

Начертательная геометрия

Изучение начертательной геометрии и черчения необходимо для приобретения знаний и навыков, позволяющих составлять и читать технические чертежи, проектную документацию, а также для развития инженерного пространственного воображения.

*Общим для начертательной геометрии и черчения является метод построения изображений, называемый **методом проецирования**.*

ЕСКД – единая система конструкторской документации.

ЕСКД – это свод нормативных документов, которые устанавливают единые правила выполнения и оформления конструкторских документов во всех областях промышленности.

СОДЕРЖАНИЕ ЕСКД 2.3... «Общие правила Выполнения чертежей»

- *ГОСТ 2.301 – 68 форматы;*
- *ГОСТ 2.302 – 68 масштабы;*
- *ГОСТ 2.303 – 68 линии чертежа;*
- *ГОСТ 2.304 – 81 шрифты чертёжные;*
- *ГОСТ 2.305 – 2008 изображения (виды, разрезы, сечения);*
- *ГОСТ 2.317 - 2011 аксонометрические проекции;*
- *ГОСТ 2.307 - 2011 нанесение размеров.*

Форматы - это размеры листов бумаги, которые могут быть использованы для выполнения чертежей.

Формат с размером сторон 1189 мм x 841 мм, площадь которого равна 1 м², а соотношение сторон составляет 5/7, принят за самый большой основной формат (A0).

Прочие основные форматы получают последовательным делением большей стороны предыдущего формата пополам.

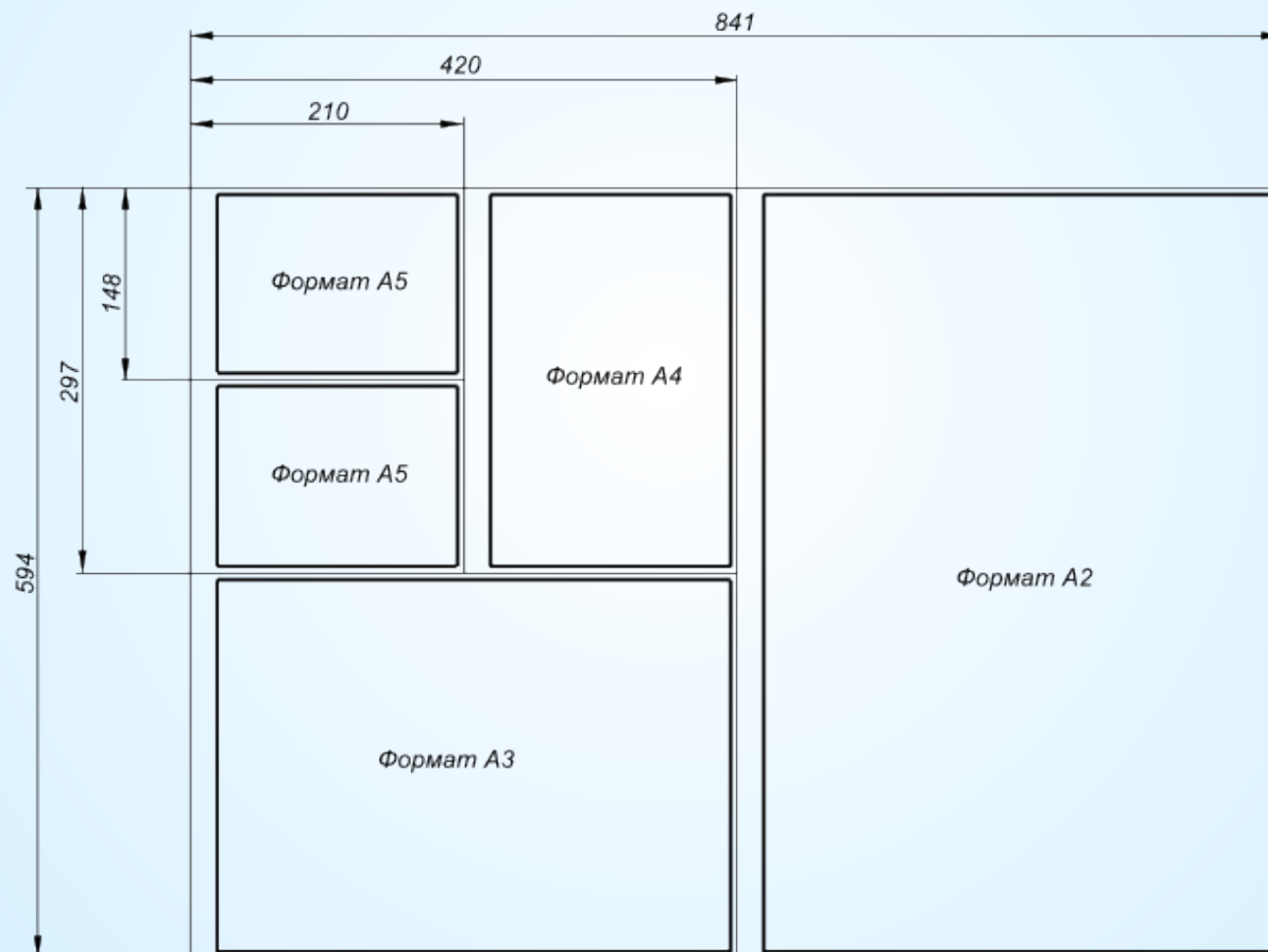
Основные стандартные форматы чертежей установленные
ГОСТ 2.301-68.

Таблица. Обозначение и размеры сторон форматов

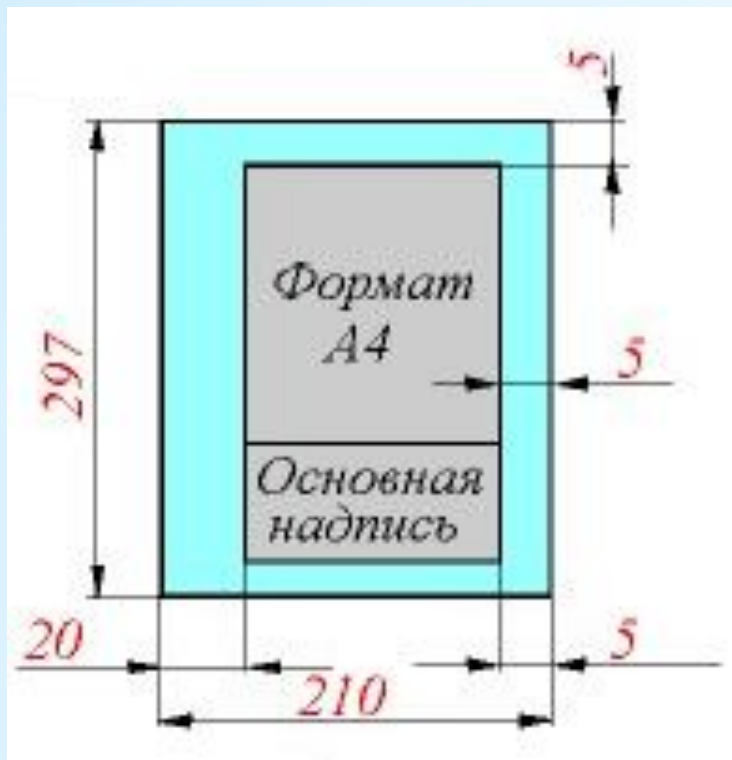
Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

При необходимости допускается применять формат A5 с размерами сторон 148x210 мм.

ГОСТ 2.301-68 предусматривает выполнение чертежей на отдельных листах или на общем листе с выделением в нем форматов для каждого чертежа.

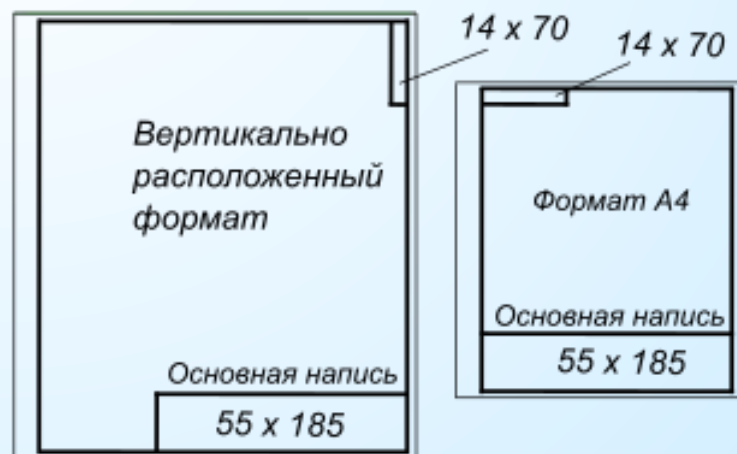
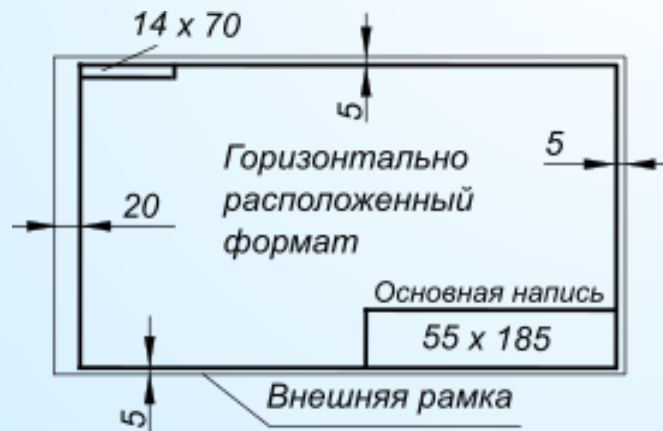


Расположение формата А4(210x297)



Формат А4
*располагается только
вертикально*

*Остальные основные форматы
могут быть расположены и
вертикально, и горизонтально.*



Основная надпись - штамп, выполняется в правом нижнем углу рамки для чертежа.

