

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»**  
(ФГАОУ ВО «КФУ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО»)

**Бахчисарайский колледж строительства,  
архитектуры и дизайна(филиал)  
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ОП. 01 «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**

**для студентов заочного отделения**

**специальность: 08.02.08 «Монтаж и эксплуатация оборудования и систем  
газоснабжения»**

**Бахчисарай, 2015 г.**

Конспект учебной дисциплины разработана на основе рабочей программы по специальности 08.02.08 «Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения»

**Организация-разработчик:** «Бахчисарайский колледж строительства, архитектуры и дизайна» (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

**Разработчик:**

Иванникова Марина Викторовна, преподаватель Бахчисарайского колледжа строительства, архитектуры и дизайна (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Рекомендована цикловой комиссией специальных дисциплин № 4

Дисциплин профессионального цикла по специальности 08.02.08 «Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения»

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_ / В.А. Ращенко/

СОГЛАСОВАНО

Методист \_\_\_\_\_ /Л.Д. Николаенко/

# **Занятие 1. Введение. Цели и задачи дисциплины. Инструменты и принадлежности. ГОСТ 2.301-68\*.ЕСКД. Форматы. Основные надписи. Масштабы.**

В данном пособии систематизированы указания, нормативы и справочные данные, необходимые для выполнения машиностроительных и строительных чертежей. Изучение инженерной графики имеет большое значение для общего и профессионального образования. Графика учит составлять машиностроительные и строительные чертежи изделий, зданий и сооружений, одновременно развивая навык в чтении готовых чертежей, правильном и рациональном использовании чертежных принадлежностей и инструментов, а также работы от руки (эскизы и технические рисунки). Она воспитывает способность и стремление к творчеству, конструированию и рационализации, развивает графическую грамотность, внимание и наблюдательность, аккуратность и точность, самостоятельность и плановость - важнейшие элементы культуры труда, развивающие эстетический вкус.

## **1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГРАФИКИ**

Графическому образованию в России уделялось и уделяется большое внимание.

Еще при Петре I в созданных им технических и военных школах курс *“Черчение и рисование”* являлся одним из основных предметов. Архитектор Д. В. Ухтомский в 1749 г. организовал в России архитектурную школу, где учащиеся обучались составлять проекты построек, чертить архитектурные сооружения и др.

В Санкт-Петербурге в 1789 г. издается учебное пособие для учащихся четвертых классов народных училищ *“Краткое руководство к гражданской архитектуре и зодчеству”*.

В 1795г. во Франции была опубликована *“Начертательная геометрия”* Госпара Монжа, в основе которой лежало прямоугольное проецирование на две взаимно - перпендикулярные плоскости. Госпар Монж (1746 –1818) вошел в историю как крупный французский геометр конца XVIII и начала XIXвв., инженер, общественный и государственный деятель в период революции 1789 – 1794 гг. и правления Наполеона I, один из основателей знаменитой Политехнической школы в Париже, участник работы по введению метрической системы мер и весов. Монж не сразу получил возможность опубликовать свой труд с изложением разработанного им метода. Учитывая большое практическое значение и не желая, чтобы метод Монжа стал известен вне границ Франции, ее правительство запретило печатание книги. Лишь в конце 18 столетия это запрещение было снято. Госпар Монж после реставрации Бурбонов подвергся гонению, вынужден был скрываться и кончил жизнь свою в нищете. Изложенный Монжем метод – *метод параллельного проецирования (причем берутся прямоугольные проекции на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций)* – обеспечивает выразительность, точность и удобоизмеримость изображений предметов на плоскости, был и остается основным методом составления технических чертежей.

Слово *прямоугольный* часто заменяют словом *ортогональный*, образованный от древнегреческого языка, обозначающий *“прямой”* и *“угол”*.

Начертательная геометрия стала предметом преподавания в нашей стране с 1810г., когда наряду в только что основанном Институте корпуса инженеров путей

сообщения начались занятия наряду с другими дисциплинами учебного плана и по начертательной геометрии.

В 1965 -1968 г.г. была разработана “*Единая система конструкторской документации*” (ЕСКД), срок введения которой на территории бывшего СССР был установлен с января 1971г.

В 1976г. утверждена “*Единая система конструкторской документации СЭВ*” (ЕСКД СЭВ), обязательная для стран, входящих в *Совет Экономической Взаимопомощи*. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам ЕСКД СЭВ введена в действие в качестве Государственного стандарта СССР.

ЕСКД содержит свыше 130 стандартов, обеспечивает единство оформления, выполнения и обозначения чертежей на все виды изделий всех отраслей промышленности.

Практика работы многочисленных строительных проектных организаций потребовала создания специальных стандартов на строительную проектную документацию. Поэтому созданы государственные стандарты Системы проектной документации для строительства (СПДС), которые дополняют ЕСКД.

Последние десятилетия в стране, как и во многих странах мира, широко внедряются автоматическое проектирование и машинное выполнение чертежей. Разработкой геометрического обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР) и машинной графики занимались профессора В. Е. Михайленко, С. А. Фролов, В. А. Осипов и многие другие.

## **2. ЧЕРТЕЖИ И ИХ МЕСТО СРЕДИ ДРУГИХ НАГЛЯДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

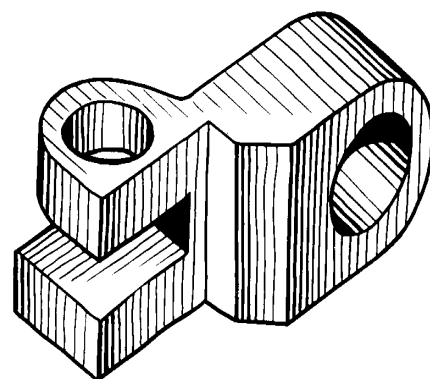
Ранее вы уже познакомились со многими графическими изображениями: на уроках изобразительного искусства выполняли рисунки с натуры, на уроках математики и физики встречались с графиками и схемами, планами и географическими картами пользовались на уроках природоведения и географии. Все эти диаграммы, схемы, графики, рисунки и т. д. - примеры *графических изображений*.

Графическими изображениями называют такие изображения, которые состоят из линий, штрихов, точек, надписей и выполняются карандашом, чернилами, тушью, мелом и т. д. на плоскости.

Наглядное изображение - это изображение, на котором предмет показывают видимым с трех сторон.

Если на таком изображении поставить размеры, то по нему можно изготовить несложный предмет. К наглядным изображениям относят рисунки.

В основу технического рисунка положено применение аксонометрических проекций, т.е. рисовать необходимо от руки на глаз, но по правилам аксонометрических проекций (рис. 1).



**Рис. 1**

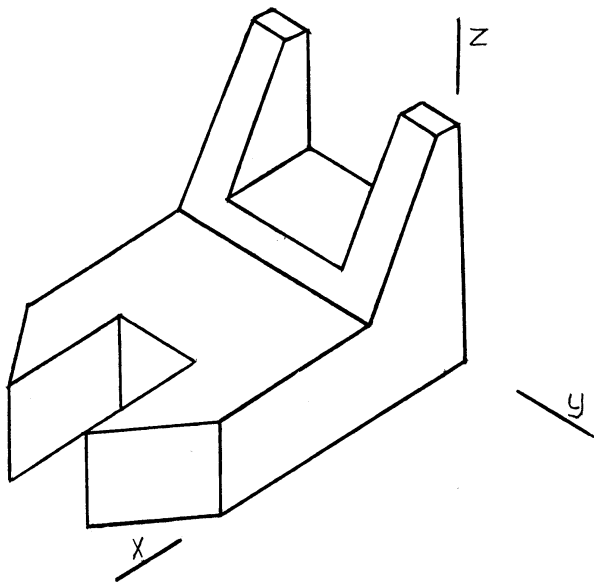


Рис. 2

Аксонметрической проекцией фигуры называется условное изображение, когда предмет вместе с одной из его ортогональных проекций и осями координат, к которым она отнесена, проецируется на какую – либо плоскость параллельными лучами (рис. 2).

Чертеж - это графическое изображение предмета, основной конструкторский документ, по которому изготавлиется то или иное изделие (рис. 3).

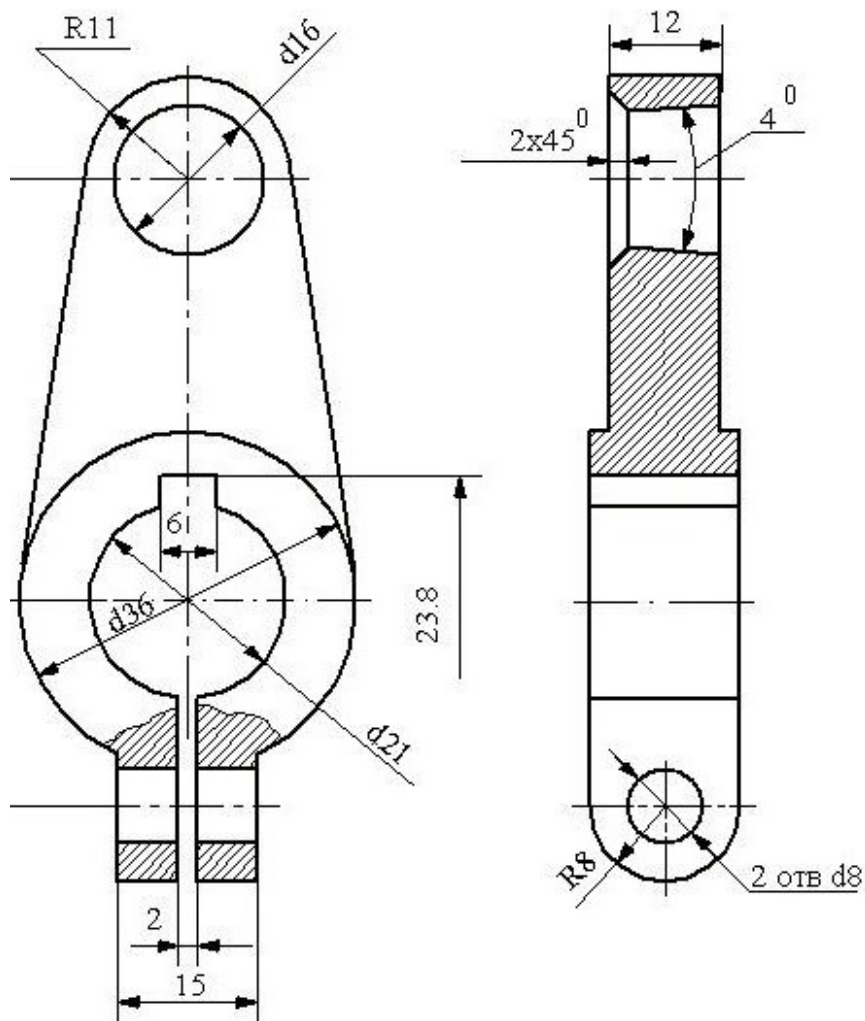


Рис. 3

Другими словами, чертеж является языком всех технически грамотных людей, и как всякий язык, он имеет свою азбуку и грамматику, изучив которые, можно изготовлять и читать всевозможные чертежи.

Изделием называют предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Если изделие изготавливают из однородного материала без применения сборочных операций, то его называют деталью, а чертеж называется чертежом детали (рис. 3).

Для сборки предмета из готовых деталей применяют сборочные чертежи, где все детали изображают в собранном виде (рис. 4).

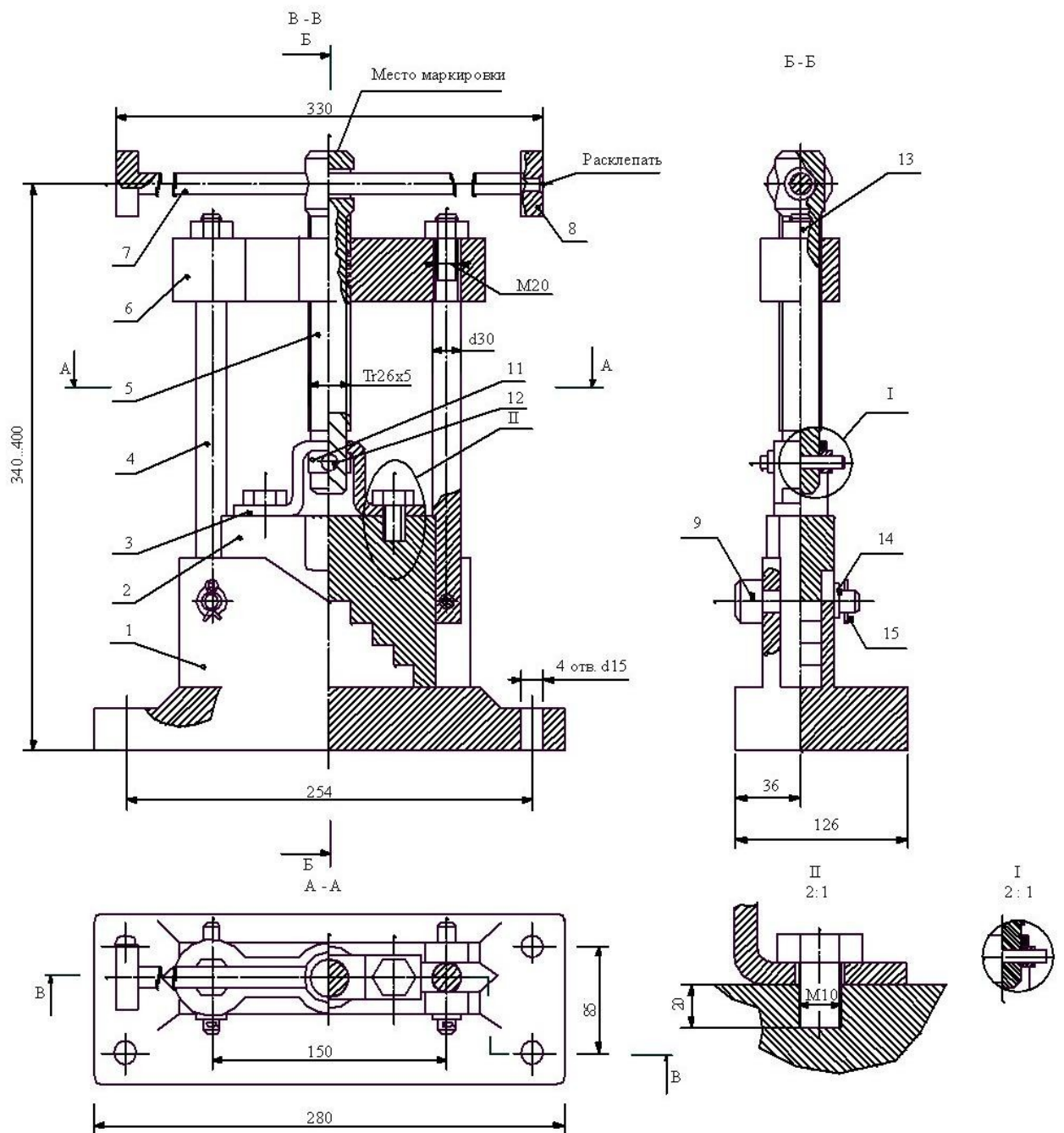


Рис. 4

На практике часто применяют **ЭСКИЗЫ**.

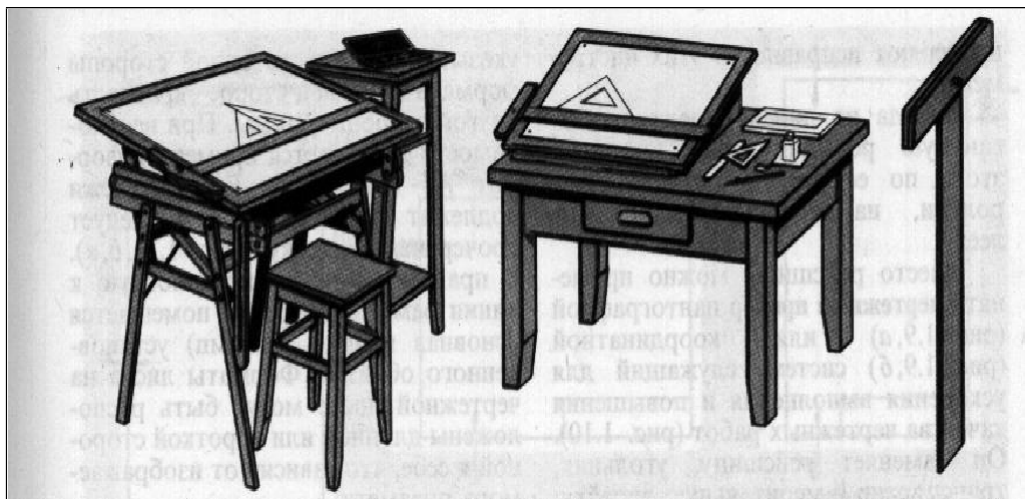
Графические изображения, выполненные по тем же правилам, что и чертежи, но от руки, на глаз, с соблюдением пропорций (размеров), называется **эскизом**.

Все это, рассмотренное выше, мы будем проходить более подробно в дальнейшем.

### **3. ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ**

#### **3.1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА**

Перед началом работы необходимо подготовить свое рабочее место. Во время работы **необходимо сидеть прямо, не горбясь**. Расстояние от глаз до чертежа приблизительно **300 мм**. **Свет должен падать слева сверху**. В этом случае не будет создаваться тень от инструментов и рук во время работы. Во время работы на чертежном столе должны быть только необходимые инструменты, нужные для работы в данное время. Поток излучения должен быть не менее **60 Вт**, чтобы вся - плоскость чертежа освещалась равномерно и свет не падал в глаза работающему (рис. 5). **Инструменты должны находится справа, а книга или учебный материал слева**.



**Рис. 5**

#### **3.2. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЧЕРЧЕНИЯ**

1. **Чертежная доска**, делается из хорошо высушенного мягкого дерева, с гладкой, ошкуренной поверхностью. Доска располагается на столе с уклоном **15 - 30°**.

2. **Рейсшина** - чертежная линейка Т-образной формы, служащая преимущественно для проведения горизонтальных параллельных линий.

3. Вместо рейсшины можно применять **чертежный прибор**: **а) пантографной** или **б) координатной систем**, служащий для ускорения выполнения и повышения качества чертежных работ. Он заменяет рейсшину, угольник, транспортир и мерительную линейку (рис. 6).

