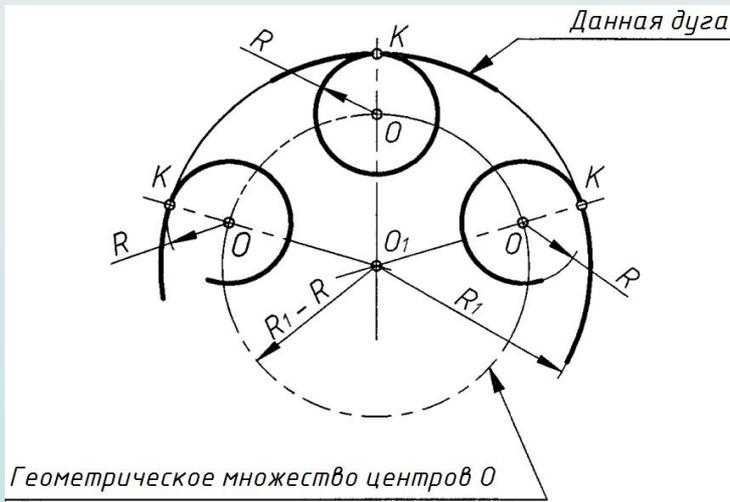
**Сопряжение** – плавный переход одной линии в другую либо непосредственно, либо с помощью промежуточных дуг окружностей, называемых *дугами сопряжения*, радиусы в этом случае называют *радиусами сопряжения*.

**Точка сопряжения** – общая точка двух сопрягающихся линий, в которой одна линия переходит в другую и через которую проходит их общая касательная.

**Центр сопряжения** – центр дуги окружности, сопрягающей две линии. Его находят на пересечении двух геометрических фигур, каждая из которых является множеством точек плоскости, равноудаленных на заданное расстояние от одной из сопрягаемых линий.



**Построения сопряжений** с непосредственным переходом одной линии в другую **являются** не чем иным, как **построением касательных**: прямой, касательной к окружности, и окружности, касательной к другой окружности

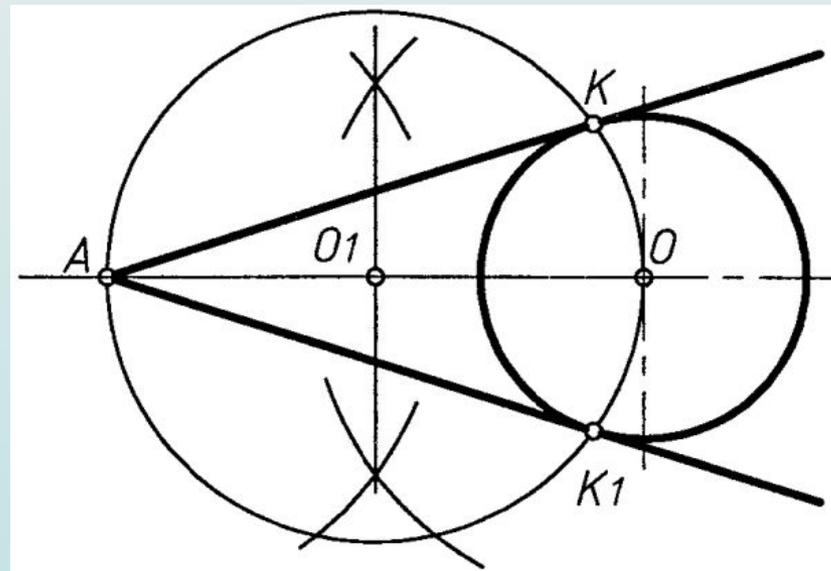


# Алгоритм построения сопряжения двух линий при заданном радиусе сопряжения

- 1) построение множества точек, находящихся на расстоянии радиуса сопряжения от первой из сопрягаемых линий;
- 2) построение множества точек, находящихся на расстоянии радиуса сопряжения от второй из сопрягаемых линий;
- 3) определение центра сопряжения на пересечении этих множеств;
- 4) определение точек сопряжения на сопрягаемых линиях; проведение дуги сопряжения между точками сопряжения.