На чертежах и схемах применяется форма 1.

The diagram shows a technical drawing frame with a total width of 185 and a total height of 11 x 5 = 55. The frame is divided into several sections. The top section is a large empty area for the drawing. The bottom section contains a title block and a table for document information.

Dimensions and layout details:

- Total width: 185
- Total height: 11 x 5 = 55
- Title block dimensions: 185 (width) x 40 (height)
- Title block layout:
 - Top row: (2) [50]
 - Second row: (14) (15) (16) (17) (18)
 - Third row: (1) [40]
 - Fourth row: (4) (5) (6) [15]
 - Fifth row: (7) (8)
 - Sixth row: (3) (9) [15]
- Table dimensions: 185 (width) x 40 (height)
- Table layout:
 - Top row: (14) (15) (16) (17) (18)
 - Second row: (10) (11) (12)
 - Third row: (10) (11) (12)
 - Fourth row: (10) (11) (12)
 - Fifth row: (10) (11) (12)
 - Sixth row: (10) (11) (12)

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам.

Масштаб чертежа выбирается таким чтобы обеспечивалась ясность форм изображаемого объекта.

Масштабы изображений на чертежах должны назначаться (согласно **ГОСТ 2.302-68**) из следующих рядов:

- **натуральная величина** – 1:1;
- **масштабы уменьшения** – 1:2; 1:2,5; 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;
- **масштабы увеличения** – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

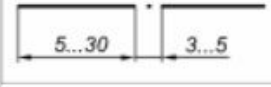
Масштаб, указываемый в графе, имеющей заголовок **«Масштаб»** (в основной надписи, в таблицах), обозначают по типу **1:1; 1:2; 2:1** и т. д.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают в скобках (без буквы М) рядом с обозначением изображения. Например: **А (2:1); Б – Б (2:1)**.

Предпочтительно выполнять чертежи так, чтобы размеры изображения и самого предмета были равны, т.е. в масштабе 1:1.

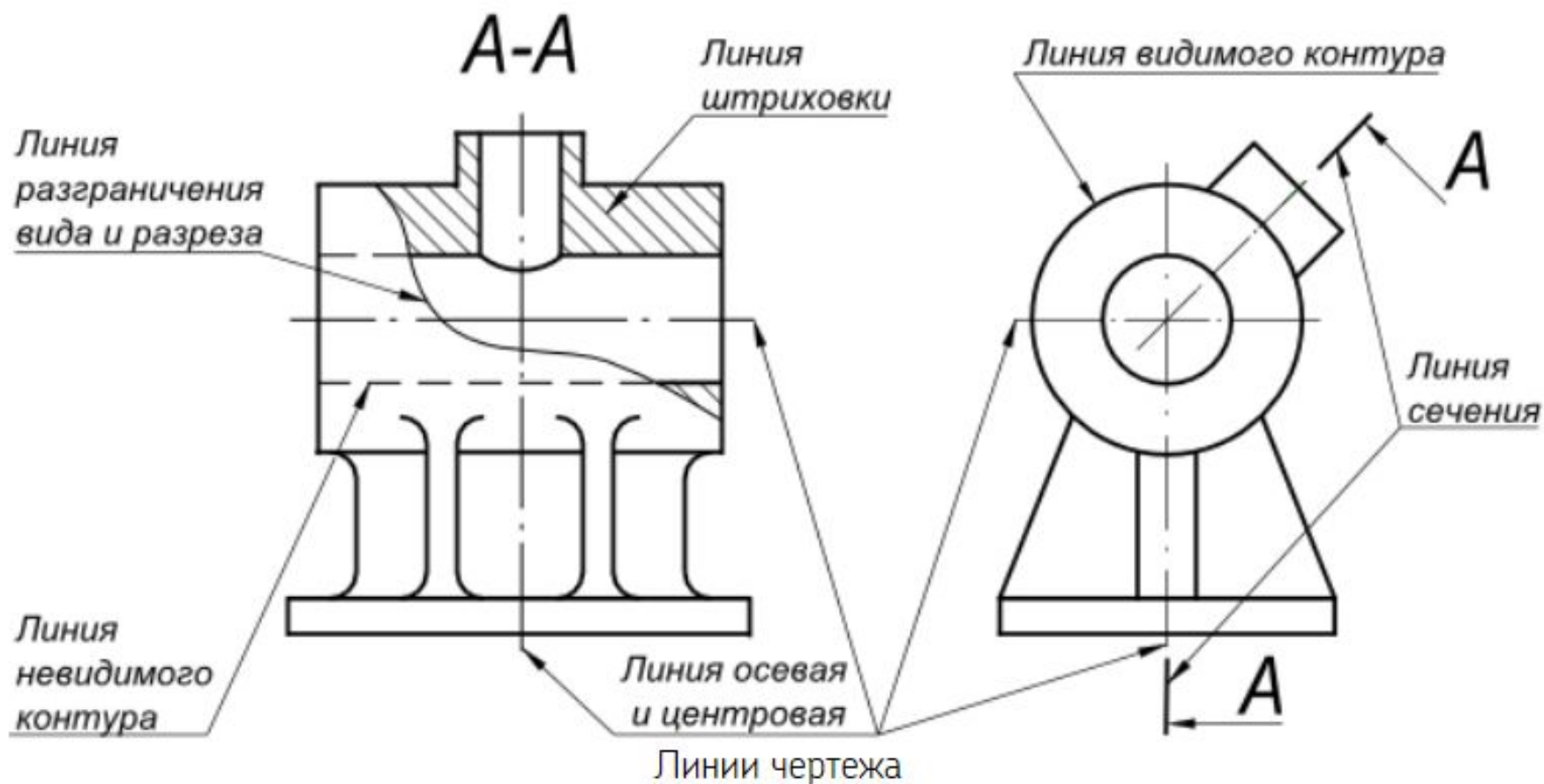
Линии чертежа выполняются согласно ГОСТ 2.303 - 68 .

Наименование	Начертание	Толщ. линии, мм	основное назначение
Сплошная толстая (основная)		$s = 0,5...1,4$	Линии видимого контура; линии перехода видимые; линии контура сечения; (вынесенного и входящего; в состав разреза)
Сплошная тонкая		от $S/3$ до $s/2$	Выносные и размерные линии; Линии контура наложенного сечения; линии штриховки; линии-выноски, полки линий выносок; линии перехода воображаемые; линии для изображения пограничных деталей (обстановка); линии ограничения выносных элементов.
Сплошная волнистая		от $S/3$ до $s/2$	Линия обрыва изображения линии разграничения вида и разреза.
Штриховая		от $S/3$ до $s/2$	Линия невидимого контура линии перехода невидимого контура.

Штрихпунктирная тонкая		от $S/3$ до $s/2$	Осевые линии и линии симметрии
Штрихпунктирная с двумя точками		от $S/3$ до $s/2$	Линии сгиба на развертках линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях; линии для изображения развертки, совмещенной с видом.
Сплошная тонкая с изломами		от $S/3$ до $s/2$	Длинные линии обрыва.
Штрих-пунктирная утолщенная		от $S/2$ до $(2/3)S$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию; линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»).

Необходимо стремиться, чтобы начертание линии чертежа одного и того же типа было одинаковым для всех изображений чертежа.

Линии чертежа.



Чертежные шрифты (ГОСТ 2.304-81) применяются для выполнения пояснительных надписей на чертежах.



Рекомендуемые размеры шрифта для надписей на учебных чертежах:

№2,5; 3,5 ; 5; 7; 10; 14...