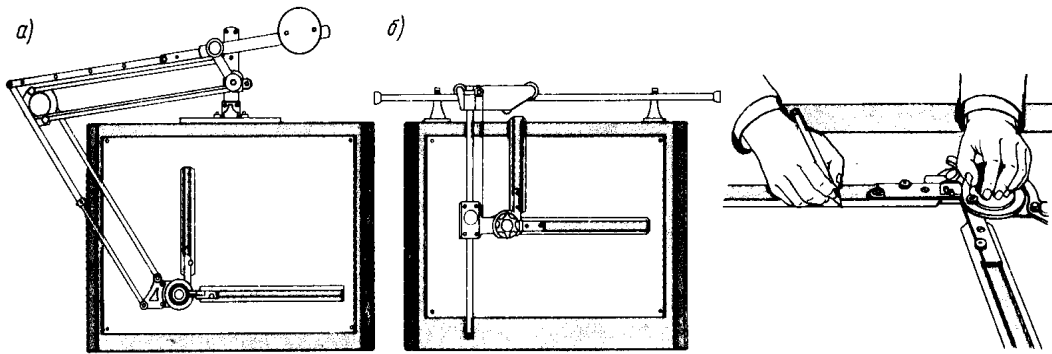


Рис. 6

4. Чертежные угольники и линейки, сделанные из упругого гладкого материала (дерева, пластмассы, металла и т. п.). Предварительно проверяют исправность этих инструментов (рис. 7,8).

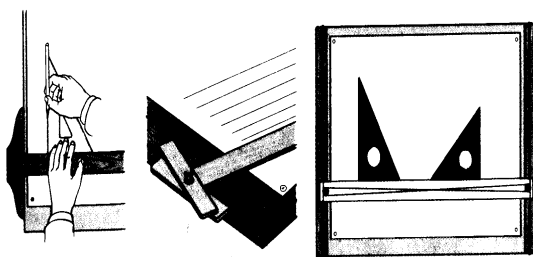


Рис. 7

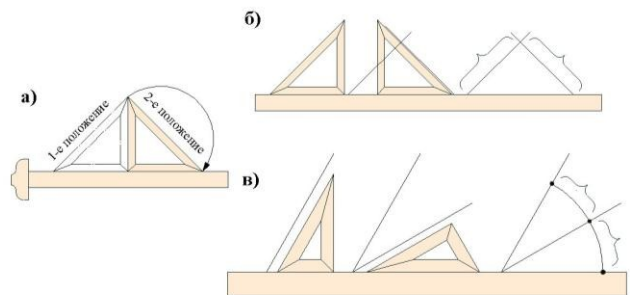


Рис. 8

В линейках проверяют прямолинейность кромок следующим образом: на лист бумаги кладут линейку и по ее верхней кромке проводят карандашом линию; затем линейку переворачивают, прикладывают нижней кромкой к ранее проведенной линии и вновь прочерчивают по этой кромке линию. Если линии совпадают, значит кромки прямолинейны.

Так же проверяют прямолинейность сторон угольников. В угольниках проверяют правильность углов. Для проверки прямого угла угольник одной стороной прикладывают к линейке или рейсшине, а вдоль второй стороны проводят линию (рис. 8а), затем устанавливают угольник во второе положение и вновь проводят линию; если обе линии совпадут, то прямой угол считают правильным.

Для проверки угла  $45^{\circ}$  прикладывают угольник катетом к линейке (рис. 8б) и проводят линию вдоль гипотенузы, затем, повернув угольник на  $90^{\circ}$ , проводят линию вдоль гипотенузы с другой стороны. Равенство наклонных сторон получившегося треугольника укажет на правильность угла  $45^{\circ}$ .

Для проверки углов  $60^{\circ}$  и  $30^{\circ}$  из одной точки проводят две линии под этими углами и из этой же точки проводят дугу произвольного радиуса. Если дуги, ограниченные проведенными ранее линиями, равны, то углы в угольниках выполнены правильно (рис. 8в).

Измеритель проверяют сведением в одну точку иголок. Если они не сходятся в одной точке, то их необходимо отрегулировать.

Рейсфедер проверяют сжатием его створок. Если они не совпадают в одной точке, то их надо заточить на оселке.



5. Чертежная бумага должна быть белой, плотной, гладкой и хорошо проклеенной. При черчении карандашом она должна выдерживать стирание резинкой и не лохматиться при этом. Лучшую чертежную бумагу производит Санкт-Петербургская фабрика ГОЗНАК.

6. Карандаши имеют различную твердость грифеля:  
твердые - Т, 2Т, 3Т (Н, 2Н, 3Н);  
мягкие - М, 2М, 3М (В, 2В, 3В);  
средней твердости – ТМ (НВ).

Карандаш для черчения должен быть или остро отточенным или заточенным лопаточкой (рис. 9)

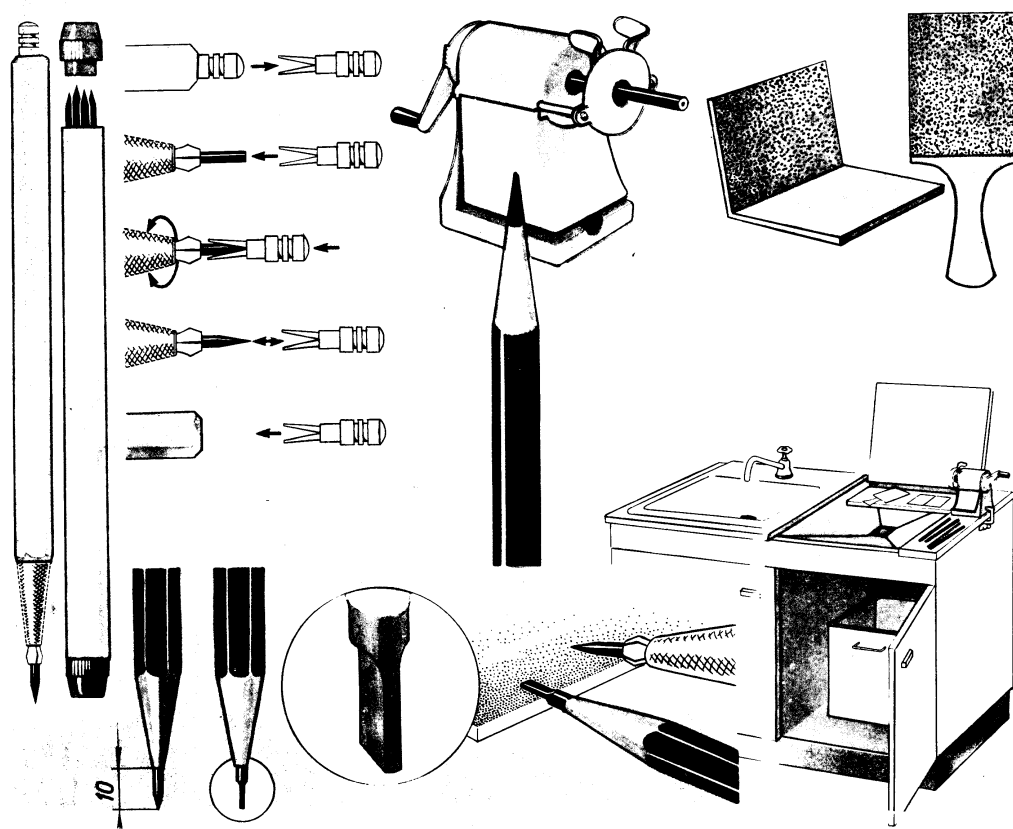


Рис. 9

7. Готовальня состоит из набора инструментов. Хорошая, достаточно полная готовальня должна содержать: **циркуль - измеритель**, **круговой циркуль** со вставками- иглой, карандашом и чертежным пером и с надставкой для удлинения ножек для проведения окружностей больших диаметров, **циркуль - измеритель**, **пружинный кронциркуль** с микрометрическим винтом для проведения малых окружностей, **отвертку**, комплект запасных иголок и карандашных стержней в футляре (рис. 10).

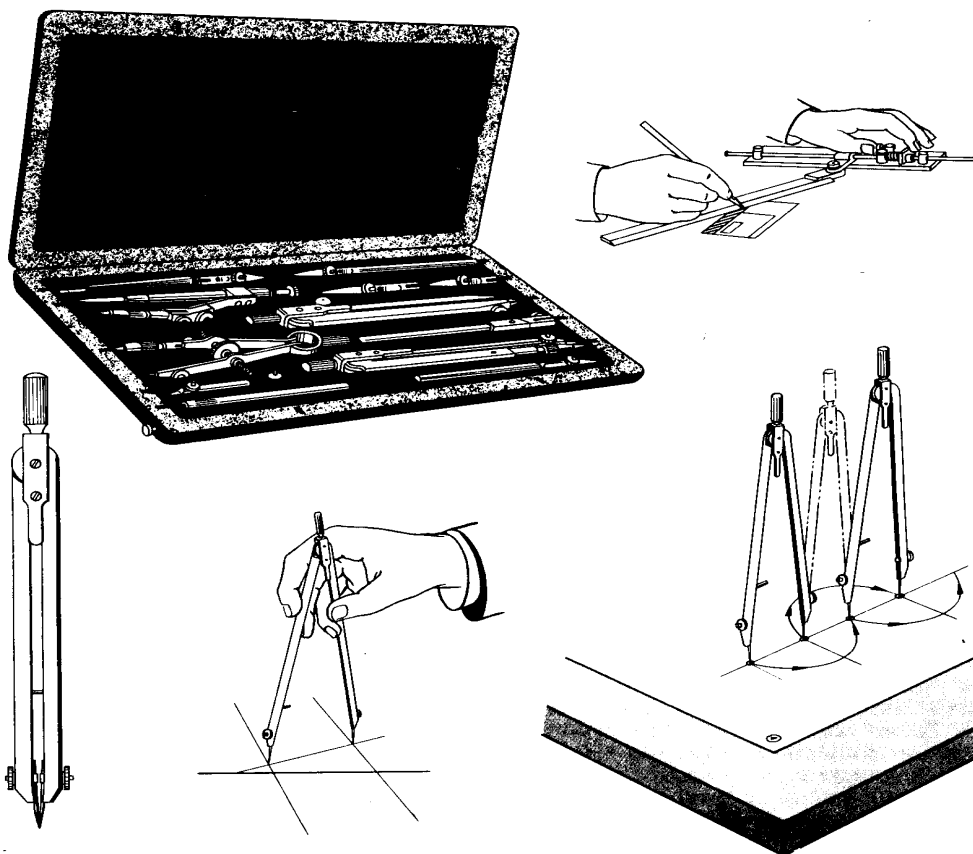


Рис. 10

Деревянные карандаши затачивают острым ножом. Грифель после зачистки должен выступать приблизительно на 8 мм. Вся длина очищенной части вместе с грифелем около 20 мм. После очистки грифель доводят на наждачной бумаге № 0 или 00. Твердые карандаши затачиваются *остро*, а твердоягкие - “*лопаточкой*”; мягкие карандаши для черчения не применяют.

Во время работы, проводя линию, карандаш нужно держать перпендикулярно к поверхности бумаги большим, указательным и средним пальцами.

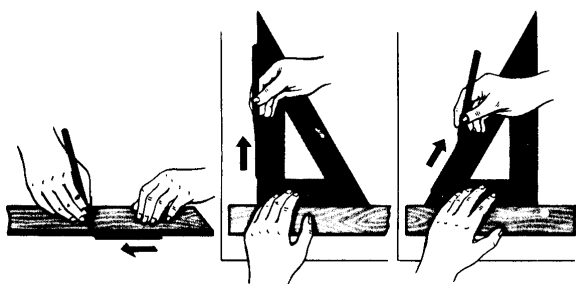


Рис. 11

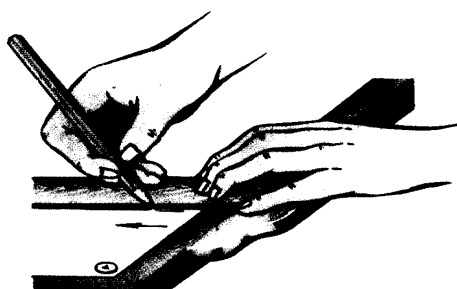


Рис. 12

*Прямые линии сначала проводят вдоль кромки линейки или угольника без нажима твердым карандашом (Т), затем обводят карандашом средней твердости (ТМ). Карандаш отклоняется в сторону движения приблизительно под углом 75° (рис. 12).*

Горизонтальные линии проводят *слева направо* по световой стороне линейки или угольника. Перемещение линейки или угольника *осуществляется*

*сверху вниз. Вертикальные и наклонные линии* проводятся *снизу вверх* с перемещением линейки или угольника *слева направо* (рис. 11).

### УПРАЖНЕНИЕ.

Проведите в тетради 5 горизонтальных и 5 вертикальных линий твердым карандашом, обведите эти линии карандашом средней твердости.

Основную линию можно немного не довести до конца и закончить этот отрезок справа налево. Таким образом достигается четкость начала и конца линий. Не давайте карандашам падать. Соблюдайте чистоту и аккуратность в работе.

При работе **циркулем** его необходимо держать отвесно и не прокалывать бумагу насквозь, так как при этом теряется точность и портится бумага. Во избежание этого в головке имеется **специальная кнопка с углублением** (рис. 13). При вычерчивании окружностей циркуль держат за головку и вращают с наклоном приблизительно  $75^\circ$  в сторону проведения окружности (рис. 13а).

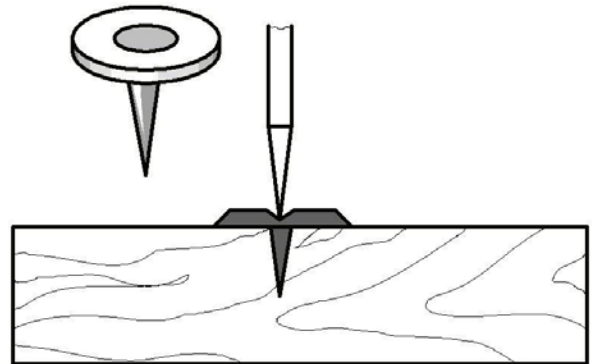
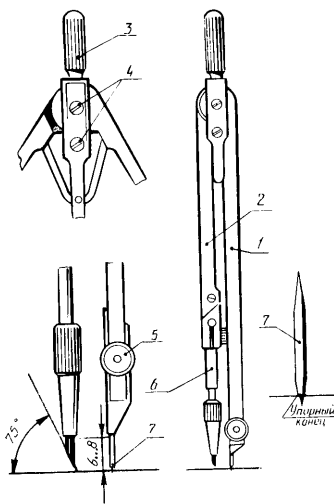
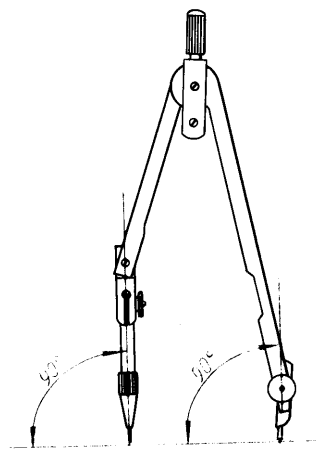


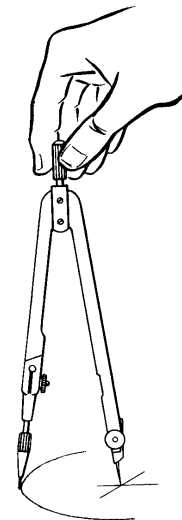
Рис. 13



Циркуль чертежный



Проведение циркулем дуг и окружностей



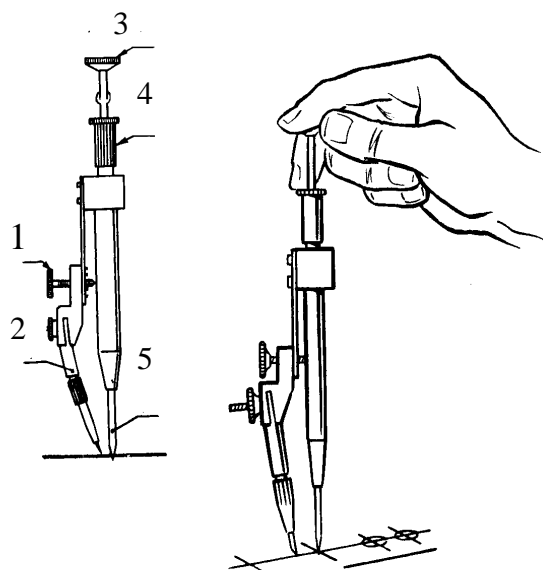
Работа циркулем

- 1 – ножка длинная;
- 2 – ножка короткая;
- 3 – головка;
- 4 – винты регулировочные;
- 5 – винты;
- 6 – ножка карандашная;
- 7 – игла.

Рис. 13а

**Пружинный кронциркуль** употребляется для точных и мелких работ. Он снабжен пружинкой и микрометрическим винтом, при помощи которого

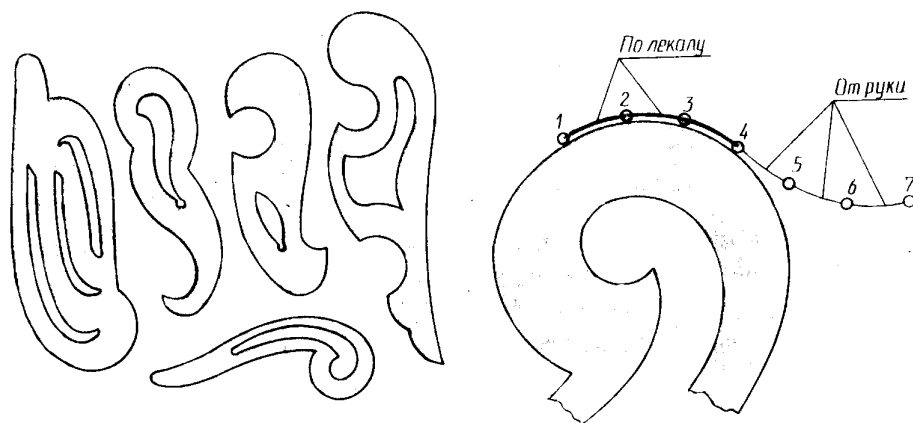
вычерчиваются окружности малого диаметра. Установив вертикально ножку кронциркуля в центр окружности и придерживая указательным пальцем головку стержня, легко без нажима вращают ножку с карандашом при помощи большого и среднего пальцев (**рис. 14**).