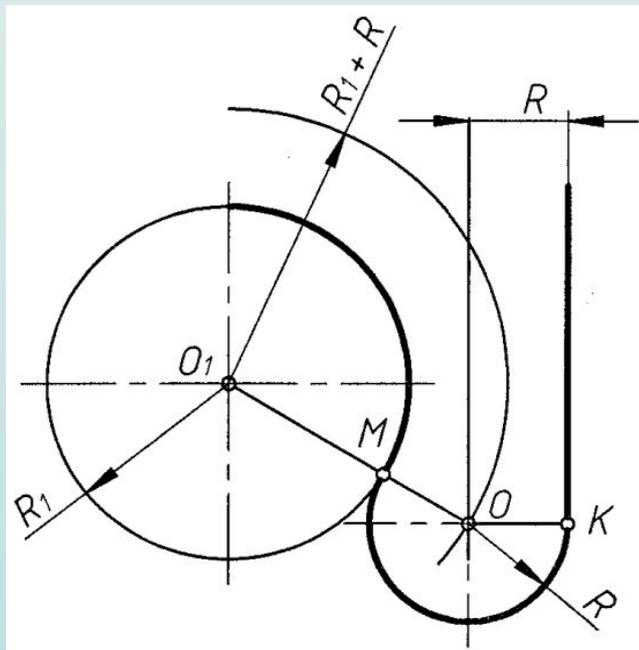


# Построение касательной к окружности через заданную точку $A$ , лежащую вне окружности

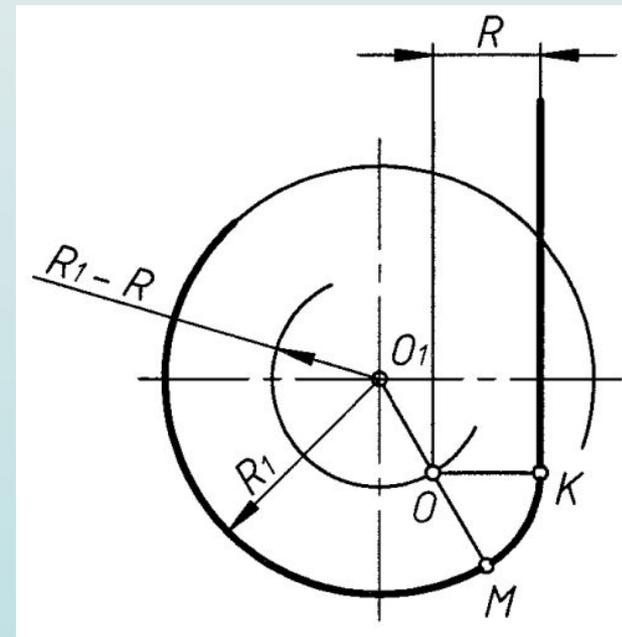


# Сопряжение окружности и прямой с помощью дуги заданного радиуса $R$

Внешнее касание

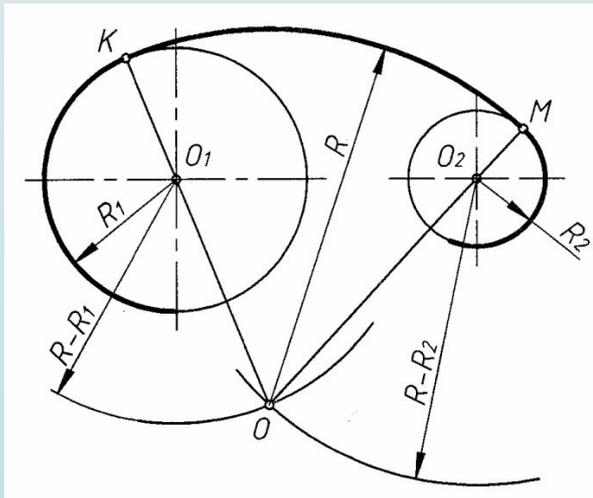


Внутреннее касание

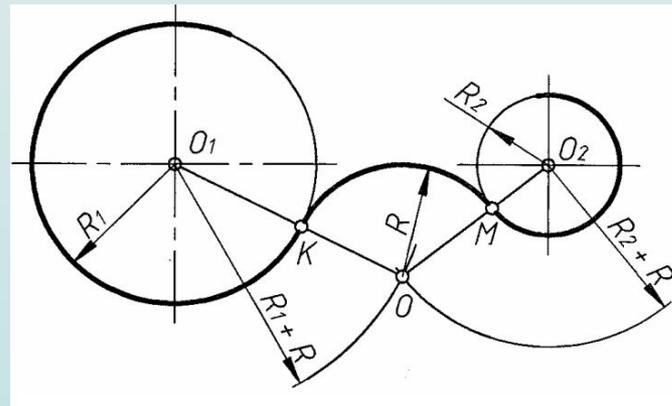


# Сопряжение двух окружностей с помощью дуги заданного радиуса $R$

Внешнее касание



Внутреннее касание



Смешанное касание