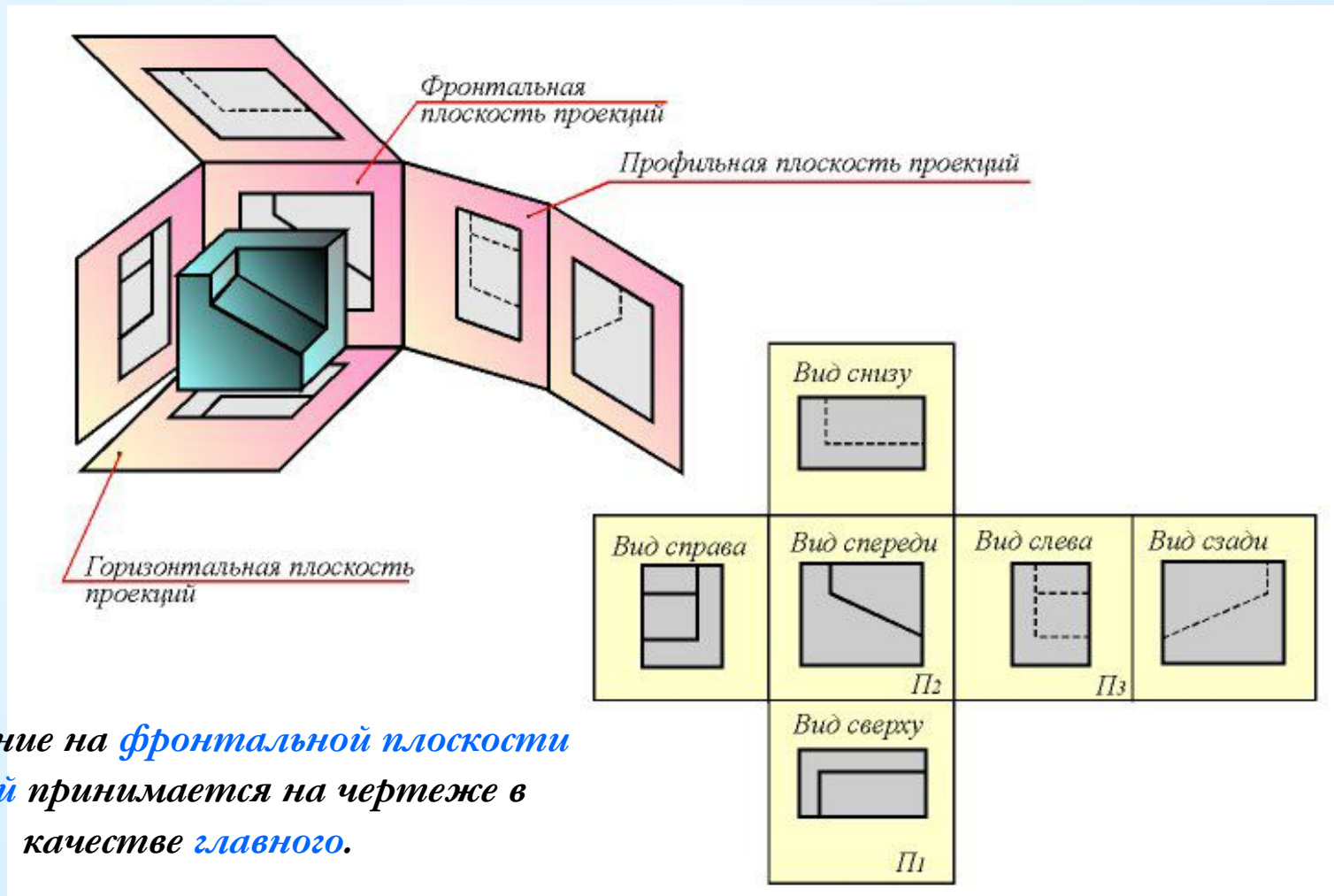
Строчные буквы выполняются на один номер шрифта меньше, чем заглавные.

*Надписи допускается выполнять как наклонным шрифтом **под наклоном 75°**, так и шрифтом **без наклона**.*

Расположение основных видов на чертеже.

Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования.

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба.



Изображение на **фронтальной плоскости проекций** принимается на чертеже в качестве **главного**.

*Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на
виды, разрезы, сечения.*

Вид - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Разрез - изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета.

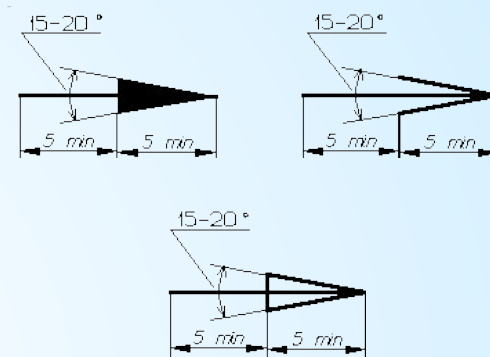
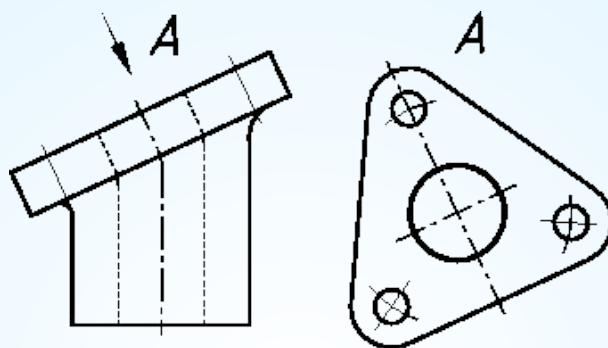
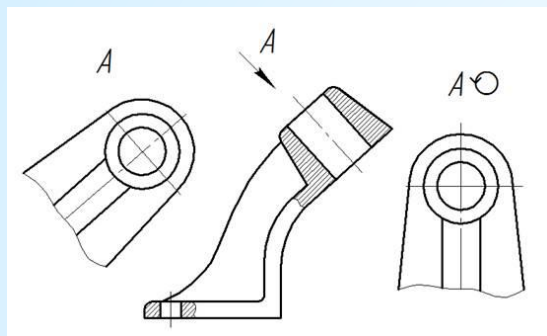
На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

Сечение - изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

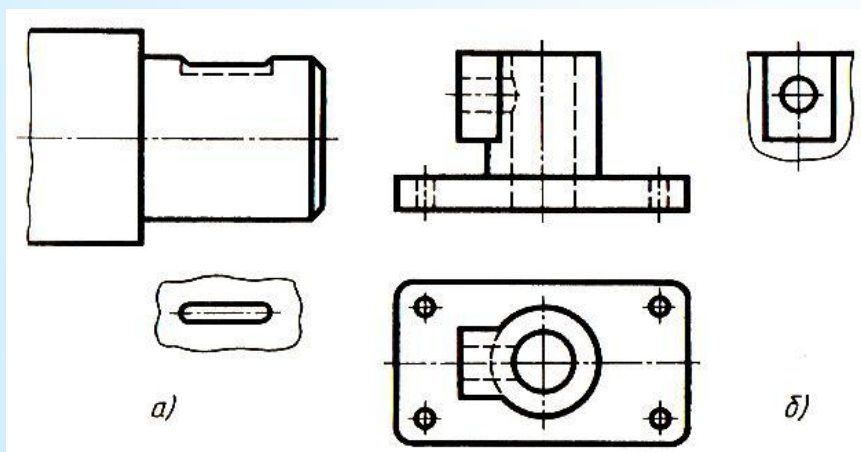
На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть **наименьшим**, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

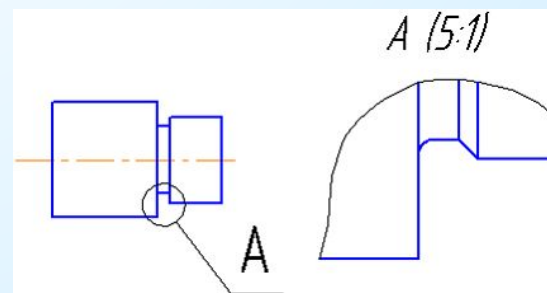
Дополнительный вид - изображение предмета на плоскости, непараллельной ни одной из основных плоскостей проекций, применяемое для неискаженного изображения поверхности, если нельзя получить на основном виде.



Местный вид - изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета.



Выносной элемент – дополнительное, обычно увеличенное, отдельное изображение части предмета.



Разрезы разделяются, в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций, на:

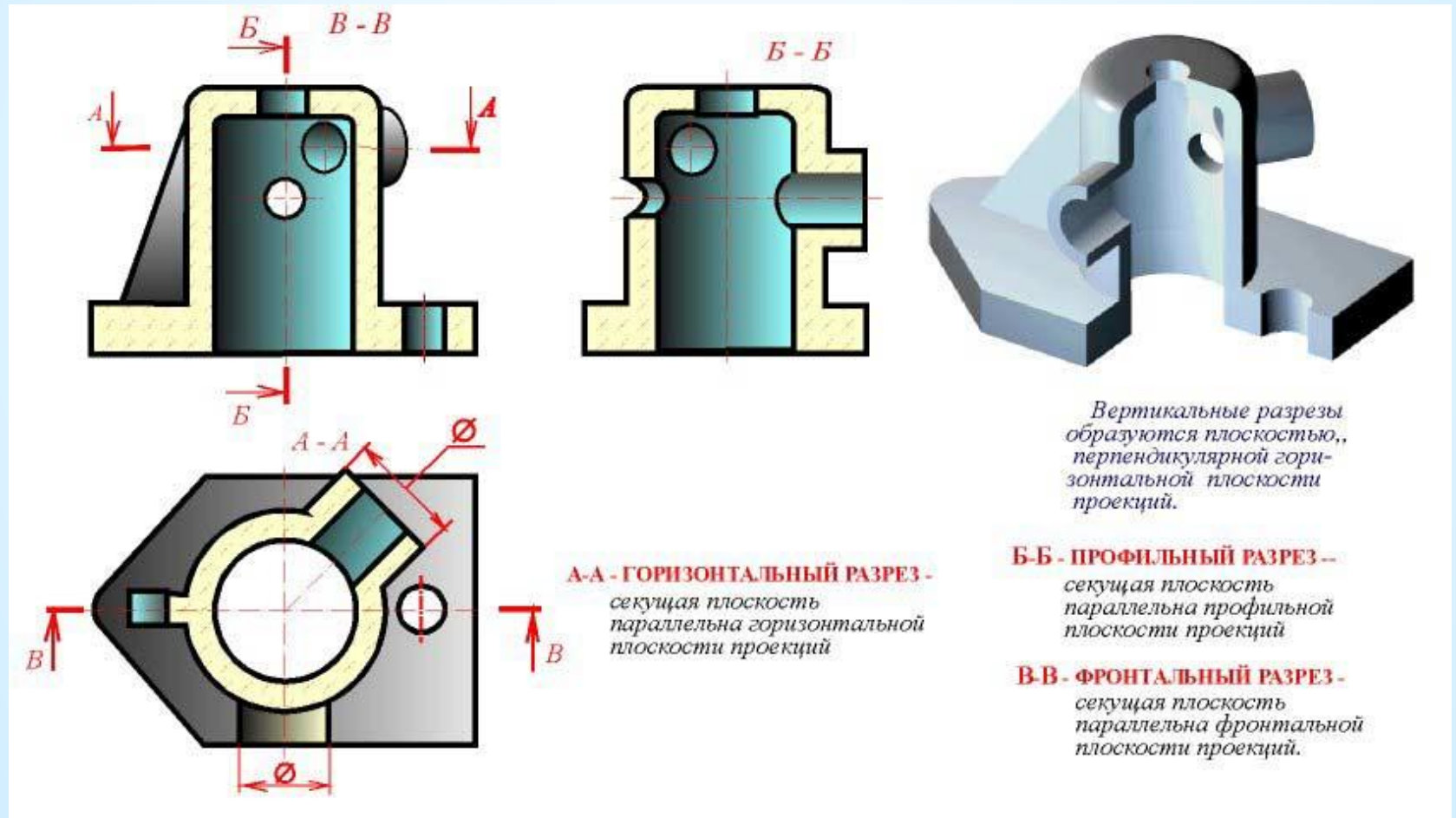
1. **горизонтальные** - секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
2. **вертикальные** - секущая плоскость перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекций;
3. **наклонные** - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на:

1. **простые** - при одной секущей плоскости;
2. **сложные** - при нескольких секущих плоскостях.

Вертикальный разрез бывает **фронтальным** и **профильным**.

Вертикальный разрез называется **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и **профильным**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.



Сложные разрезы бывают *ступенчатыми* и *ломаными*.

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения.

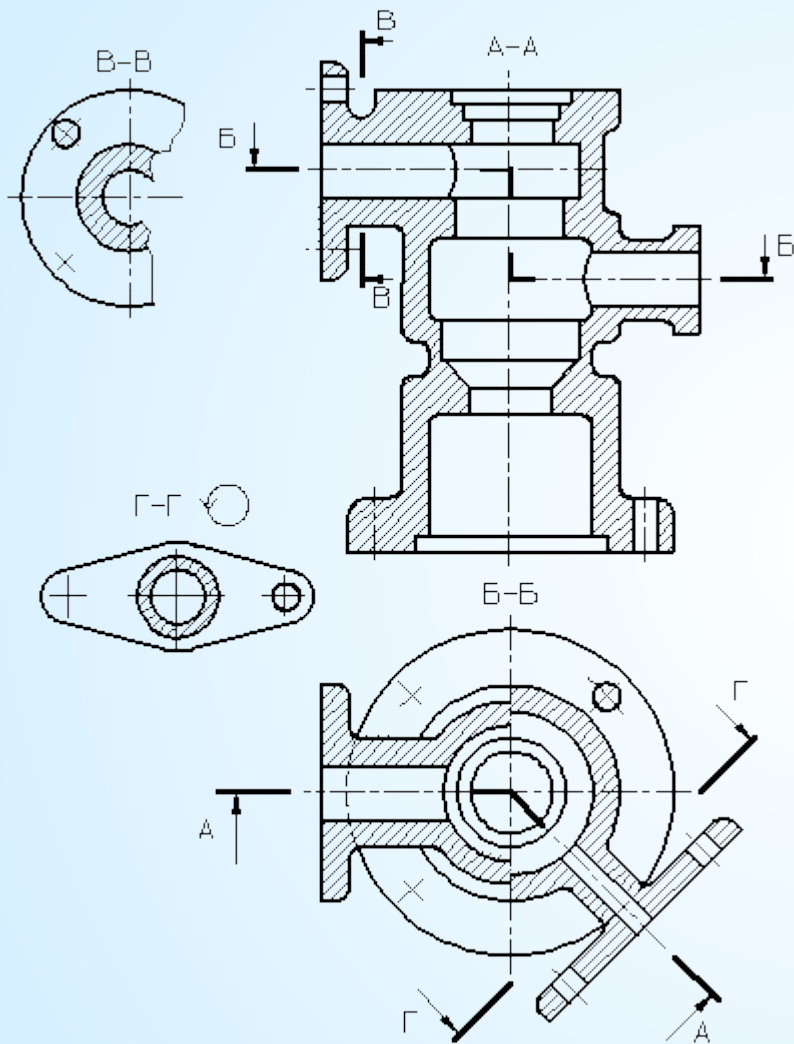
*Для линии сечения должна применяться **разомкнутая линия**.*

При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой.

На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда; стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от конца штриха.

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов.

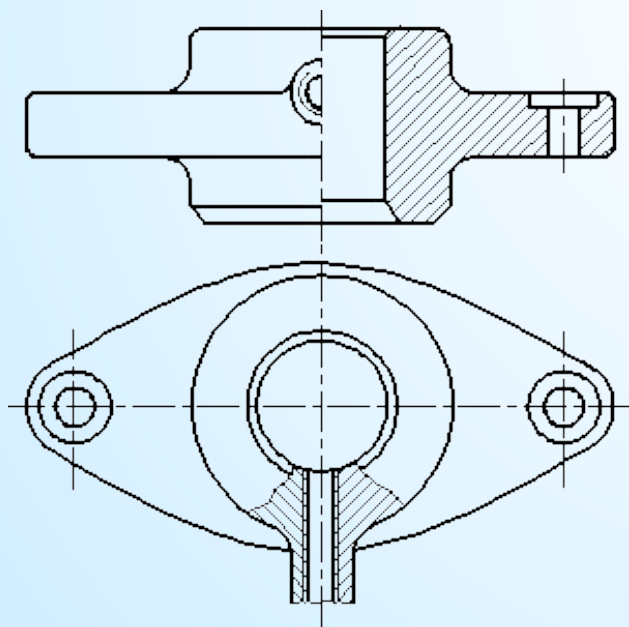
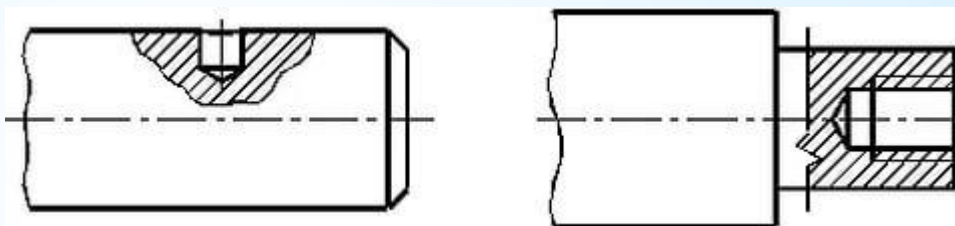


**А-А – ломаный;
Б-Б – ступенчатый.**

Местный разрез – изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета.

Местный разрез выделяется на виде *сплошной волнистой линией* или *сплошной тонкой линией с изломом*.

Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

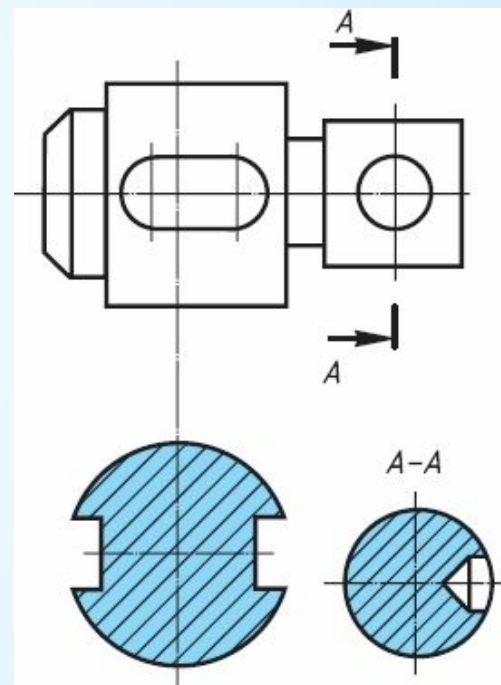
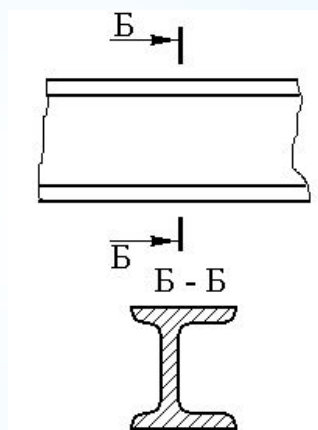
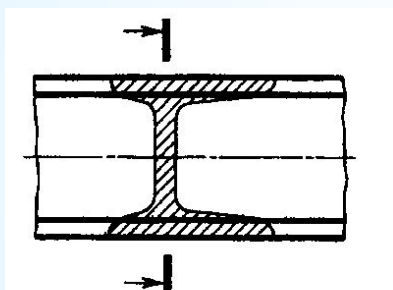
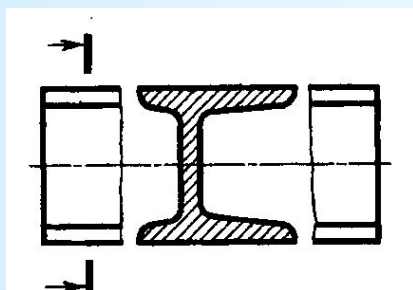


Если соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на:

- **вынесенные** (расположенное на чертеже вне контура изображения предмета или в разрыве между частями одного изображения);
- **наложенные** (расположенное непосредственно на изображении предмета вдоль следа секущей плоскости).