1 – ножка карандаша; 2 – винт регулировочный; 3 – головка иглы; 4 – головка рифленая; 5 – игла

**Рис. 14** Кронциркуль падающий

Для обводки кривых линий, построенных по точкам, применяют фигурные линейки - лекала. Они делаются из дерева и других материалов. Для работы надо иметь несколько лекал различной формы. Работая лекалом, на нем выбирают на глаз подходящий участок, совпадающий с несколькими подряд лежащими точками кривой. Необходимо, чтобы совпало *не менее трех точек*, а соединять *по лекалу только две*. Можно соединять сразу все совпавшие точки, кроме последней. Затем подбирают следующий участок кривой и т. д. Таким образом, вся кривая обводится по частям. Следует избегать проведение кривых по внутренним частям лекал (**рис. 15**).



**Рис. 15**

При черчении нужно иметь под рукой **резинку** для стирания линий - **мягкую** для стирания линий, проведенных карандашом.

К чертежной доске бумагу прикрепляют **кнопками**, которые вынимаются **специальными вилочками**.

#### 4. ФОРМАТЫ

ГОСТ 2.301 - 68 ( СТ СЭВ 1181 – 78 ) переиздание ( ноябрь 1987г. ).

1. Настоящий стандарт устанавливает форматы листов чертежей и других документов, предусмотренных стандартами на конструкторскую документацию всех отраслей промышленности и строительства.

2. Форматы листов определяются размерами внешней рамки (*выполняются тонкой линией*) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий.

3. Формат с размерами сторон 1189 x 841 мм, площадь которого равна  $1\text{ м}^2$  и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основной.

4. Обозначение и размеры сторон форматов должны соответствовать указанным в **таблице 1**. При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148 x 210мм.

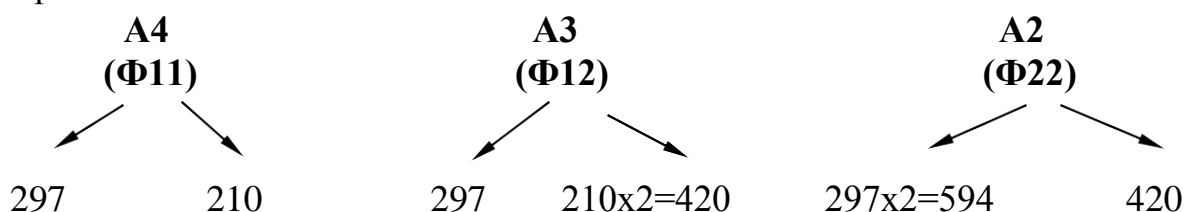
5. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Размеры производных форматов, как правило, следует выбирать по **таблице 2**. Обозначение производного формата составляется из обозначения основного и его кратности согласно **таблице 2** ( например, А0 x 2, А4 x 8 и т.д.).

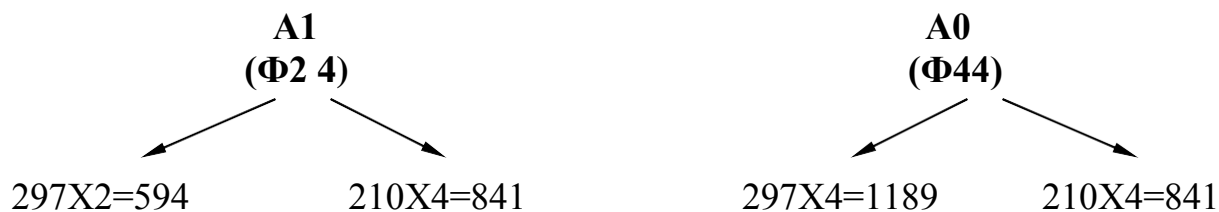
Таблица 1

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297
A5	148 x 210

Все чертежи, включая и эскизы, должны выполняться на бумаге стандартного размера, согласно ГОСТа ЕСКД.

Чертежи, выполняемые в учебной практике, должны иметь следующие размеры и обозначения:

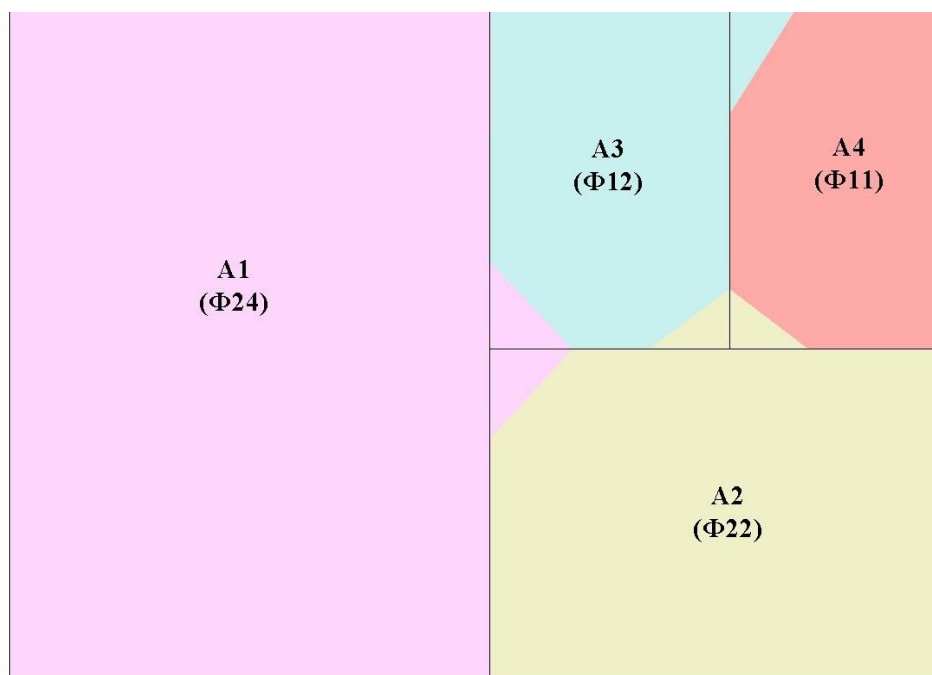




Формат А4 (Ф11) рекомендуется располагать вертикально.

**Таблица 2**

Кратность	Ф о р м а т (мм)				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189 x 1682	-	-	-	-
3	1189 x 2523	841 x 1783	594 x 1261	420 x 891	297 x 630
4	-	841 x 2378	594 x 1682	420 x 1189	297 x 841
5	-	-	594 x 2102	420 x 1486	297 x 1051
6	-	-	-	420 x 1783	297 x 1261
7	-	-	-	420 x 2080	297 x 1471
8	-	-	-	-	297 x 1682
9	-	-	-	-	297 x 1892



## 5. РАМКА ЧЕРТЕЖА

ГОСТ 2.301 –68 ( СТ СЭВ 1181 – 78)

Каждый чертеж имеет рамку, которая ограничивает поле чертежа. Линии рамки проводят сверху, справа и снизу на расстоянии **5 мм**, а слева на расстоянии **20 мм** для подшивки чертежа. *Линии рамки обводятся сплошной толстой линией видимого контура* (рис. 16).

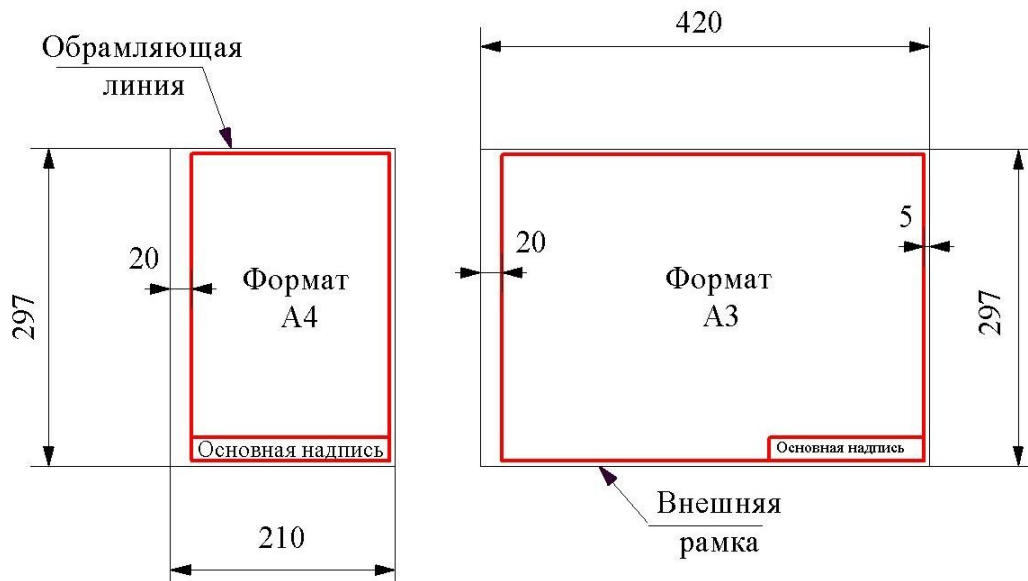


Рис. 16

## 6. ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ

ГОСТ 2.104 - 68 СТ СЭВ 6306 -88

1. Основные надписи, дополнительные графы к ним и рамки выполняются сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303 - 68.

2. Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторских документов вплотную к линии рамки.

На листах формата А4 по ГОСТ 2.301 - 68 основные надписи располагаются вдоль короткой стороны листа.

**Основная надпись** дает все основные данные о чертеже и исполнителе (рис. 17).

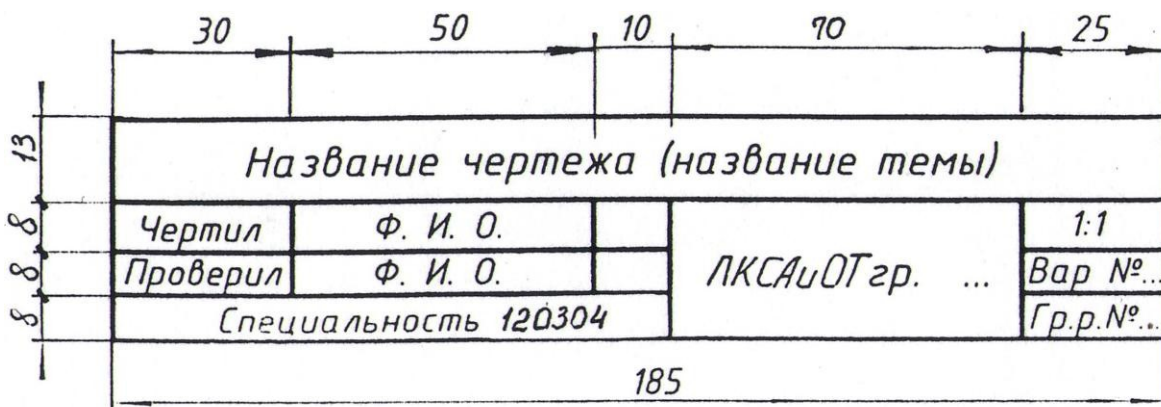


Рис. 17

**УПРАЖНЕНИЕ.** Вычертите рамку и основную надпись на листе формата А4.

## Занятие 2. Линии чертежа. Масштабы.



### 1. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

ГОСТ 2.303 - 68 ( СТ СЭВ 6306 - 88) переиздание в 1987г. Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.03.89 № 825.

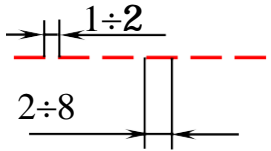
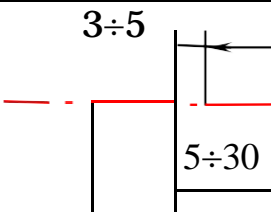
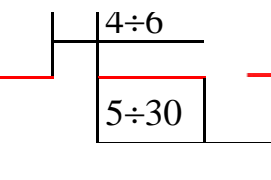
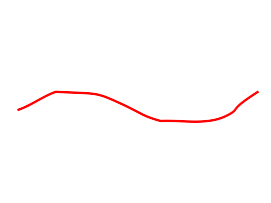

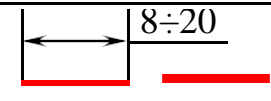
Настоящий стандарт устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Для того, чтобы чертеж был выразительным и хорошо читался, необходимо выполнять его линиями разной толщины. Толщину линии обводки выбирают в зависимости от масштаба и сложности изображения и от назначения чертежа. Толщина линий должна быть одинаковой для всех изображений на одном чертеже, вычерчиваемых в одном масштабе (**таблица 4**)

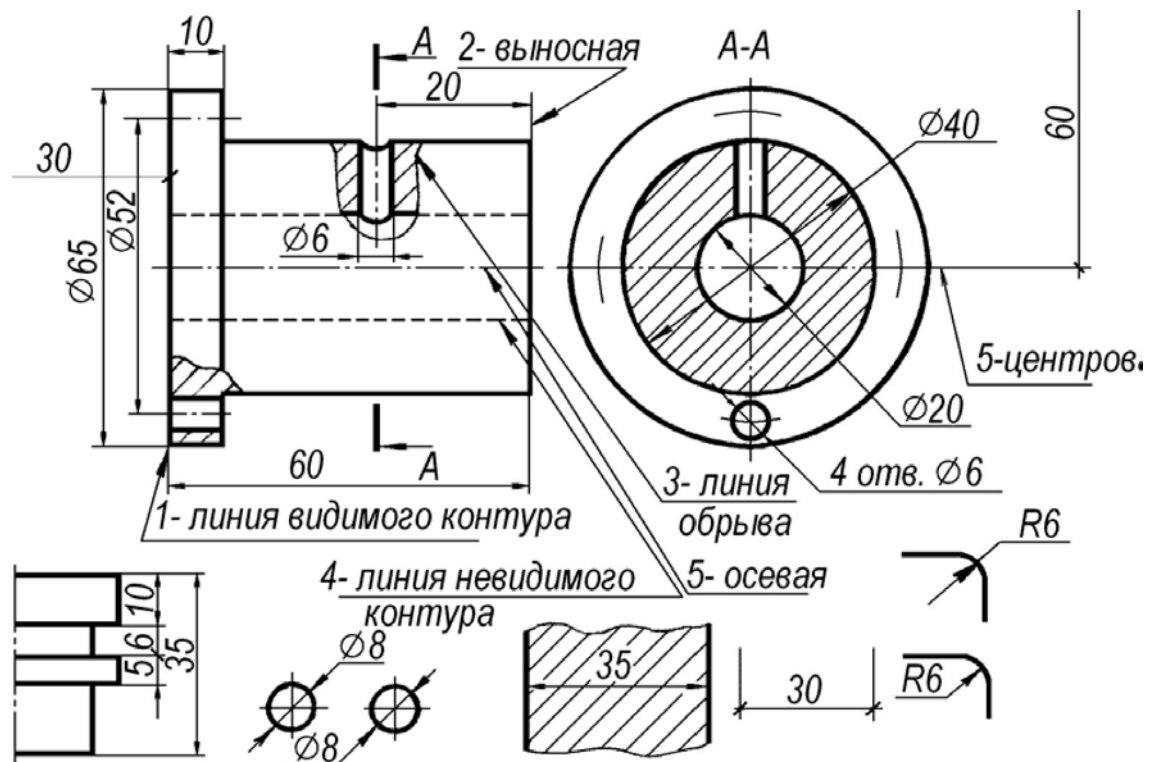
**Таблица 4**

№	Наименование линии	Обозначение	Карандаш	Толщина линии (S)	Применение линии
1	Основная толстая линия, линия видимого контура		М	От 0,5 до 1,4 мм	Рамка, угловая надпись, видимый контур чертежа
2	Сплошная тонкая линия		ТМ	от S/3 до S/2	Выносная, размерная линии, линии штриховки



3	Штриховая линия, линия невидимого контура		M	от S/3 до S/2	
4	Штрихпунктирная линия (центровая, осевая)		TM	от S/3 до S/2	В симметричных изделиях, в окружностях
5	Штрихпунктирная линия с двумя точками (линия сгиба)		TM	от S/3 до S/2	Развертки
6	Сплошная тонкая волнистая линия (линия обрыва)		TM	от S/3 до S/2	Для изображения обрыва и разграничения вида и разреза
7	Сплошная тонкая с изломами		TM	от S/3 до S/2	Для длинных обрывов
8	Разомкнутая линия		M	от S до 1,5S	Линии сечений и разрезов

*Пример оформления чертежа*



### **УПРАЖНЕНИЕ.**

1. Начертите в тетради несколько горизонтальных, вертикальных и наклонных линий различными типами в соответствии с требованиями стандарта. Выполните их обводку.
2. Начертите окружности диаметром 40 миллиметров сплошной основной, сплошной тонкой и штриховыми линиями. В окружностях начертите осевые линии.

## **2. МАСШТАБЫ**

**М а с ш т а б о м называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам.**

Это отношение должно соблюдаться с абсолютной точностью. Масштабы изображений на чертежах должны выбираться по **ГОСТ 2.302-68 (СТ СЭВ 1180-78)**

*Масштабы бывают:*

*а) масштаб уменьшения: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50  
1:100 и так далее...*

*б) натуральная величина 1:1*

*в) масштаб увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1 и т. д.*

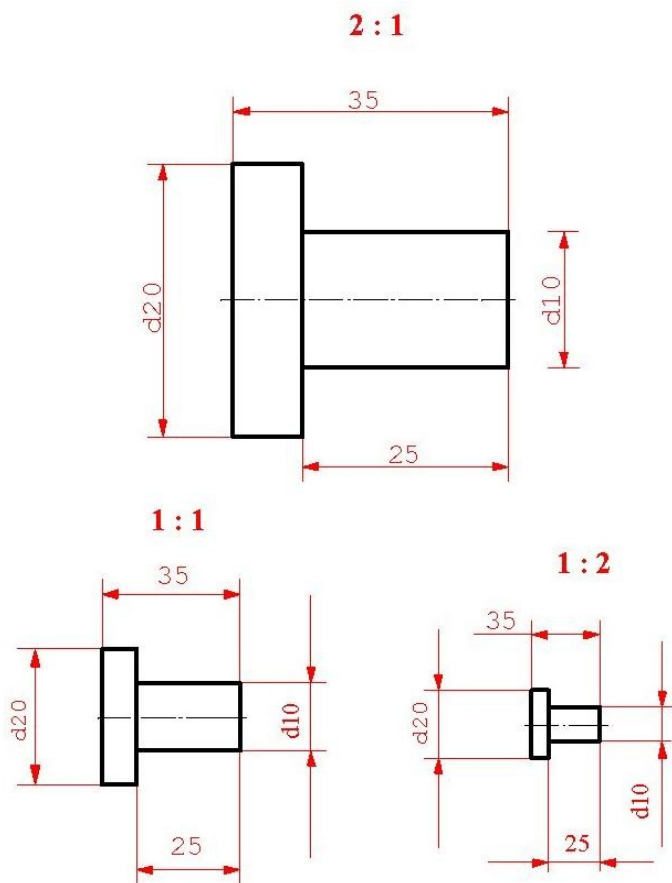
Все чертежи, кроме эскизов, должны выполняться в определенном масштабе. **По возможности надо стремиться вычерчивать изделия в масштабе 1:1.**

Масштабы изображения указывают в основной 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 **1:1, 1:2, 2:1** и т.д.