Вынесенные сечения являются предпочтительными.



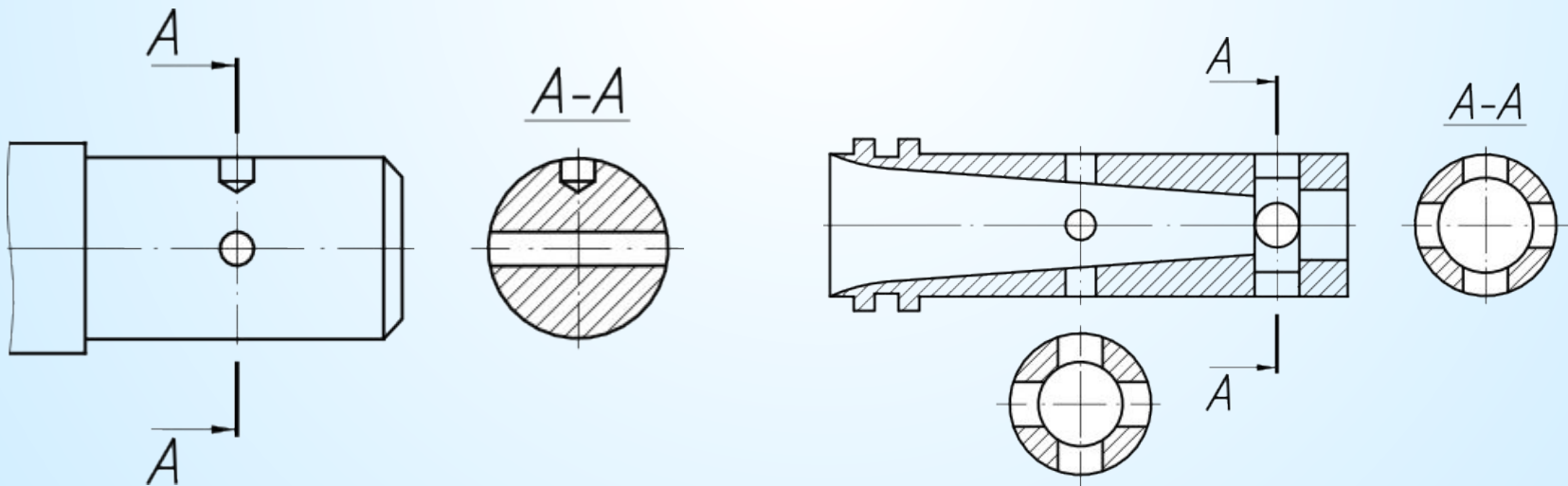
Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

*Контур **вынесенного сечения**, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают **сплошными основными линиями**, а контур **наложенного сечения** - **сплошными тонкими линиями**, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.*

*Сечение внутри контура штрихуется тонкими линиями **под углом 45°**.
Если линии штриховки будут совпадать с направлением линий контура, то
разрешается выполнять штриховку **под углом 30° и 60°**.*

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

Частота штриховки должна быть одинаковой для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали.



АксонOMETрическая проекция - проекция на плоскость с помощью параллельных лучей, идущих из центра проецирования (который удален в бесконечность) через каждую точку объекта до пересечения с плоскостью, на которую проецируется объект.

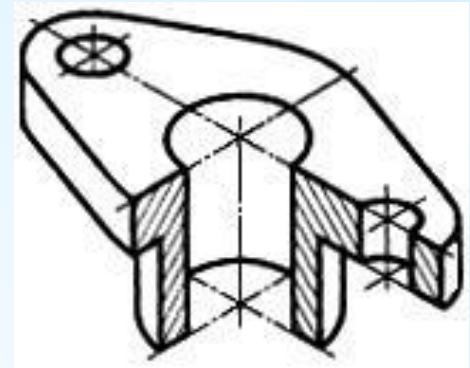
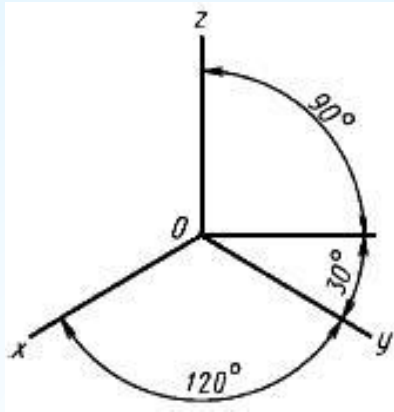
В зависимости от направления проецирования по отношению к плоскости проекций аксонOMETрические проекции делят на **прямоугольные** и **косоугольные**.

Прямоугольная проекция - аксонOMETрическая проекция, у которой направление проецирования перпендикулярно к плоскости проецирования.

Косоугольная проекция - аксонOMETрическая проекция, у которой направление проецирования неперпендикулярно к плоскости проецирования.

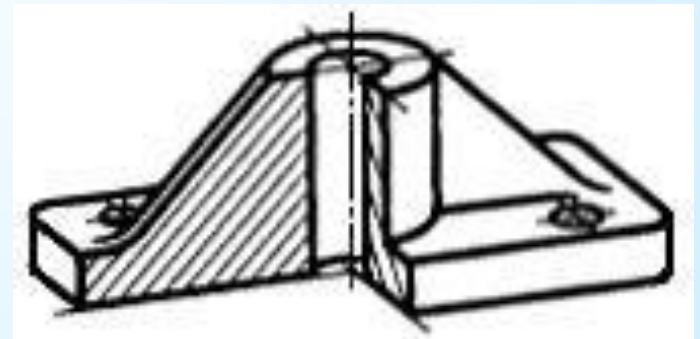
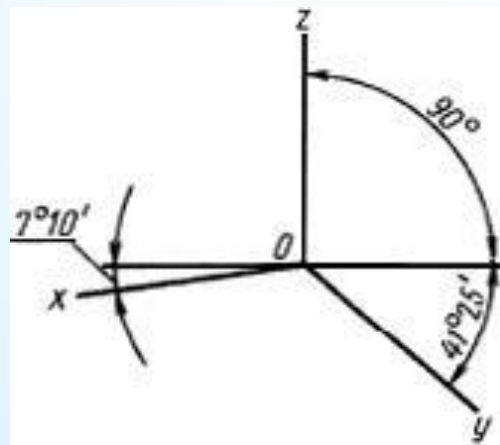
Прямоугольные проекции