***Однако в каком бы масштабе ни выполнялся чертеж, размеры проставляются только действительные, т. е. такие, которые деталь должна иметь после ее изготовления (натуральные) (рис. 18).***

### **УПРАЖНЕНИЕ.**

1. Линию какой длины вы начертите при выполнении чертежа в масштабе 1:200, если реальный размер линии 6 метров?
2. Какой размер вы проставите на чертеже?



**Рис. 18**

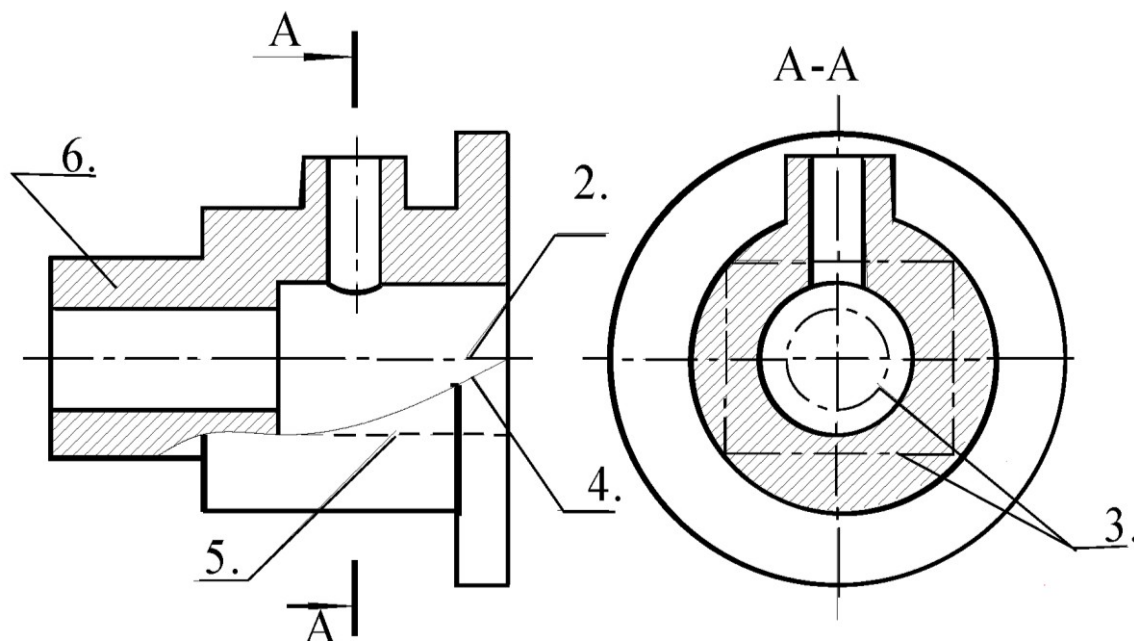
### ***Графическая работа № 1 «Линии чертежа» Формат А4***

Используя линии чертежа по ГОСТ 2.303-68, начертить на формате графическую композицию, применяя как прямые линии, так и окружности. Орнамент композиции выбирается на усмотрение студента.

## Тест №1 «Оформление чертежей»

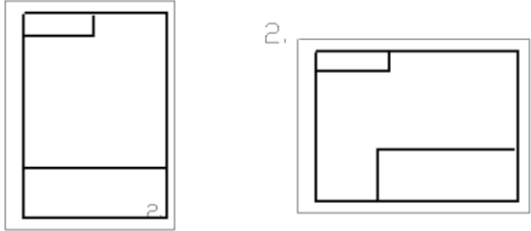
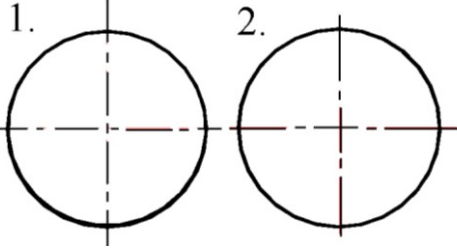

Тест состоит из 16 вопросов. На его выполнение отводится 8 минут. Чтобы ответить на вопросы, приведенные в таблице, нужно предварительно изучить ГОСТы 2.301-68, 2.302-68, 2.303-68, 2.304-68. Ответы на вопросы необходимо дать по приведенной форме:

№ вопроса					
№ ответа					



**Рис.1**

№	Вопросы	Ответы
1	Какое назначение имеет сплошная волнистая линия?	1.Линии сечений 2.Линия обрыва 3.Линия выносная
2	Как называется линия, обозначенная на рисунке 1 цифрой 2?	1.Штрихпунктирная тонкая 2.Штрихпунктирная утолщенная 3.Штриховая
3.	Какое назначение имеет тонкая сплошная линия?	1.Линия разграничения вида и разреза 2.Линии сечений 3.Линии штриховки
4.	Зависит ли величина наносимых размеров на чертеже от величины масштаба?	1.Да 2.Нет
5	Какие размеры имеет лист формата А4?	1. 594*841 2. 297*210 3.297*420

6	Какое расположение формата А4 правильное?	
7	На каком чертеже правильно проведены центровые линии?	
8	Какой длины следует наносить штрихи линии 5?	1. 2-8мм 2. 5-30мм
9	Какую длину имеют штрихи разомкнутой линии 1?	3. 8-20
10	Какое расстояние нужно брать между длинными штрихами в линии 2?	1. 3-5мм 2. 1-2мм 3. 4-8мм
11	Какое расстояние нужно брать между штрихами в линии 5?	
12	Какой из указанных масштабов является масштабом уменьшения?	1.М 1:2 2.М 2:1 3.М1:1
13	На каком формате основная надпись размещается только вдоль короткой стороны?	1. А1 2. А3 3. А4
14	На каком из чертежей правильно проведена осевая линия?	
15	Формат с размерами сторон листа 420*297 мм обозначают...	1. А3 2. А1 3. А2 4. А4
16	ЕСКД устанавливает следующий ряд размеров шрифта...	1. 2,5-3,5-6-10... 2. 2,5-3,5-5-7... 3. 5-7-14-18... 4. 2,5-3-5-7...

## **Занятие 3. Шрифты чертежные, виды и правила их применения.**

### **Наклонный чертежный шрифт**

**ГОСТ 2.304 - 81 (СТ СЭВ 851 -78 - СТ СЭВ 855 - 78)**

Настоящий стандарт устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности и строительства

Для того чтобы чертеж был понятен, на нем дают поясняющие надписи и размерные числа. В настоящее время надписи на чертежах (и других технических документах) всех отраслей промышленности и строительства выполняют чертежным шрифтом. *Надписи наносят от руки карандашом или тушью.*

ГОСТ устанавливает следующие типы шрифтов - **основной и широкий:**

тип А ( $d=1/14h$ ) без наклона и с наклоном около  $75^{\circ}$

тип Б ( $d= 1/10h$ ) без наклона и с наклоном около  $75^{\circ}$ .

Размер шрифта  $h$  - *определяется высотой его прописных букв  $h$  в миллиметрах по вертикали.*

**Высота шрифта ( $h$ )** измеряется перпендикулярно к основанию строки.

ГОСТ устанавливает следующие размеры чертежных шрифтов: **(1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.**

Применение шрифта размером 1,8 допускается только для шрифта типа Б. Шрифты и цифры высотой 1,8; 2,5 обводятся только тушью, а все остальные номера шрифтов можно обводить карандашом или тушью.

Конструкции букв и цифр, в зависимости от конфигурации можно разбить на **3 группы:**

1 группа: *состоит из сочетаний только прямых линий (прописные)*

2 группа: *состоит из сочетаний прямых линий и скругленных углов между ними (прописные)*

3 группа: *цифры, строчные буквы*

1 группа: *состоит из сочетаний только прямых линий (прописные буквы) (рис. 19).*

1) высота прописных букв  **$h$**

2) ширина прописных букв: Г, П, Х, И, Й, Т, Н, Е, Ё, Ц, К-  **$B=0,6h$**

3) ширина прописных букв: А, М -  **$B_1=0,7h$**

4) ширина прописных букв: Ш, Щ, Ж -  **$B_2=0,9h$**

5) размер хвостика в прописных буквах Ц, Щ-  **$B_3=0,2h$**  или, хвостик входит в промежуток между буквами

6) расстояние между буквами  **$A=0,3h$**

7) толщина линии обводки  **$S=0,1h$**

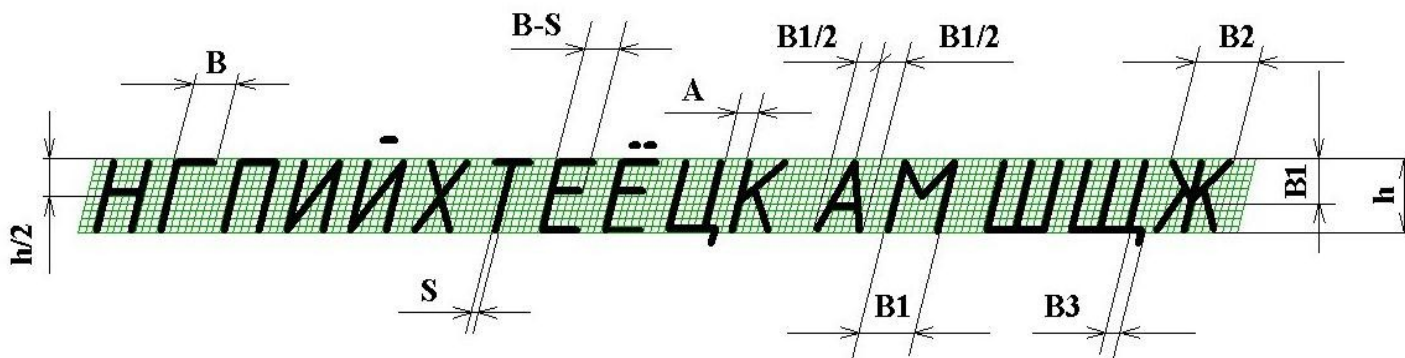


Рис. 19

**2 группа:** состоит из сочетаний прямых линий и скругленных углов между ними (прописные буквы) (рис. 20).

- 1) ширина прописных букв С, О, Э, Ч, У, Ъ, Ь, Б, В, Р, Я, Л -  $B=0.6h$
- 2) ширина прописных букв: Ю, Ы, Д, Ф -  $B_2=0.9h$
- 3) ширина прописной буквы: З -  $B_4 \sim 0.45h$
- 4) расстояние между прописными буквами  $A=0.3h$
- 5) толщина линии обводки прописных букв:  $S=0.1h$ .

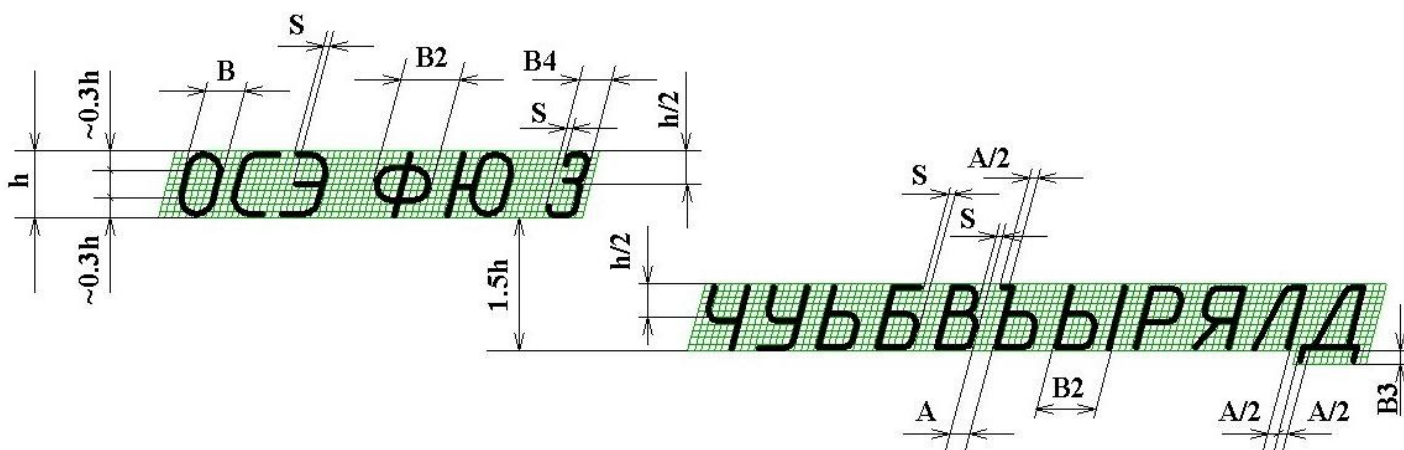


Рис. 20

**3 группа:** цифры (рис. 21)

- 1) ширина цифры 1  $B_5=0.3h$
- 2) ширина цифр: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, N -  $B=0.6h$
- 3) ширина нолика в N  $B_6=0.4h$
- 4) расстояние между цифрами  $A=0.3h$

- 5) толщина линии обводки  $S=0.1h$

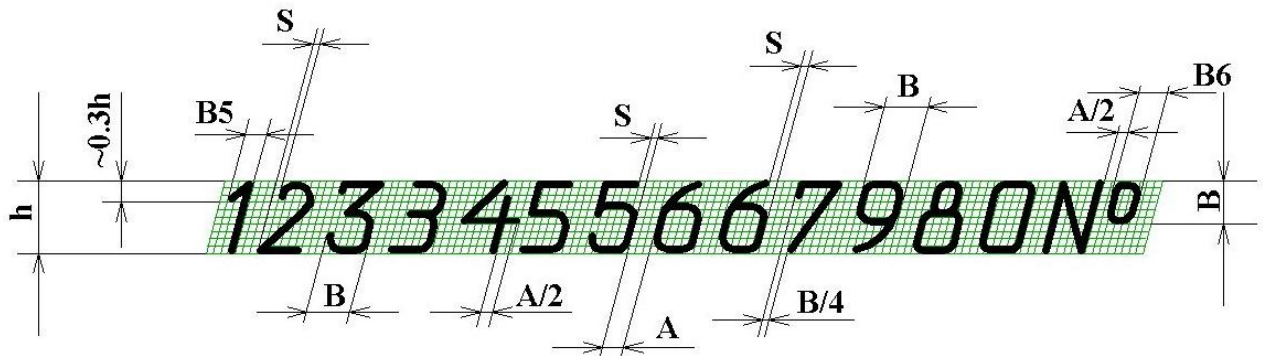


Рис. 21

Высота строчных букв зависит от высоты прописных букв и определяется по формуле:

$$h_{стр.} = 0,7h$$

Размеры и пропорции аналогичны прописным буквам. Отдельные элементы строчных букв: б, в, д, р, ф, у - выступают за пределы строки вверх или вниз на  $0,3h$  высоты прописных букв (рис. 22).

- 1) ширина строчных букв: ж, т, ф, ш, щ, ю, ы  $B_1 = 0,7h$
- 2) ширина строчных букв: м, ь  $B = 0,6h$
- 3) ширина всех оставшихся не записанных строчных букв:  $B_3 \sim 0,45h$

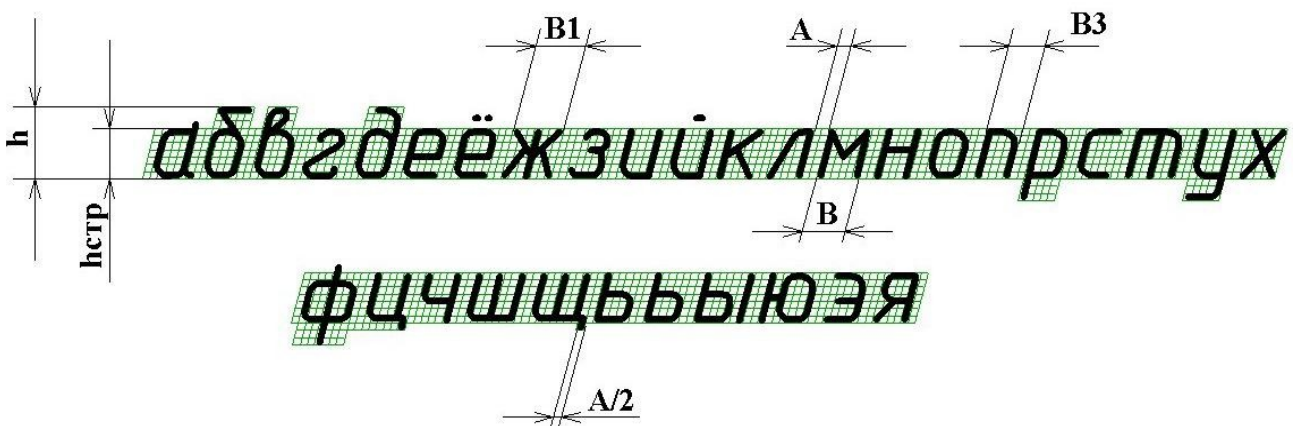


Рис. 22

Расстояние между буквами, соседние линии которых не параллельны между собой может быть уменьшено наполовину, т.е. уменьшаем промежуток между соседними буквами в половину величины.