Изометрическая проекция



Положение аксонометрических осей

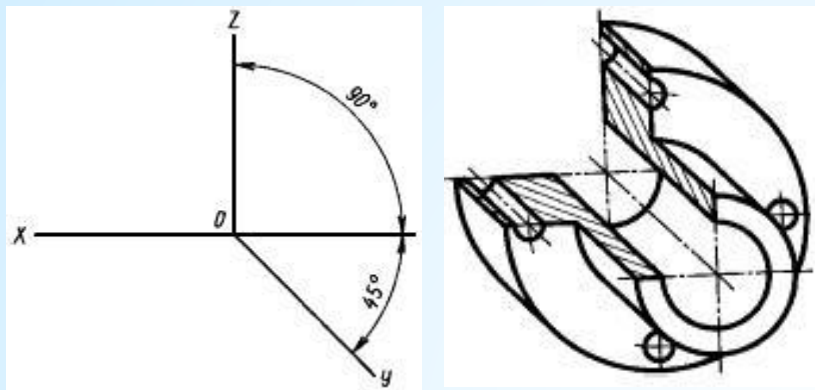
Диметрическая проекция



Положение аксонометрических осей

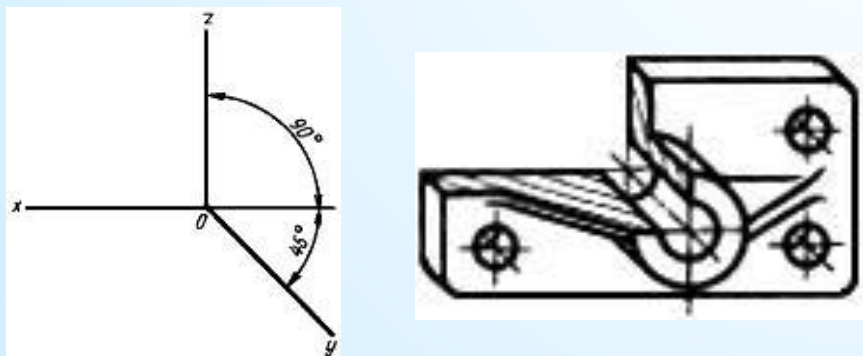
Косоугольные проекции

Фронтальная изометрическая проекция



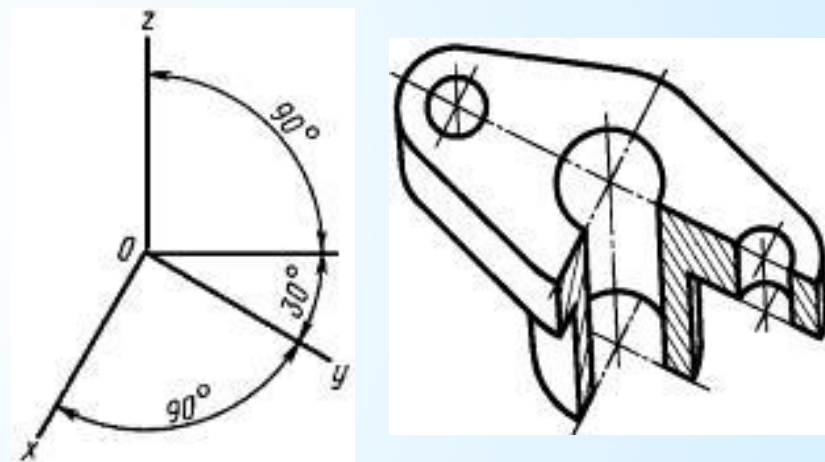
Положение аксонометрических осей

Фронтальная диметрическая проекция



Положение аксонометрических осей

Горизонтальная изометрическая проекция



Положение аксонометрических осей

Нанесение размеров выполняются согласно ГОСТ 2.307 - 2011 .

Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.

Линейные размеры и их предельные отклонения в графических документах и в спецификациях указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения.

Угловые размеры и предельные отклонения угловых размеров указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например 4° ; $4^{\circ}30'$; $0^{\circ}30' 40''$; $30^{\circ} \pm 1^{\circ}$; $30^{\circ} \pm 10'$.

Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

Допускается проводить размерные линии непосредственно **к линиям видимого контура**, осевым, центровым и другим линиям.

Размерные линии **предпочтительно** наносить вне контура изображения.

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии **на 1-5 мм**.

Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть **7 мм**, а между размерной и линией контура - **10 мм** и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа.

Необходимо **избегать** пересечения размерных и выносных линий.

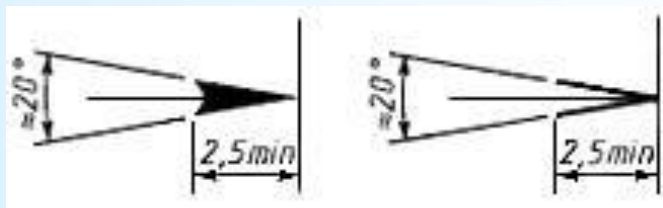
Размерные числа и предельные отклонения **не допускается** разделять или пересекать какими бы то ни было линиями изображения.

Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.д.), *рекомендуется* группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно.

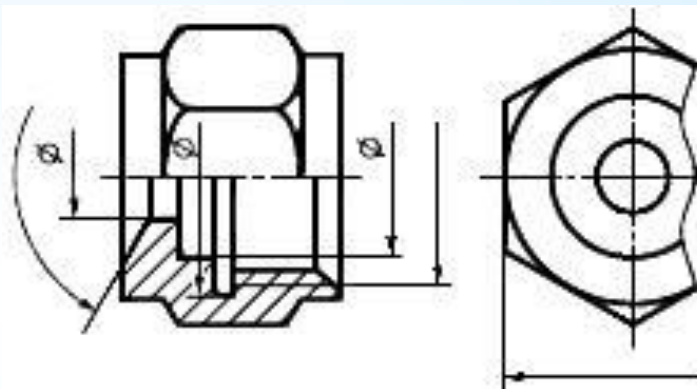
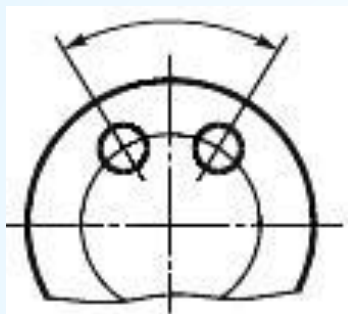
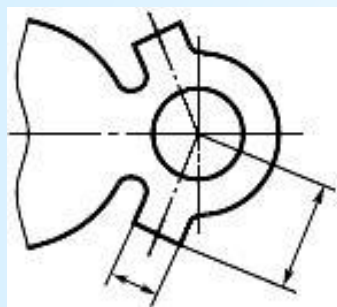
***Не допускается* использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.**

Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже.



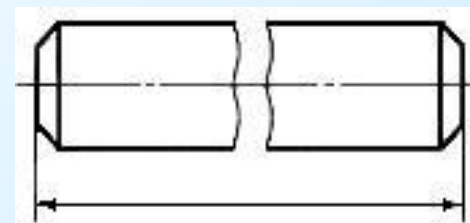
При нанесении размера **прямолинейного отрезка** размерную линию проводят **параллельно этому отрезку**, а выносные линии - перпендикулярно к размерным.

При нанесении **размера угла** размерную линию проводят **в виде дуги** с центром в его вершине, а выносные линии – радиально.



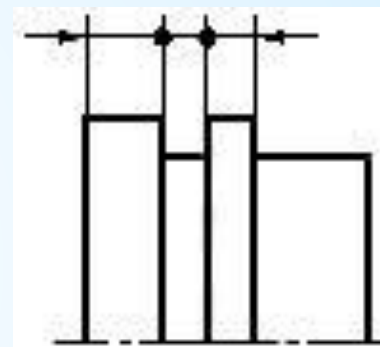
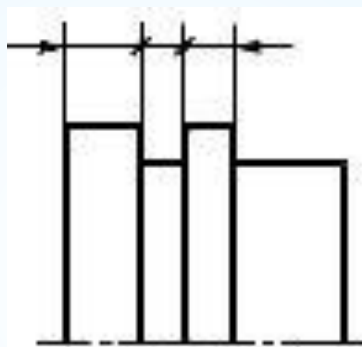
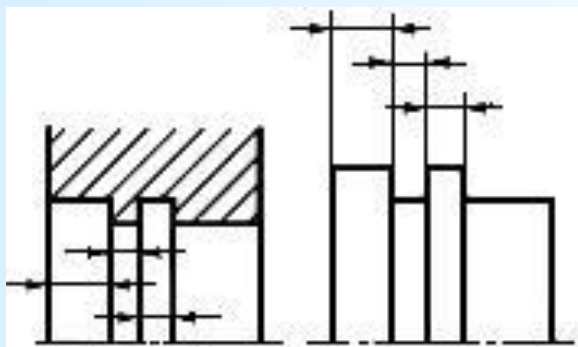
Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят **с обрывом**, и обрыв размерной линии делают **дальше оси или линии обрыва предмета**.

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают.

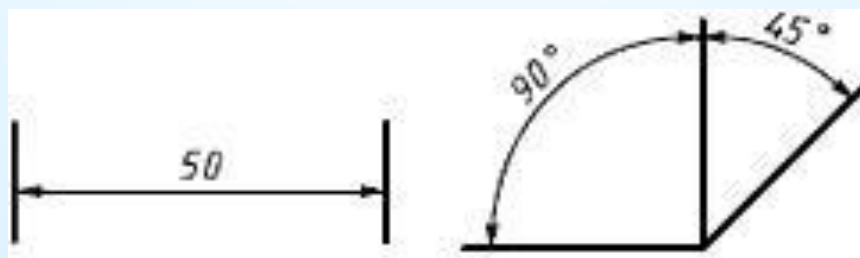


Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за **выносные линии**.

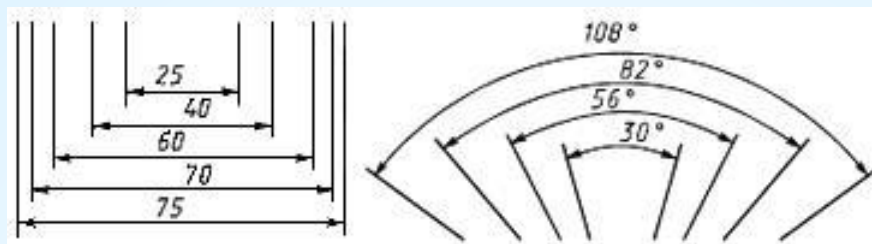
При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается **заменять засечками**, наносимыми **под углом 45°** к размерным линиям, или **четко наносимыми точками**.