Например: ГА, РА, ТА БА и т.д. (рис. 23)

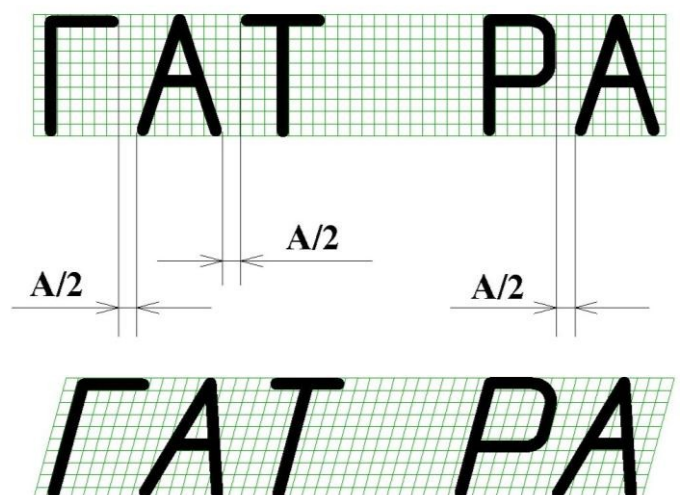


Рис. 23



В буквах и цифрах 2 и 3 групп проводят при обводке сначала прямолинейные элементы, а затем их соединяют плавными скругленными линиями.

**Минимальное расстояние между словами, разделенными знаком препинания, является расстояние между знаком препинания и следующим за ним словом.**

**Расстояние между основаниями строк должно быть не менее  $1,5h$ , или  $0,5h$  между верхними и нижними соседними строками.**

**Расстояние между словами и цифрами не менее ширины прописных букв в тексте.**

Надписи на чертежах следует подчинять определенной композиции и располагать их по оси симметрии или от какой-либо границы слева для всех строк. Перед разметкой нужно подсчитать размер строки по числу букв, их ширину, промежутки между словами и буквами. Тогда надпись получается стройной и будет композиционно связана с чертежом. В приведенных выше шрифтах проведены горизонтальные, а в некоторых случаях и вертикальные линии, делящие буквы на определенные части по высоте и ширине. Для нанесения на чертеж надписей с правильными очертаниями букв и цифр необходимо прежде всего провести линии, которые называются **сеткой**, а потом уже приступить к нанесению надписей.

**Линии сетки проводят без нажима хорошо отточенным карандашом (марки 2Т или Т) так, чтобы их можно было легко стереть мягкой резинкой.** Буквы и цифры предварительно вписывают в сетку тонкими линиями и только после тщательной проверки обводят карандашом или тушью (рис. 24).

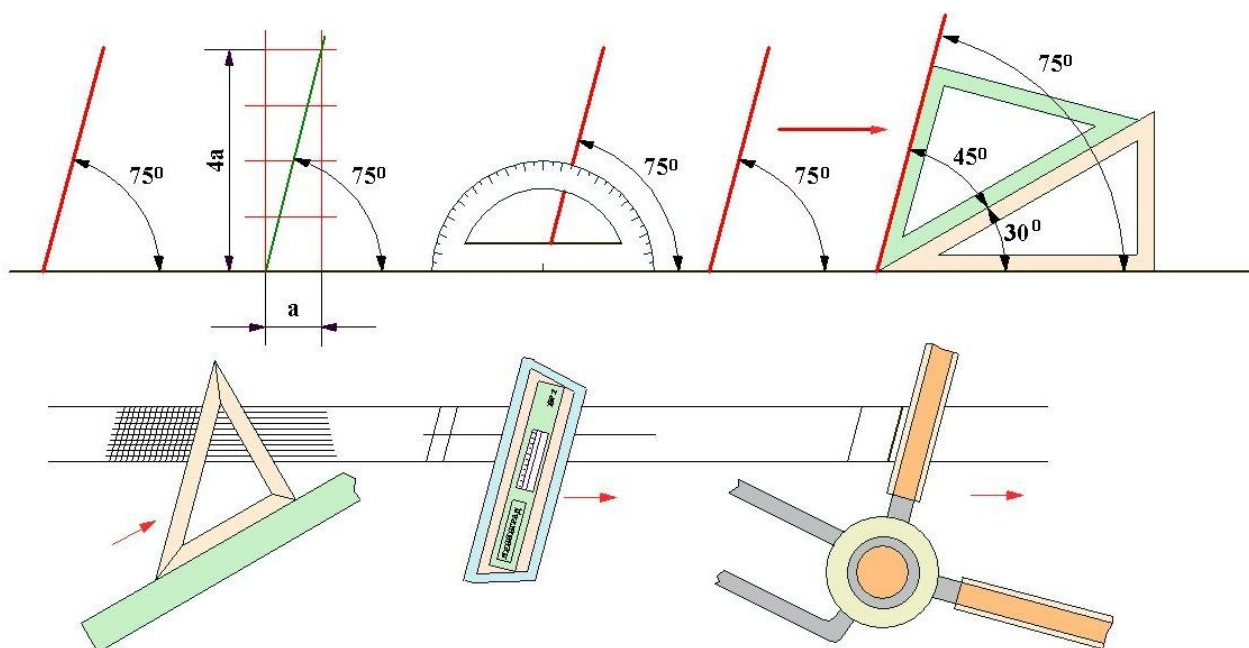
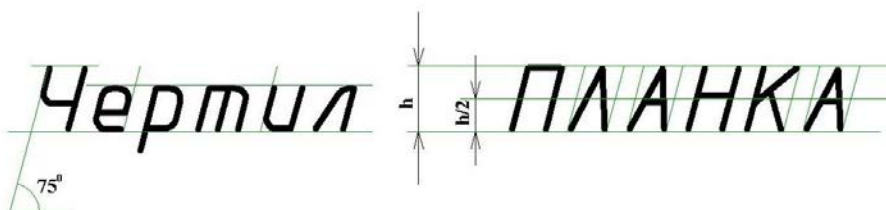


Рис. 24

Упрощенная сетка для шрифта 2,5; 3,5

Сетка для шрифта 5, 7, 10, 14



## Занятие 4. Графические приемы выполнения изображений. Деление прямых, дуг и окружностей на равные части.

### 1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЕРПЕНДИКУЛЯРА К ПРЯМОЙ ЛИНИИ ПРИ ПОМОЩИ УГОЛЬНИКА

Ребро линейки совмещают с заданной прямой **ab** (рис.44) и затем, плотно приставив к линейке угольник одним из катетов, перемещают его вдоль линейки, пока другой катет не пройдет через точку **d**, из которой нужно восстановить (или через точку **c**, из которой нужно опустить) перпендикуляр.

*Линия, проведенная по катету угольника через данную точку, образует с прямой линией **ab** два одинаковых угла.*

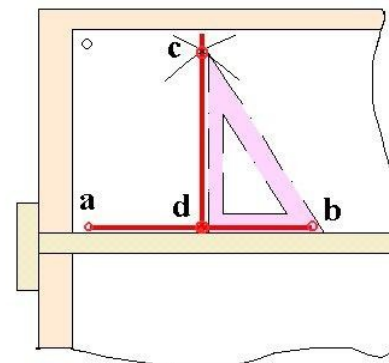


Рис.44

### 2. ПРОВЕДЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ

Комбинируя угольник и линейку, можно проводить параллельные прямые линии под любым углом. (рис.45)

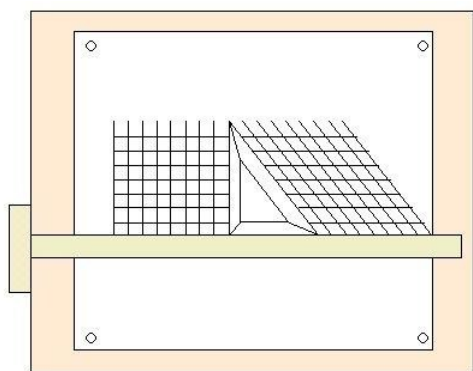
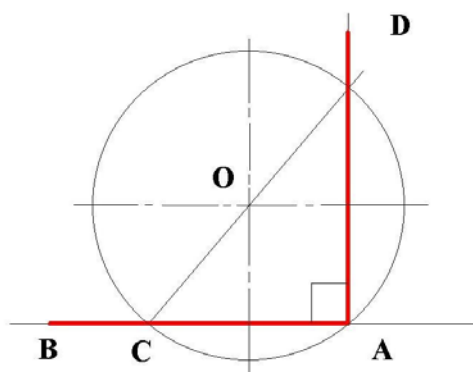


Рис.45

В этом случае придерживаются следующих правил:

- угольник передвигают по верхней кромке линейки рейсшины, а не под ней;
- горизонтальные параллельные линии проводят, передвигая рейсшину - сверху вниз, что дает возможность заметить и исправить сделанные ошибки;
- при передвижении угольника надо следить за тем, чтобы рейсшина не сдвигалась;
- передвигать угольник вдоль линейки следует двумя (указательным и средним) пальцами той же руки (левой).

### 3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЕРПЕНДИКУЛЯРА К ПРЯМОЙ ЛИНИИ ПРИ ПОМОЩИ ЦИРКУЛЯ



#### 1 способ:

Из произвольной точки **O** радиусом **OA** проводим окружность, затем соединяем точку **O** с точкой **C** и продолжаем прямую до пересечения с окружностью в точке **D**. Прямая линия **AD** будет искомой (рис.46).



## 2 способ:

Из точки А произвольным радиусом проводим дугу, которая пересечет прямую АВ в точках 1 и 2, из которых тем же радиусом проводим дуги, в результате получаем точки 3 и 4. Из точек 3 и 4 проводим дуги тем же радиусом вверх и получаем точку D. Соединив точку D с точкой А, получим искомый перпендикуляр (рис.47).

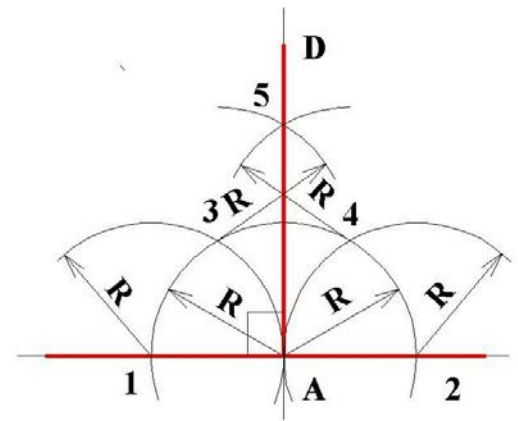


Рис.47

## 4. ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКА НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

### 1 способ:

*Заданный отрезок АВ разделим пополам.* Для чего из точек А и В проводим дуги радиусами большими, чем половина отрезка АВ. Полученные точки 1 и 2 соединяем, получая точку К. Прямая линия 1-2 также является перпендикуляром к прямой А-В (рис.48).

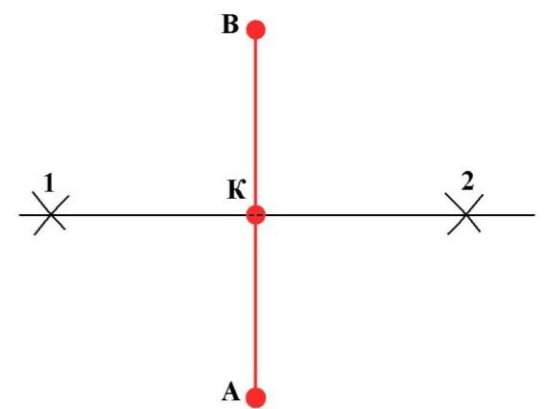


Рис.48

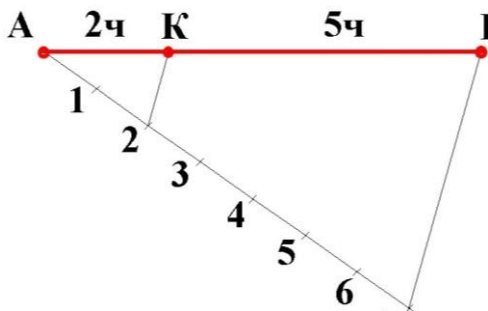


Рис.49

### 2 способ:

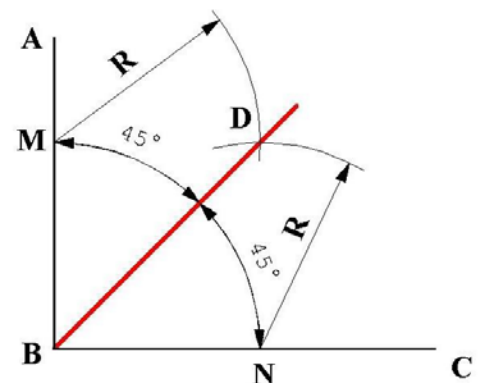
*Деление отрезка АВ в заданном отношении (например: 2:5).*

Делим вспомогательный отрезок на семь равных частей, а затем через точку 2 проводим прямую, параллельную 7В, и получаем точку К, которая делит отрезок в отношении 2:5 (рис.49)

## 5. ПОСТРОЕНИЕ, ДЕЛЕНИЕ И ПЕРЕНОС УГЛА, БЕЗ ПОМОЩИ ТРАНСПОРТИРА

### а) деление угла АВС пополам.

Из вершины угла АВС произвольным радиусом проводим дугу так, чтобы она пересекла стороны угла в точках М и N. Из полученных точек произвольным радиусом делают засечки и точку их пересечения (точку D) соединяют с вершиной угла точку В, получая прямую, делящую угол пополам. Прямая линия ВD называется биссектрисой (рис.50).



### б) получение угла в $60^{\circ}$

Из вершины точки В произвольным радиусом проведем дугу NM, а затем тем же радиусом из точки N пересечь дугу NM в точке Д, соединив последнюю с вершиной угла В, получим искомый угол  $60^{\circ}$  (рис.51).

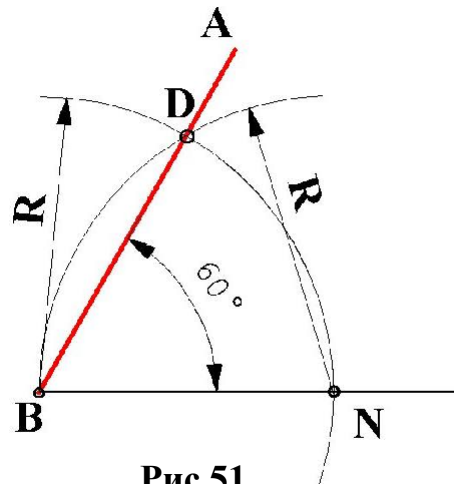


Рис.51

### в) получение угла в $30^{\circ}$

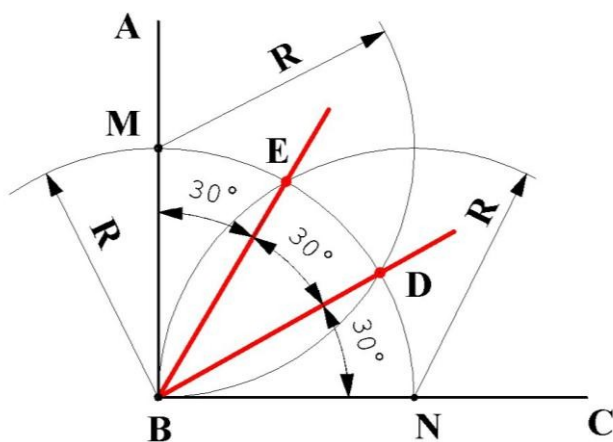


Рис.52

Прямой угол ABC разделить на три равные части. Для этого из вершины точки В проводим дугу MN. Тем же радиусом из точек М и N проводим дугу до пересечения с дугой MN в точках Е и Д. Соединяя точку Д с точкой В, точку Е с точкой В, разделим угол на три равные части (рис.52).

### г) получение угла в $75^{\circ}$ .

Построим прямой угол ABC. Затем строим угол в  $60^{\circ}$ , а оставшийся угол MBE в  $30^{\circ}$  делим пополам. В сумме два угла составят угол DBC, равный  $75^{\circ}$  (рис.53).

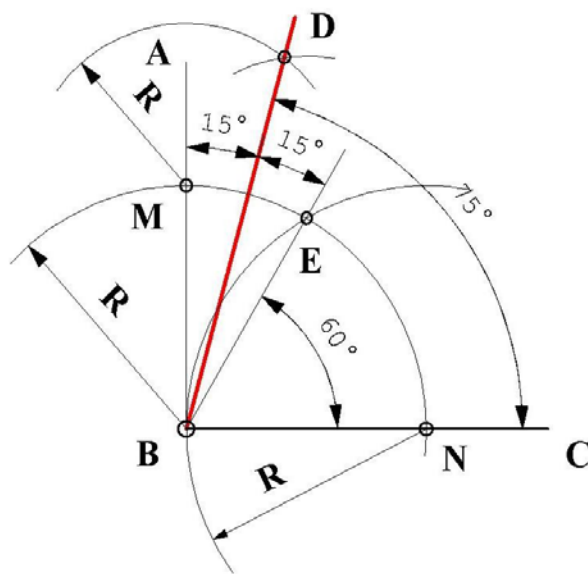
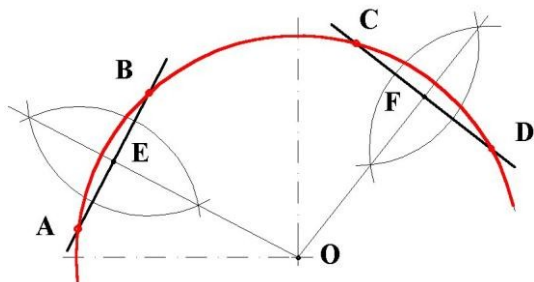


Рис. 53

## 6. ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕНТРА КАКОЙ-ЛИБО ОКРУЖНОСТИ

Окружностью называется множество точек плоскости, находящихся на равном расстоянии от одной точки, лежащей в этой плоскости.

а) нахождение центра какой – либо дуги окружности.



В любом месте дуги надо провести две хорды, АВ и СД, и разделить их пополам. Из полученных точек Е и F восстановить перпендикуляры и продлить их до взаимного пересечения в точке, которая и будет центром искомой дуги, а ОА ее радиусом (рис.54).

Рис.54

б) нахождение центра описанной окружности, проходящей через вершины треугольника.

Центр описанной окружности, проходящей через вершины треугольника, лежит в точке пересечения серединных перпендикуляров к хордам или к каждой стороне треугольника. Следовательно, для нахождения центра описанной окружности достаточно провести к двум сторонам треугольника два серединных перпендикуляра. Пересечение их будет центром искомой окружности (рис.55).

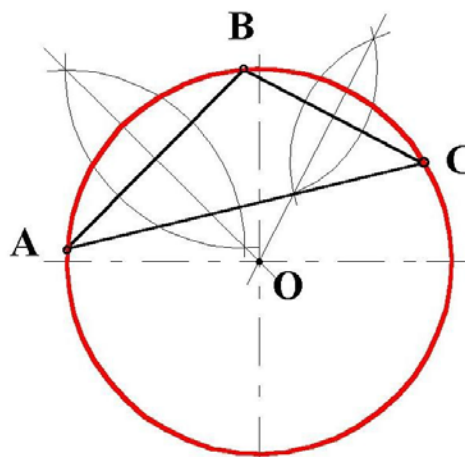


Рис.55

## 7. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА ТРИ ЧАСТИ:

### 1 способ:

Из точки Д провести дугу радиусом ОД, которая пересечет окружность в двух точках 1 и 2. Точки С, 1 и 2 - вершины отрезков (рис.56 а).

### 2 способ:

При помощи чертежных угольников в  $30^{\circ}$  и  $60^{\circ}$  (рис.56 б).

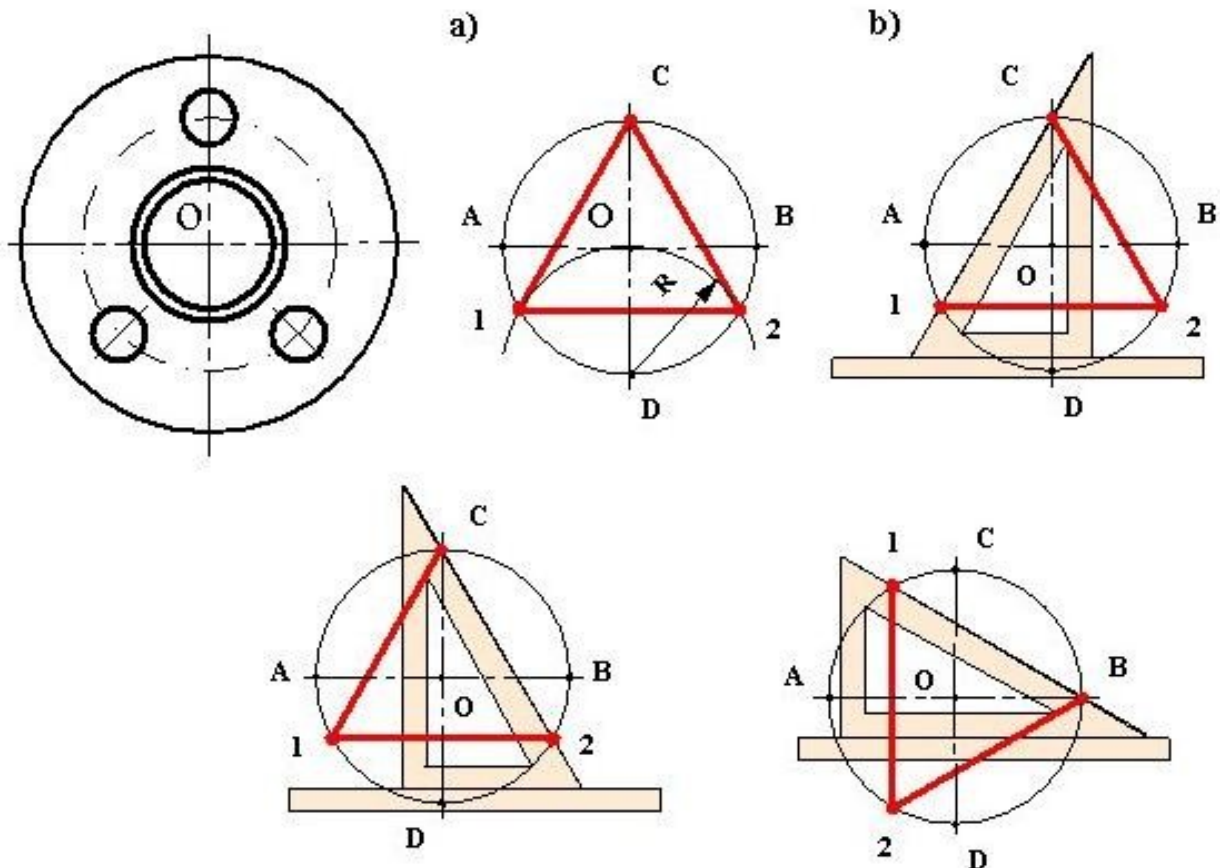


Рис.56

## 8. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА ШЕСТЬ ЧАСТЕЙ:

### 1 способ:

Достаточно из концов диаметров: точки А и точки В или точки С и точки Д провести дуги радиусом, равным радиусу окружности, ибо сторона правильного шестиугольника всегда равна радиусу окружности. Точки: С, F, N, Д, М и Е будут искомыми (рис.57)

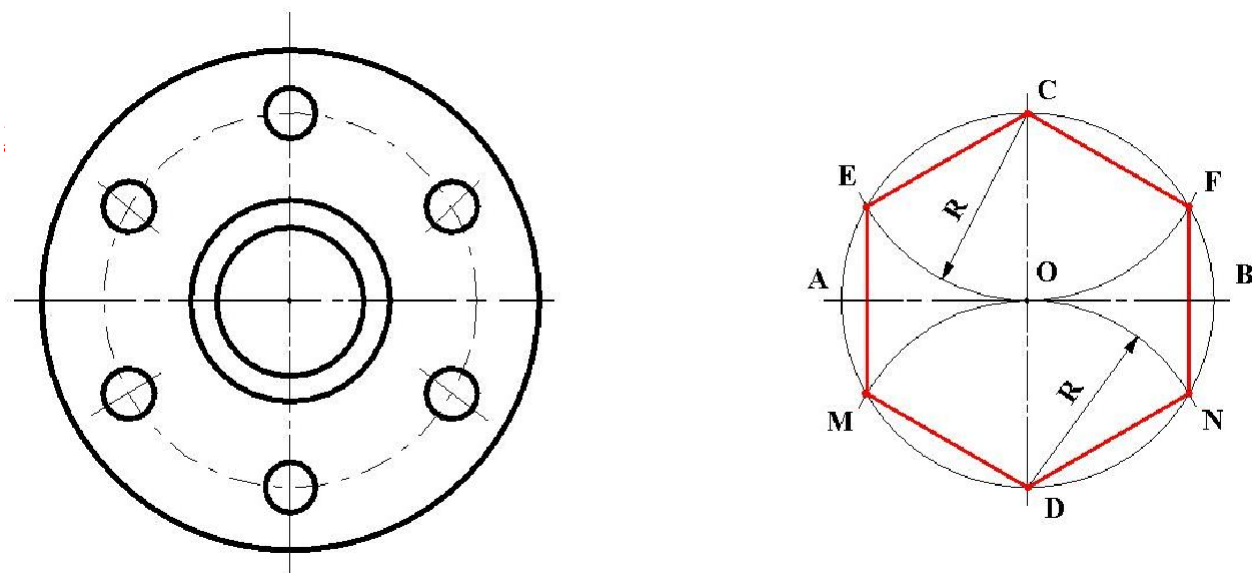


Рис.57

То же при помощи чертежных угольников в  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  (рис.58).

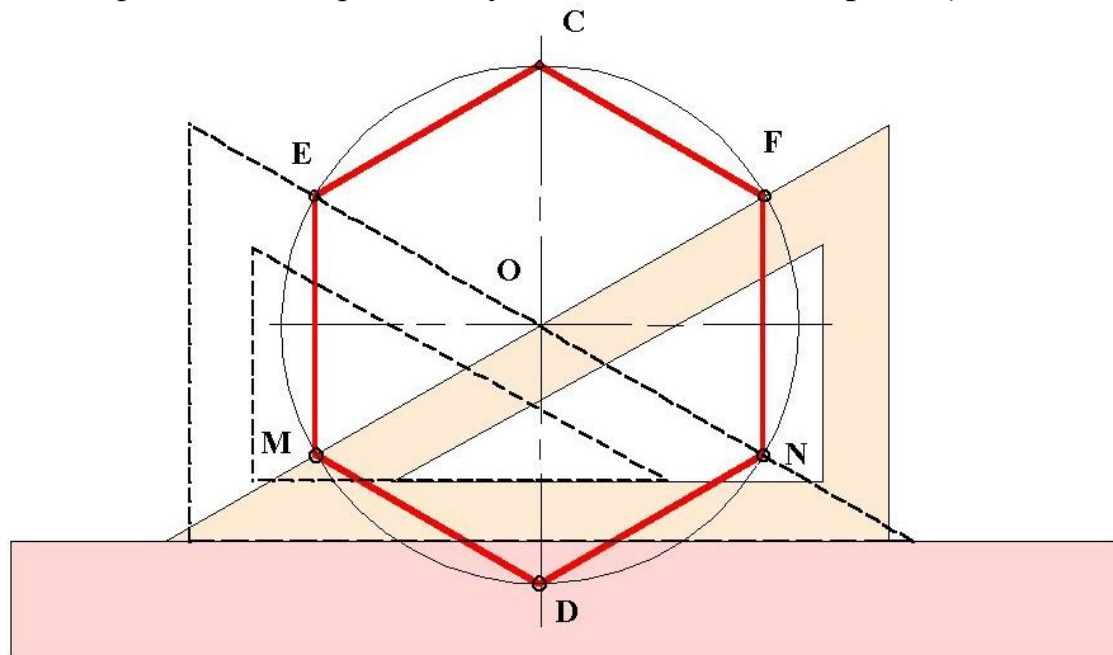


Рис.58

## 9. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА ЧЕТЫРЕ ЧАСТИ:

### 1 способ:

Соединить точки лежащие на осях окружности (рис.59).

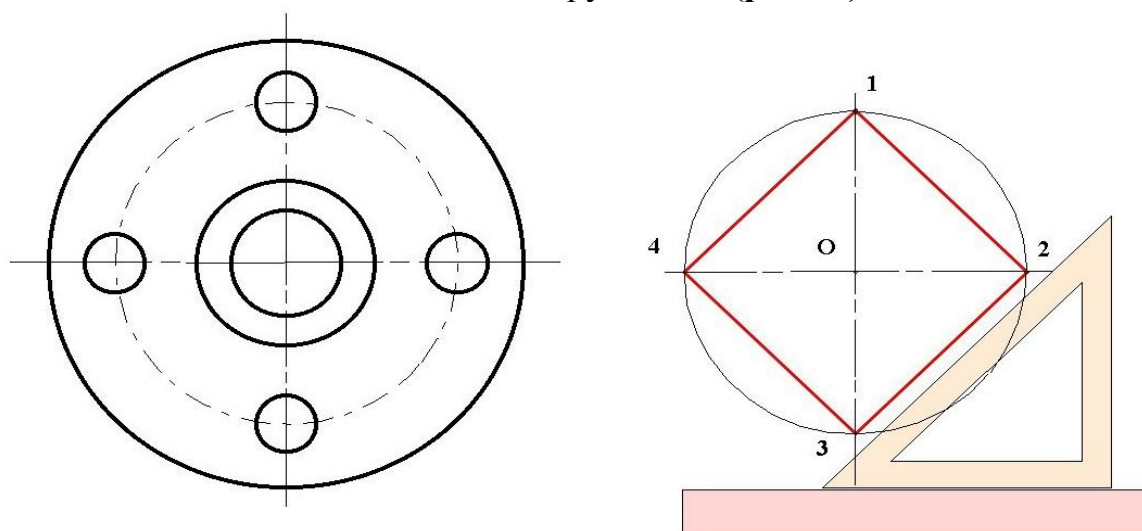


Рис.59

### 2 способ:

То же можно выполнить с помощью угольника в  $45^{\circ}$ , проведя по гипотенузе угольника линии через центр окружности (рис.60).



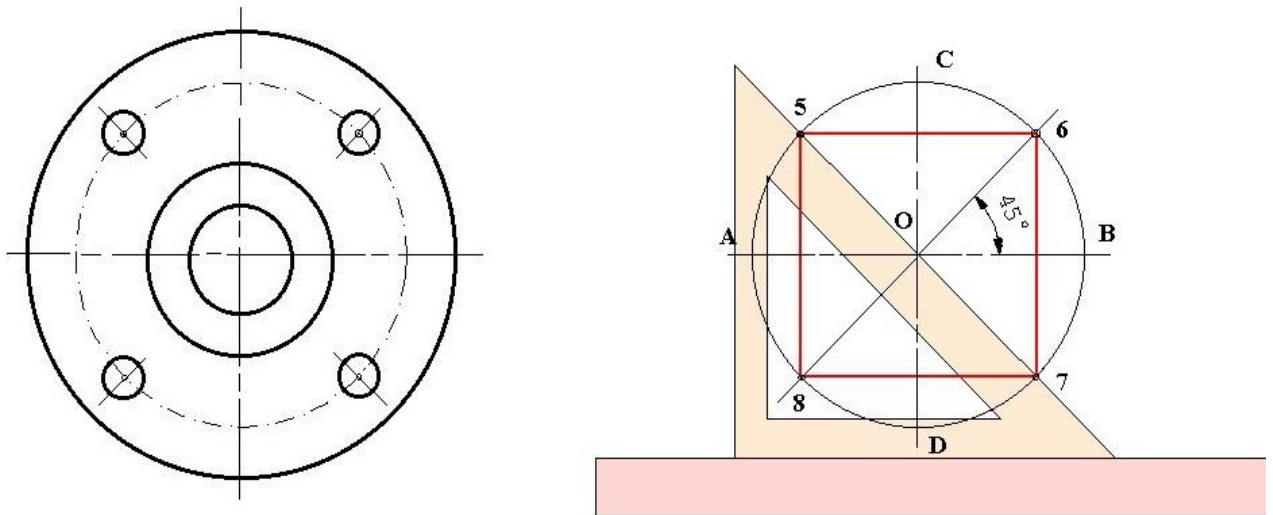


РИС.60

### 10. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА ВОСЕМЬ ЧАСТЕЙ.

В этом случае применяют одновременно два способа деления окружности на четыре части (смотри выше пункт в) (рис.61).

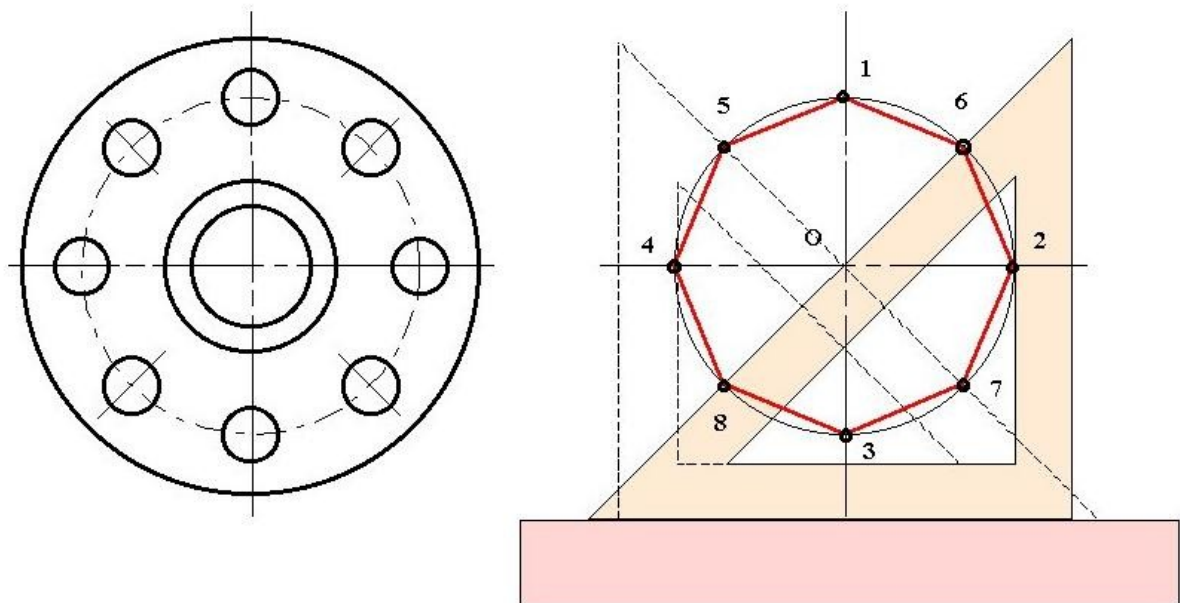


Рис.61

### 11. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА ПЯТЬ ЧАСТЕЙ:

**1способ: При помощи транспортира.** Нулевую точку транспортира и  $90^\circ$  на транспортире выставим по одной линии. Получим на окружности точку 5. От этой линии вправо или влево отложим  $72^\circ$ , получим точки на окружности 1 и 2. Повторив предыдущее построение, приняв за линию точки 1 или 2, получим точки 3 и 4. Соединим все искомые точки, получим правильный пятиугольник (рис.62).

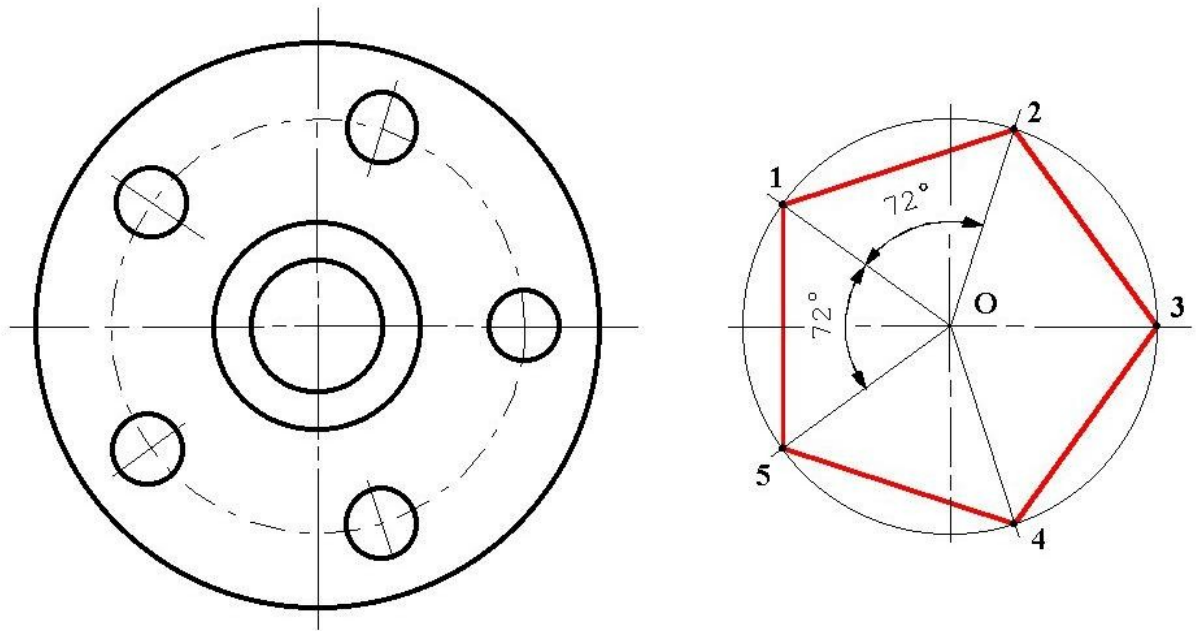


Рис.62

**2 способ:**

Разделим отрезок  $OB$  при помощи радиуса  $R_1=OB$  пополам и на прямой  $OB$  получим точку 1. Поставим ножку циркуля в точку 1 и радиусом ( $R_2=1C$ ) проведем дугу, получив на прямой  $AO$  точку 4. Поставим ножку циркуля в точку  $C$  и радиусом ( $R=C4$ ) проведем дугу, которая пересечет окружность в точках  $E$  и  $F$  и обязательно пройдет ниже точки 1. Из точек  $E$  и  $F$  искомым радиусом  $R=C4$  проведем дуги и получим новые точки правильного пятиугольника:  $M, N$  (рис.63). Расстояние  $C4$  будет являться стороной правильного вписанного пятиугольника  $CFNME$ .