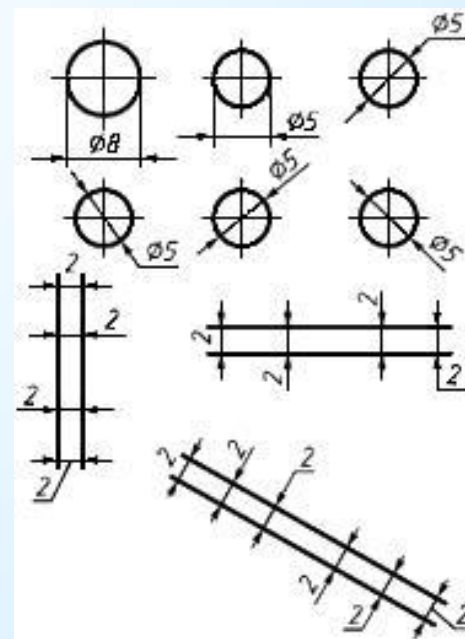
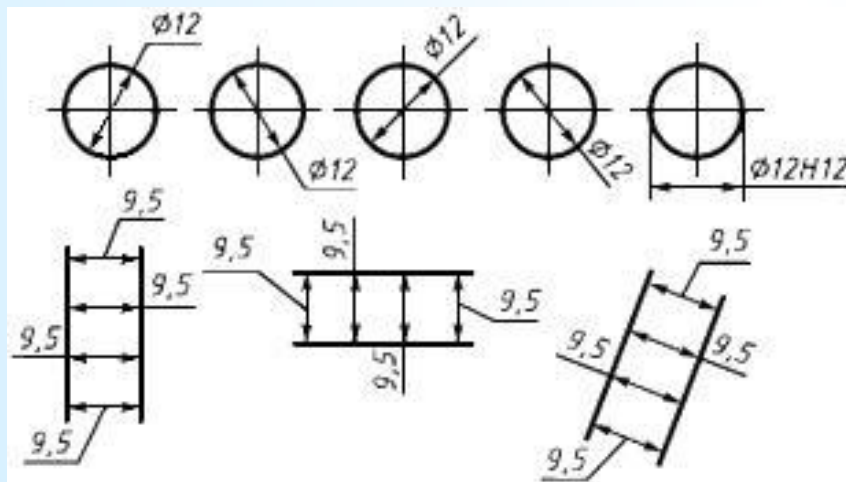
Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее **середине**.



При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать **в шахматном порядке**.



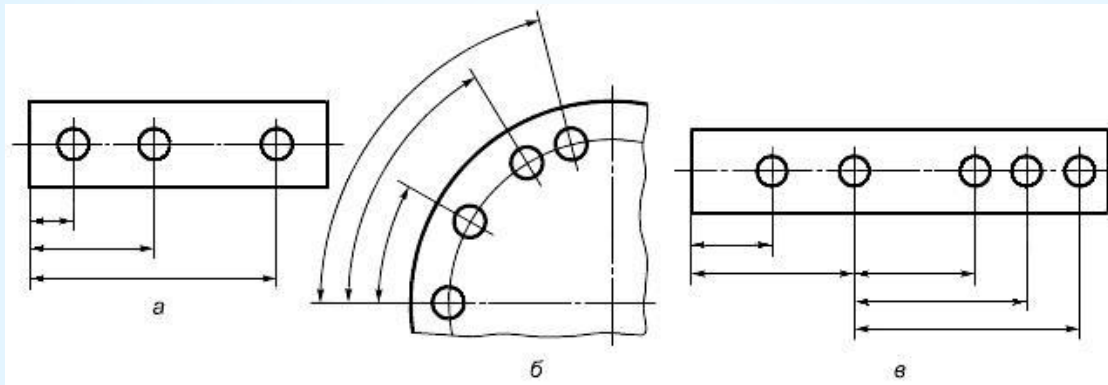
Если для написания размерного числа **недостаточно места** над размерной линией, а так же если **недостаточно места** для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на рисунках.



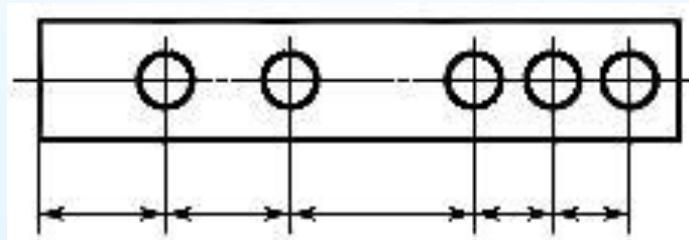
Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяют наибольшим удобством чтения.

При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т.п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие их взаимное расположение, наносят следующими способами:

- от основной базы (поверхности, оси) (рисунки а, б);
- установлением размеров нескольких групп элементов от нескольких основных баз (рисунок в);

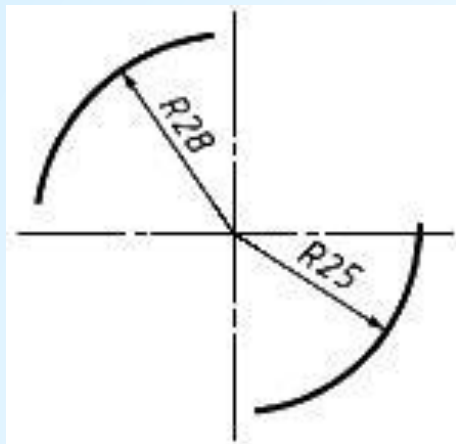


- установлением размеров между смежными элементами (цепочкой).



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

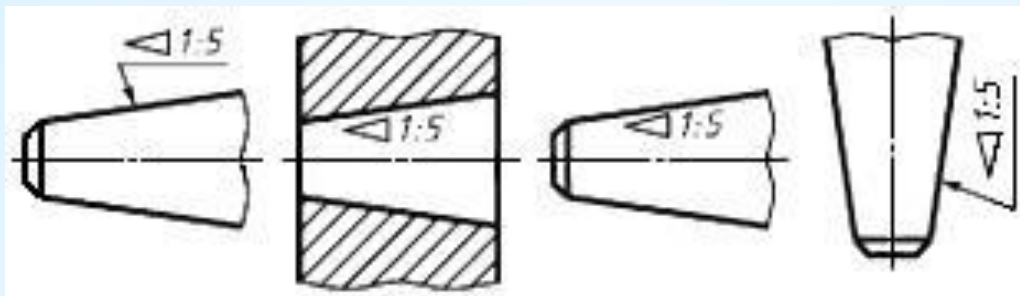
При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов **не располагают** на одной прямой.



Размеры одинаковых радиусов допускается указывать на общей полке.

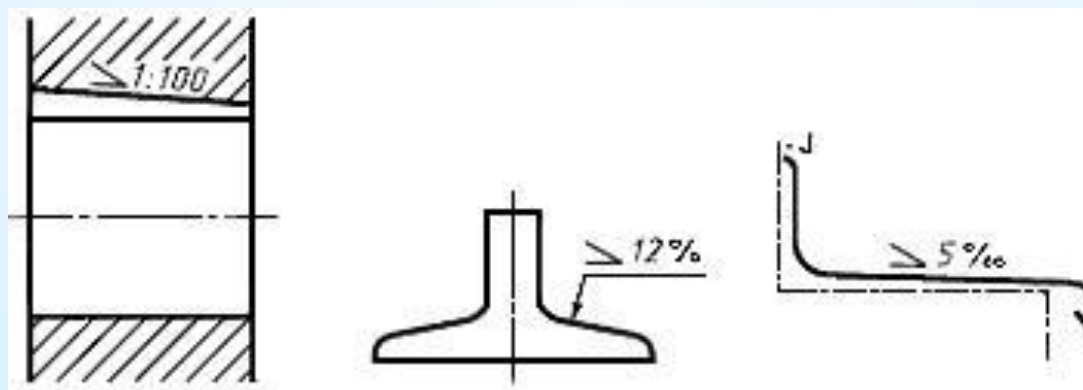
Если радиусы скруглений, сгибов и т.д. во всем графическом документе **одинаковы** или какой-либо радиус **является преобладающим**, то вместо нанесения размеров этих радиусов непосредственно на изображении **рекомендуется** в технических требованиях делать записи: "Радиусы скруглений 4 мм"; "Внутренние радиусы сгибов 10 мм"; "Неуказанные радиусы 8 мм" и т.д.

Перед размерным числом, характеризующим **конусность**, наносят знак " $\triangleleft$ ", острый угол которого должен быть направлен **в сторону вершины конуса**.

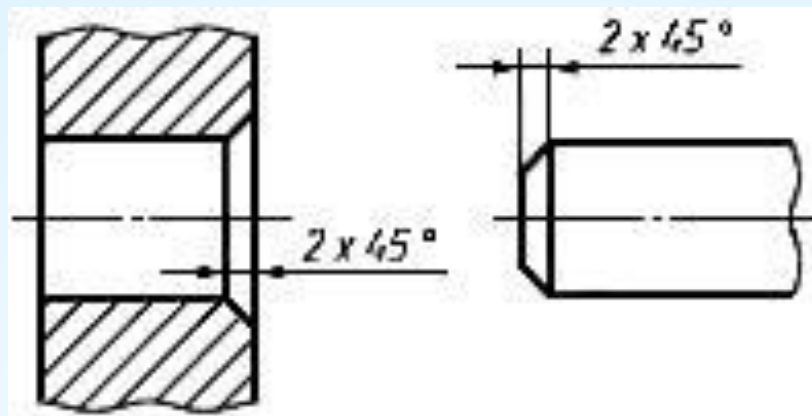


Уклон поверхности следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения, в процентах или в промилле.