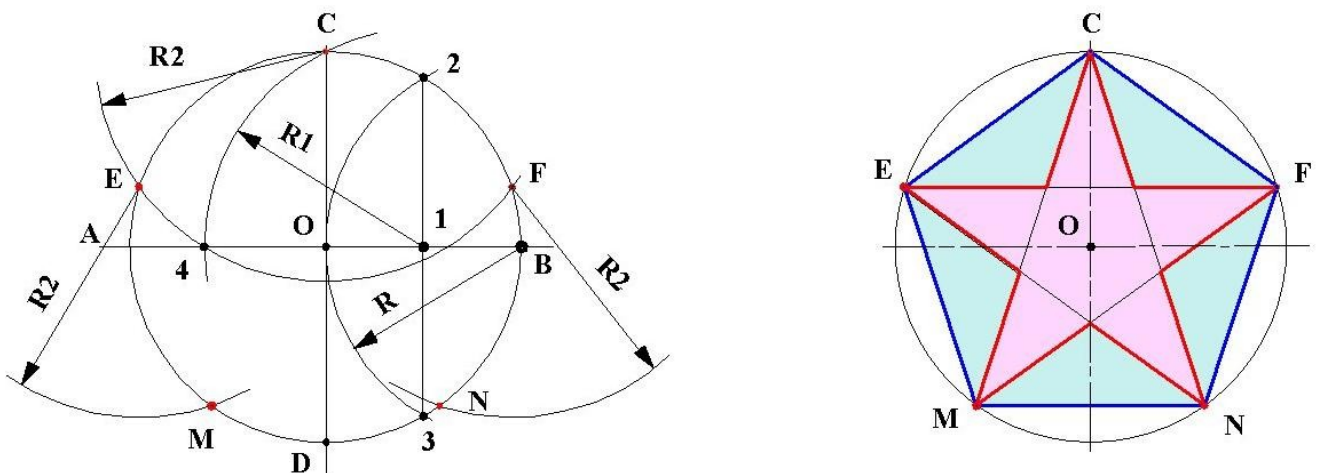


Рис.63

**12. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА СЕМЬ ЧАСТЕЙ:**

Для нахождения стороны семиугольника делим один из радиусов, например  $OB$ , пополам. Проведем дугу  $3-O-2$  и соединяя точки 3 с 2, находим точку 1 на прямой  $OB$ . Прямая  $1-2$  будет равна одной седьмой части окружности. Откладывая

расстояние 1-2 по окружности, получим правильный семиугольник CFNLKME. (рис.64)

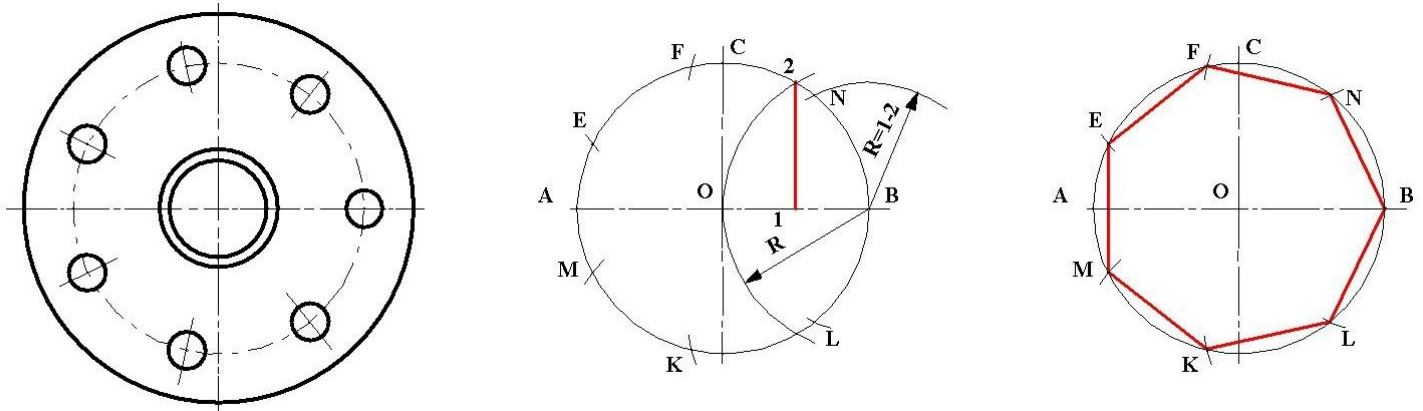


Рис.64

### 13. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА ДВЕНАДЦАТЬ ЧАСТЕЙ.

В этом случае из каждой точки осевых линий, лежащих на окружности, радиусом этой окружности, проведем дуги. В результате дуги пересекут окружность в некоторых точках. Соединим все точки лежащие на окружности (рис.65).

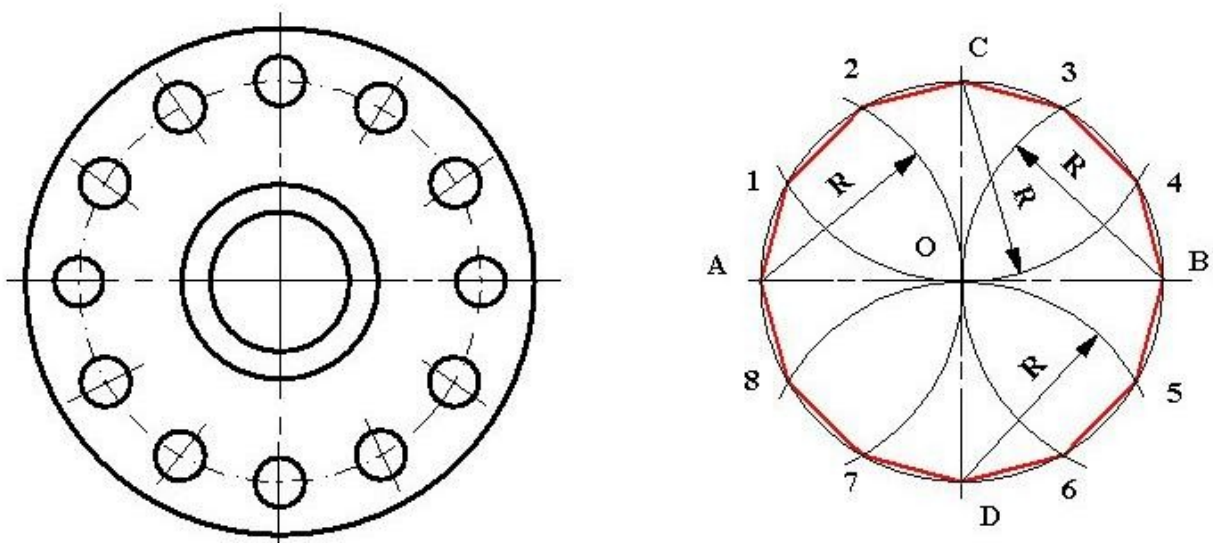


Рис.65

### 14. ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА ЛЮБОЕ КОЛИЧЕСТВО РАВНЫХ ЧАСТЕЙ.

Этот способ сводится к нахождению длины хорды правильного, вписанного в окружность многоугольника. Для этого перемножают диаметр описанной окружности на поправочный коэффициент из таблицы хорд.

Число сторон	Длина хорды	Число сторон	Длина хорды
7	0,434d	19	0,165d
8	0,383d	20	0,156d

<b>9</b>	<b>0,342d</b>	<b>21</b>	<b>0,149d</b>
<b>10</b>	<b>0,309d</b>	<b>22</b>	<b>0,142d</b>
<b>11</b>	<b>0,282d</b>	<b>23</b>	<b>0,136d</b>
<b>12</b>	<b>0,259d</b>	<b>24</b>	<b>0,130d</b>
<b>13</b>	<b>0,239d</b>	<b>25</b>	<b>0,125d</b>
<b>14</b>	<b>0,223d</b>	<b>26</b>	<b>0,120d</b>
<b>15</b>	<b>0,208d</b>	<b>27</b>	<b>0,116d</b>
<b>16</b>	<b>0,195d</b>	<b>28</b>	<b>0,112d</b>
<b>17</b>	<b>0,184d</b>	<b>29</b>	<b>0,108d</b>
<b>18</b>	<b>0,174d</b>	<b>30</b>	<b>0,104d</b>





# Нанесение размеров. Правила нанесения размеров. Уклон и конусность.

## 1. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

ГОСТ 2.307-68 (СТ СЭВ 1976 -79, СТ СЭВ 2180 -80)

Размеры бывают линейные и угловые.

Линейные размеры - длина, ширина, толщина, высота, диаметр, радиус. Все линейные размеры наносятся в *мм* без обозначения единицы измерения.

Угловые размеры - указывают в *градусах (°)*, *минутах (′)*, *секундах (″)* с обозначением единицы измерения. Например:  $36^{\circ} 28' 59''$

### Правила нанесения размеров.

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

**1. Размерные числа** наносятся над размерной линией, а размерные линии проводятся между **выносными линиями** под углом  $90^{\circ}$ . **Размерные и выносные линии - тонкие - сплошные.** Сначала проводят выносные линии от того места, размер которого мы хотим показать (рис. 26).

**2. Минимальное расстояние** между параллельными размерными линиями должно быть **7 мм**, а между размерной линией и линией контура - **10 мм.** (рис. 26).

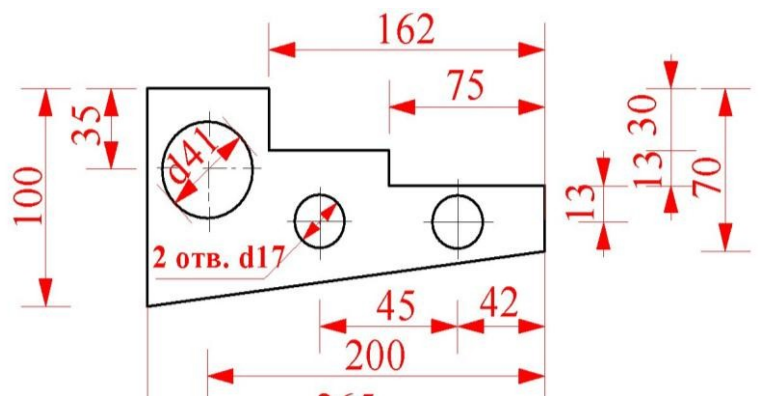


Рис. 26

**3. От правильного нанесения** размерных линий и цифр зависит ясность чертежа. Размеры не должны затемнять чертеж и затруднять его чтение. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

**4. Размерные линии** не должны пересекаться между собой, а выносные линии должны выходить за размерные, т. е. за концы стрелок на **1...5 мм.** (рис. 26)

**5. Все размеры** пишутся по направлению размерных линий, т. е. - горизонтальные - по горизонтальному направлению, а вертикальные - вертикально, причем пишутся буквы и цифры слева направо или снизу вверх:

а) если размерная линия горизонтальная, то размер наносится сверху от размерной линии;

б) если размерная линия вертикальная, то размер наносится слева от размерной линии;

в) если размерная линия наклонная, то размерную линию мысленно поворачиваем до ближайшего горизонта, в этом случае размерное число должно находиться сверху.

(рис. 27)

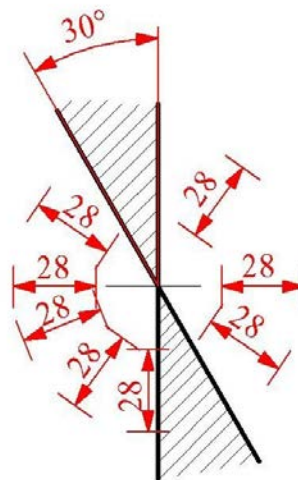


Рис. 27

6. Размеры следует распределять равномерно по всем изображениям, размеры можно проставлять как внутри, так и снаружи изображения. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях. **Размерные числа не должны касаться размерных линий на величину 1-2 мм.**

7. Угловые размеры наносят, как показано на (рис. 28). В заштрихованной зоне наносить размерные числа не рекомендуется, в этом случае их указывают на горизонтально вынесенных полках.

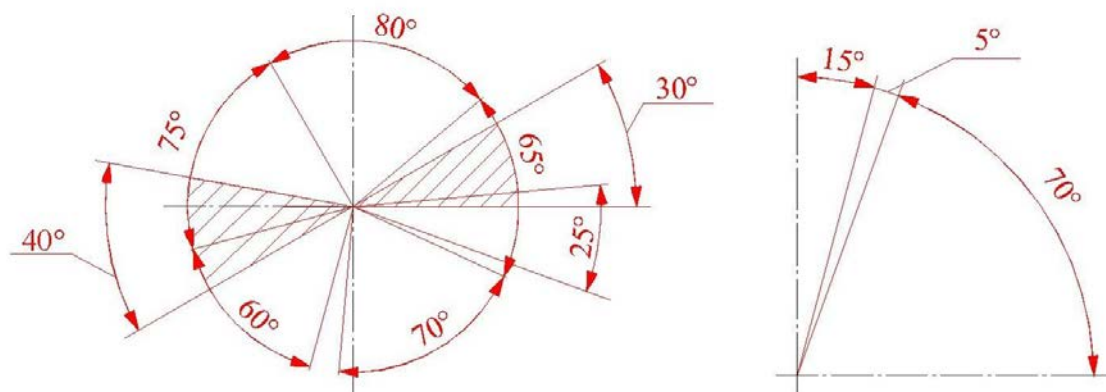


Рис. 28

8. Стрелки размерных линий должны касаться выносных линий или линии контура (рис. 29). Размер стрелок зависит от толщины сплошной основной линии. Стрелки должны быть одинаковыми на всем чертеже.

Иногда разрешается проводить размерные линии с обрывом и со стрелкой только у одного конца при указании размеров симметричного

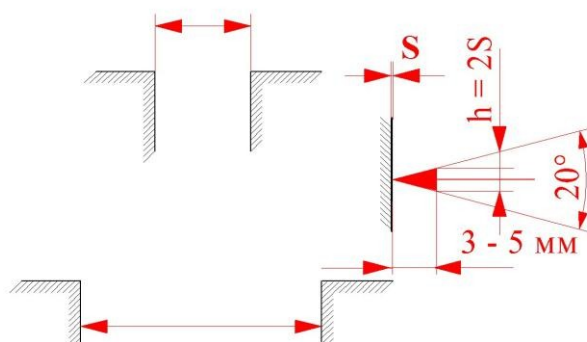


Рис. 29



предмета, если он изображен до оси симметрии или линии обрыва (рис. 30).

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

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

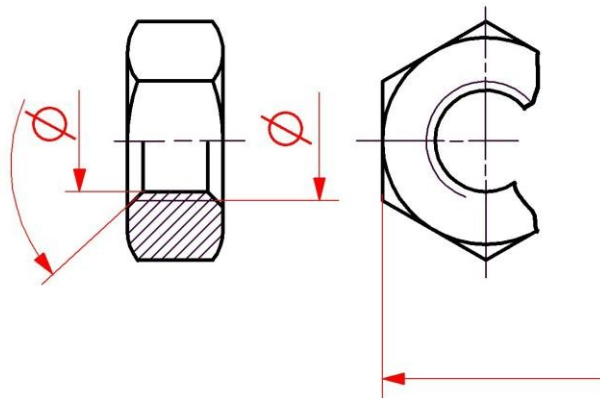


Рис. 30

**11.** При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки можно заменять засечками, наносимыми под углом  $45^\circ$  к размерным линиям (рис. 31 а), или точками (рис. 31 б):

а) если размер 12 мм, и менее, то стрелки наносятся снаружи выносных линий (рис. 31 в, г);

б) если размер более 12 мм, то стрелки наносятся внутри выносных линий (рис. 32).