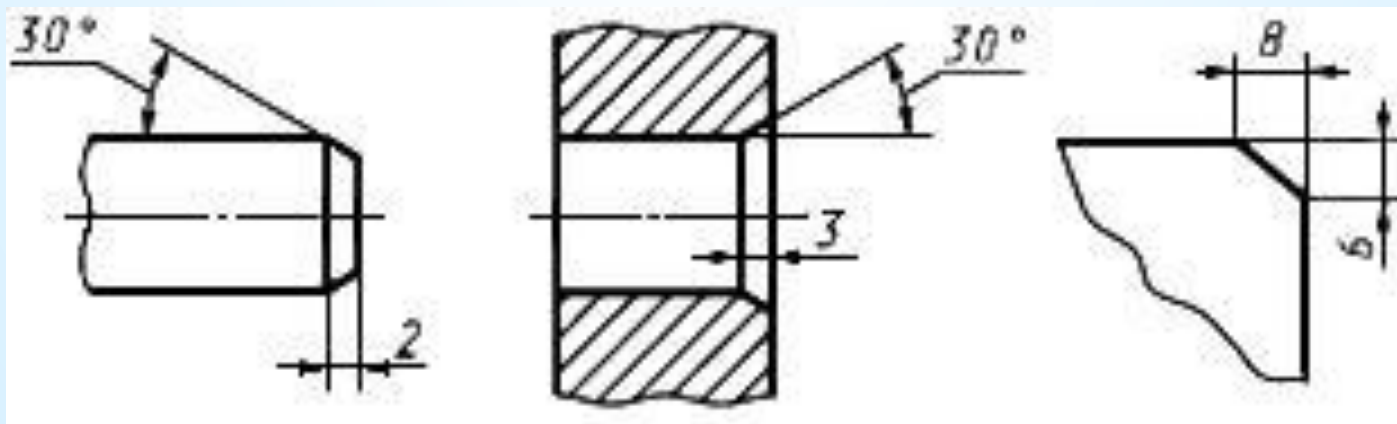
Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак " $>$ ", острый угол которого должен быть направлен **в сторону уклона**.



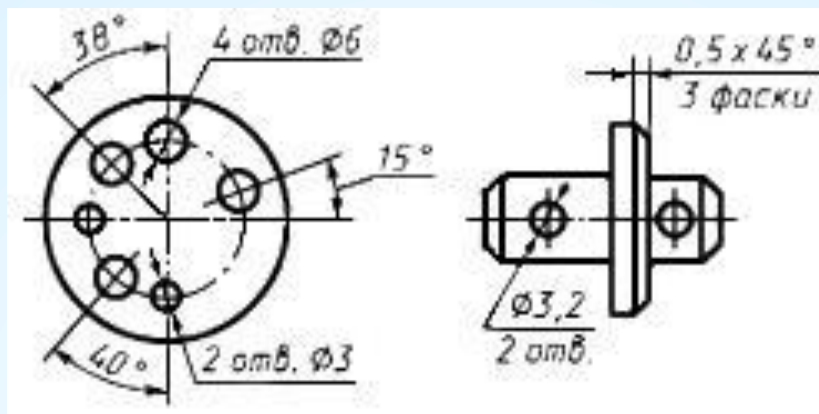
Размеры фасок *под углом 45°* наносят, как показано на рисунке.



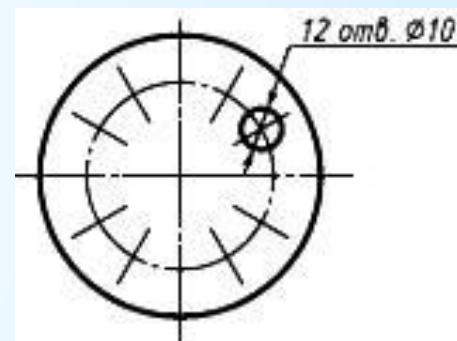
Размеры фасок *под другими углами* указывают по общим правилам - линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами.



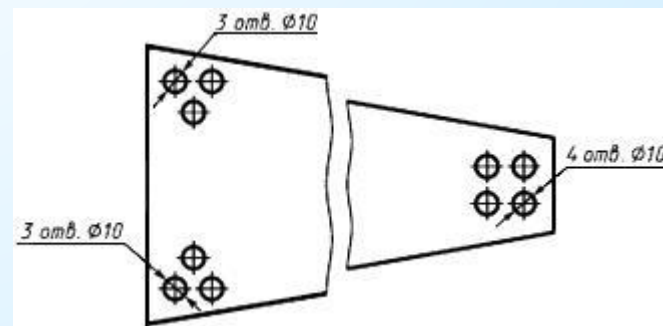
Размеры *нескольких одинаковых элементов изделия*, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов.



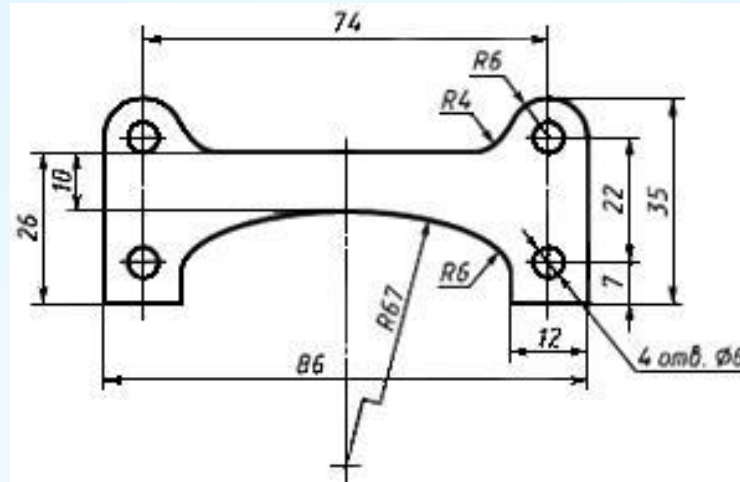
При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, *указывают только их количество*.



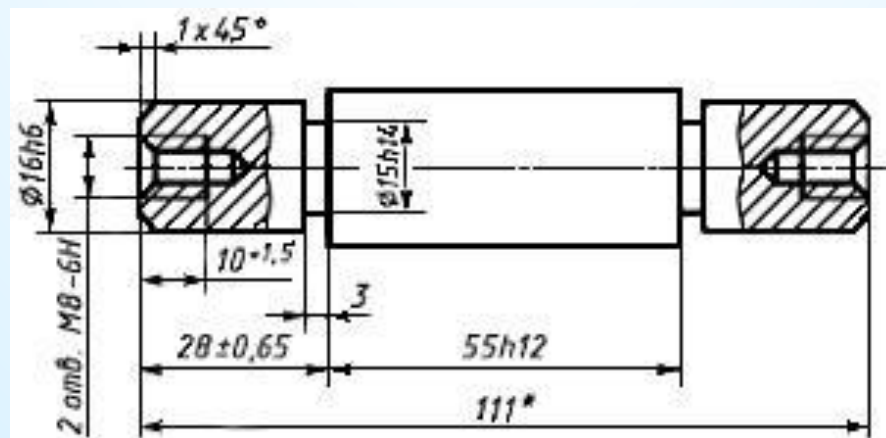
Допускается повторять размеры одинаковых элементов изделия или их групп (в том числе отверстий), лежащих на одной поверхности, только в том случае, когда *они значительно удалены друг от друга* и не увязаны между собой размерами.



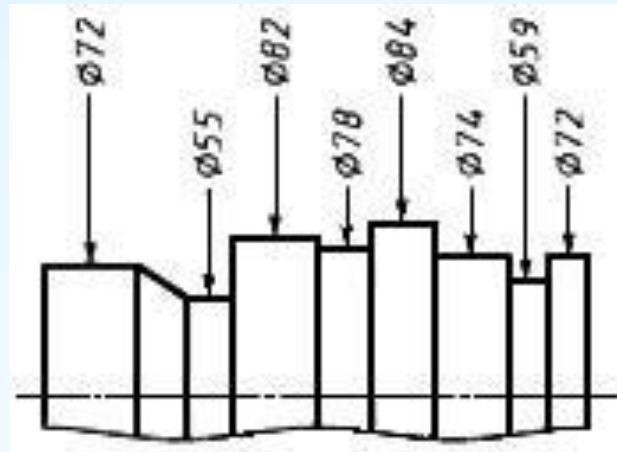
Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры.



Количество одинаковых *отверстий* всегда указывают полностью, а их размеры - только один раз.



Размеры диаметров цилиндрического изделия *сложной конфигурации* допускается наносить, как показано на рисунке.



При изображении детали в одной проекции размер ее *толщины* или *длины* наносят, как показано на рисунке.