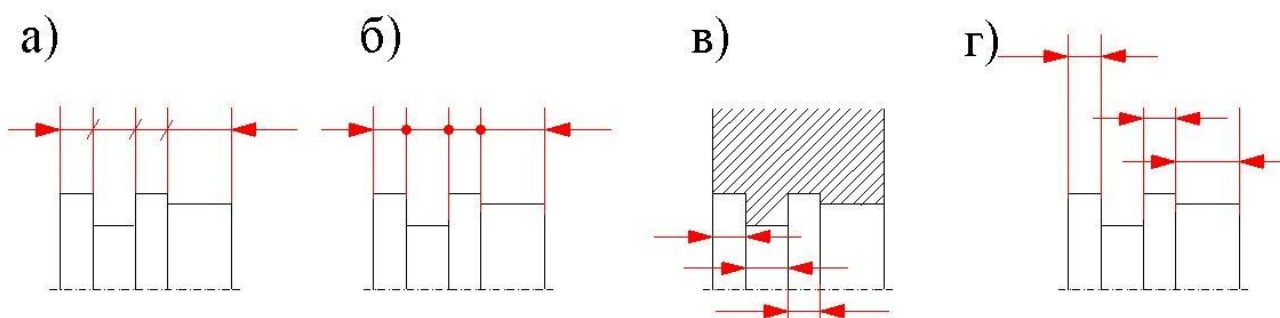


Рис. 31

**12.** При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 32).

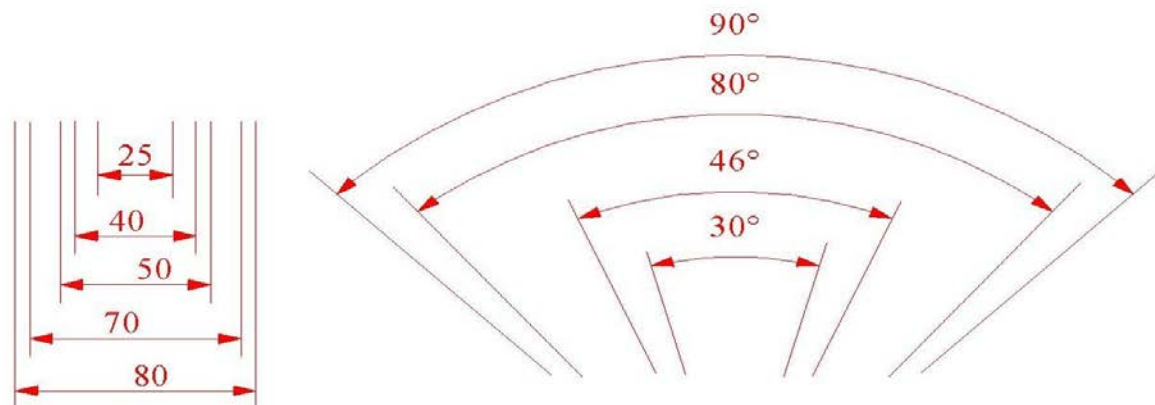


Рис. 32

**13.** Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размер выносится на полку, которую проводят тонкой линией (рис. 33, 34).

**14.** Осевая и центровые линии должны пересекать все линии видимого контура длинными штрихами, и выходить за контур детали на 1... 5 мм.

**15.** При указании диаметра во всех случаях перед размерным числом ставят знак  $\varnothing$  (рис. 33, 34).

Если диаметр окружности больше 12мм., то штрихпунктирные линии пересекаются между собой под углом  $90^{\circ}$  длинными штрихами, и выходят за контур линии видимого контура на 1...5мм (рис. 34).

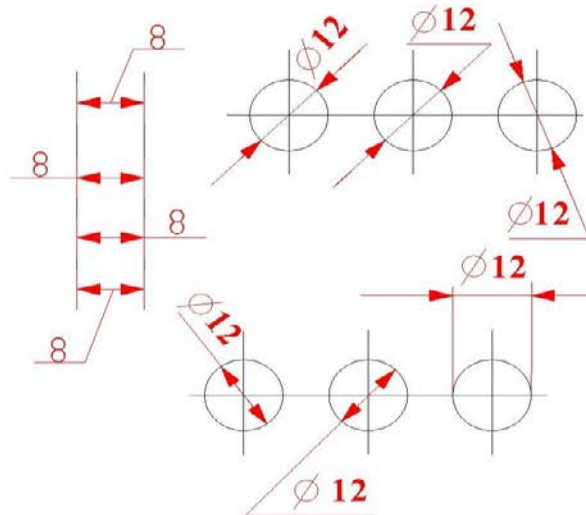


Рис. 33

**16.** Если диаметр окружности меньше 12мм., то вместо штрихпунктирных линий показывают тонкие сплошные линии которые выходят за контур на 1...5мм (рис. 33).

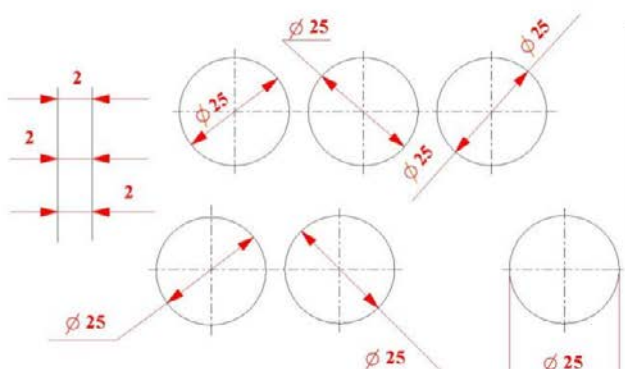


Рис. 34

**17.** В местах нанесения размерного числа осевые, центровые и линии штриховки прерываются (рис. 35).

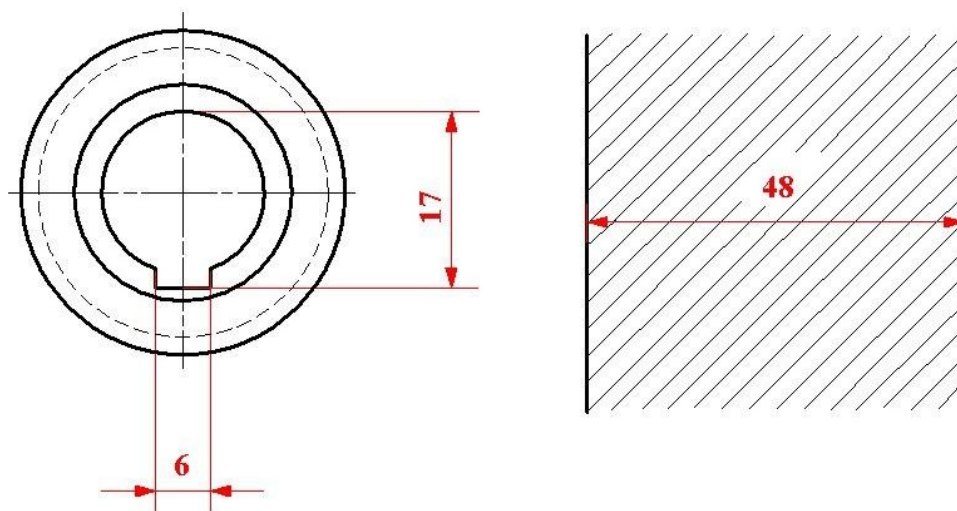


Рис. 35

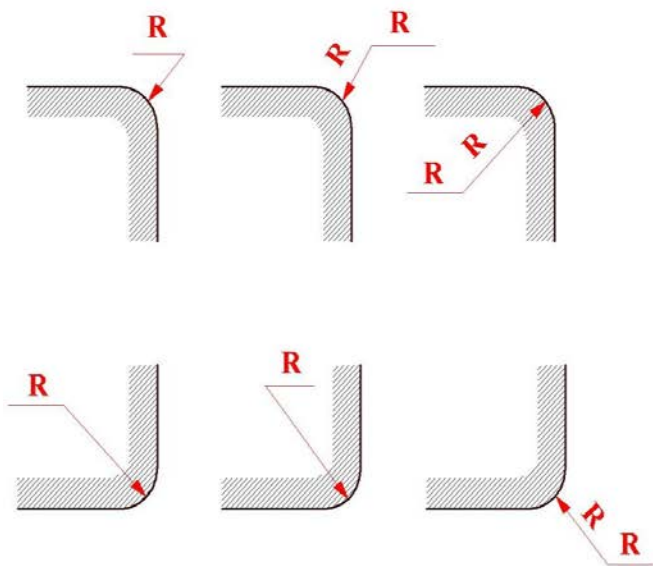


Рис. 36

**18. При нанесении радиуса скруглений перед размерным числом ставят букву **R** (рис. 36);**

*а) при проведении* нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагаются на одной прямой (рис. 37, а);

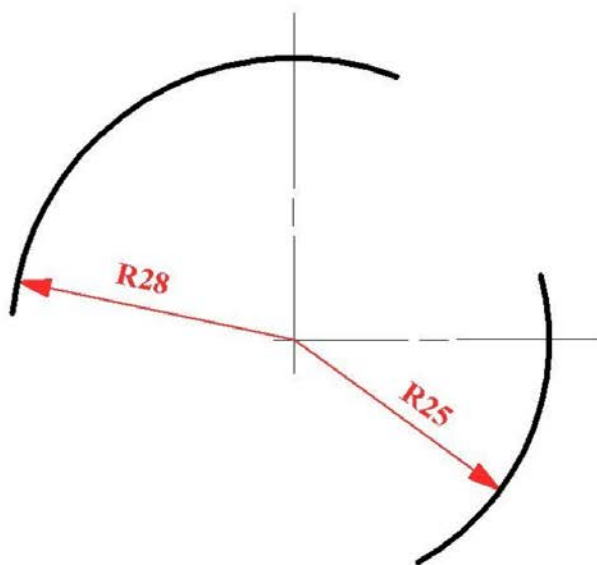


Рис. 37, а

*б) при большом радиусе* центр допускается приближать к дуге, в этом случае его размерную линию показывают с изломом под  $90^\circ$  (рис. 37, б);

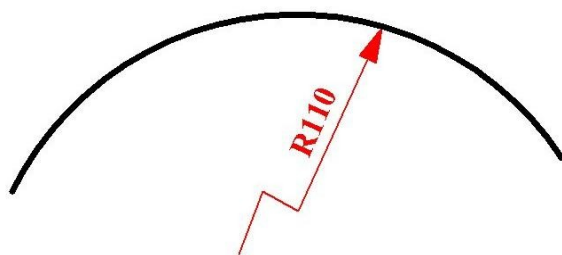


Рис. 37, б

*в) если не требуется указывать размеры,* определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 37, в).

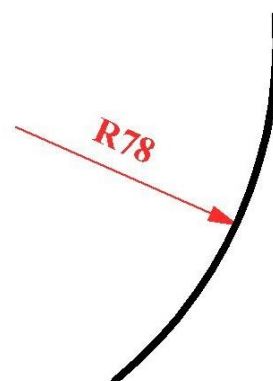


Рис. 37, в

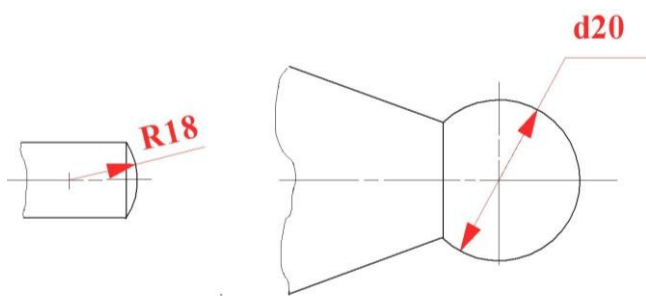


Рис.38

**19.** Перед размером диаметра или радиуса сферы также ставится знак  $\varnothing$  или R без надписи “сфера” (рис. 38).

Допускается слово “сфера” наносить в тех случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, или ставят знак O.

Знак  $\varnothing$ , R, сферы O должны быть равны высоте размерных чисел на чертеже.

**20.** Размеры сторон (  $\square$  ) квадрата можно наносить как показано на (рис. 39 а, б, в). Высота знака квадрат должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже.

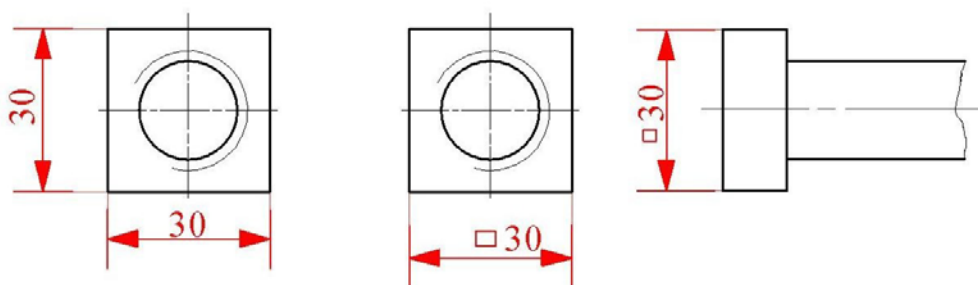


Рис. 39

**21.** Размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на (рис 40, а). Если размер фаски в масштабе чертежа 1 мм и менее, то допускается указывать размеры на полке линии-выноски, проведенной от границы (рис. 40, б).

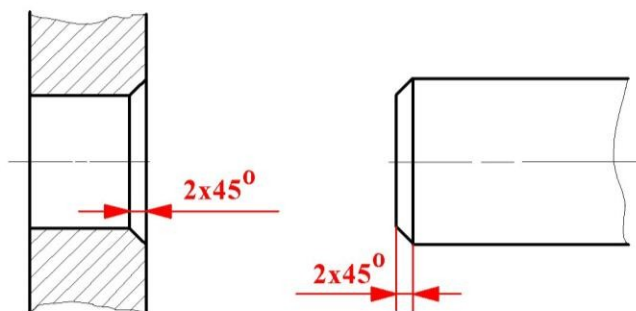


Рис. 40, а

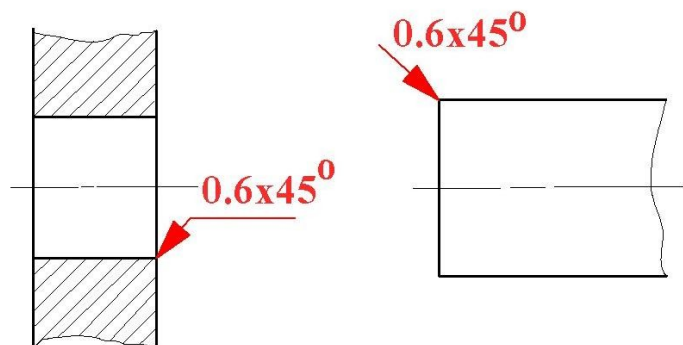


Рис. 40, б

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам линейными и угловыми размерами или линейными размерами (рис. 41).

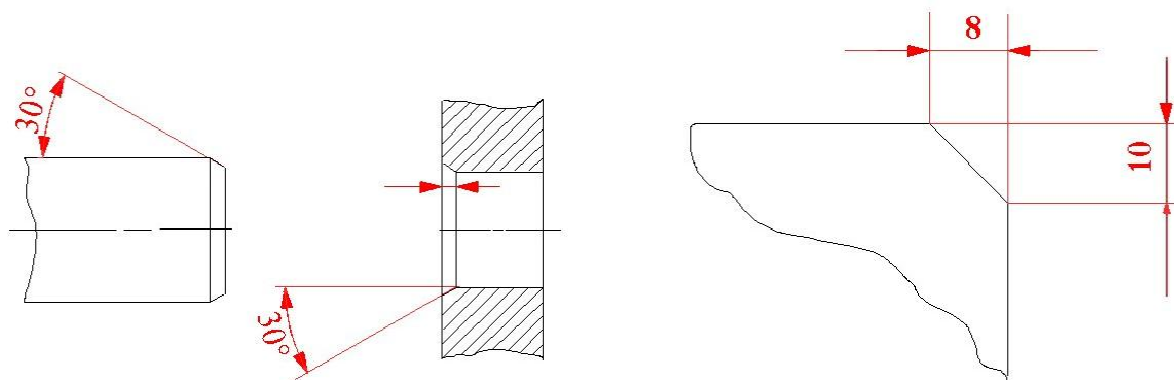


Рис. 41

**22. Размеры нескольких одинаковых элементов** изделия наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества элементов.

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество. В случае одинаковых отверстий допускается изображение только одного отверстия, а местоположение остальных отверстий показывают короткими центровыми линиями (рис. 42).

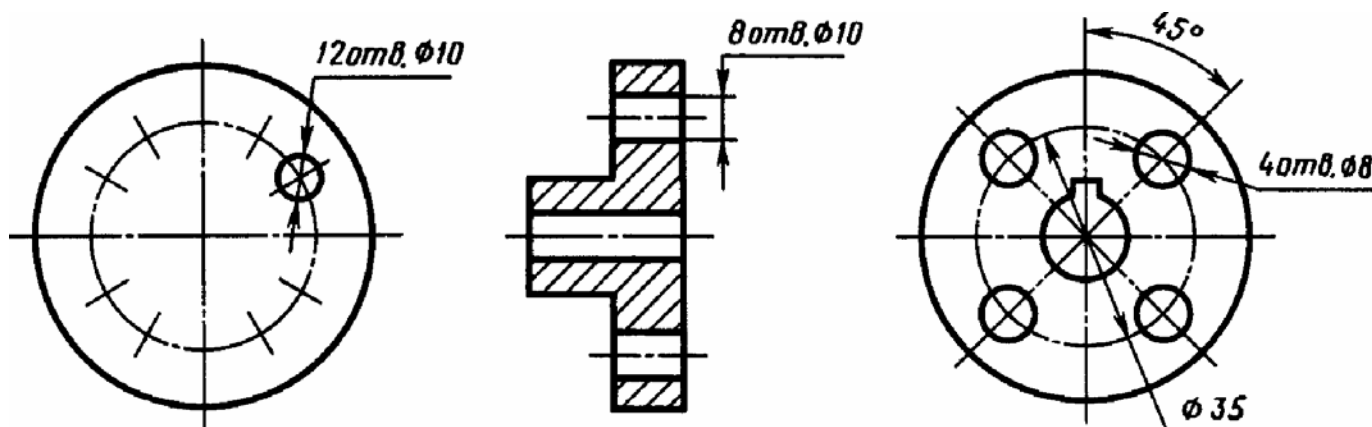


Рис. 42

**23. Конусность** – отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними. Перед размерным числом, определяющим конусность, наносят знак конусности – равнобедренный треугольник (рис. 43), вершина которого должна быть направлена в сторону вершины конуса. Величина основания этого треугольника равна высоте размерных чисел чертежа. Знак конусности и ее величину в виде отношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски.

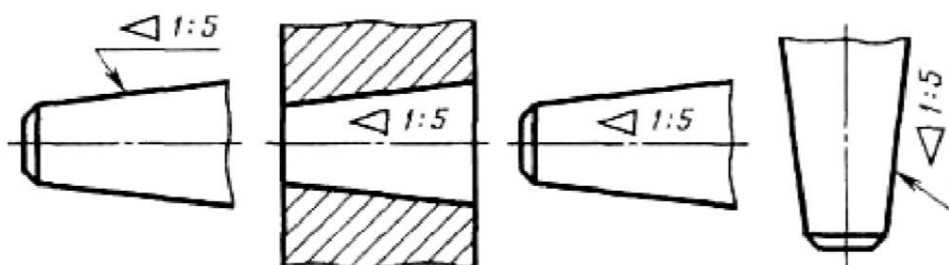
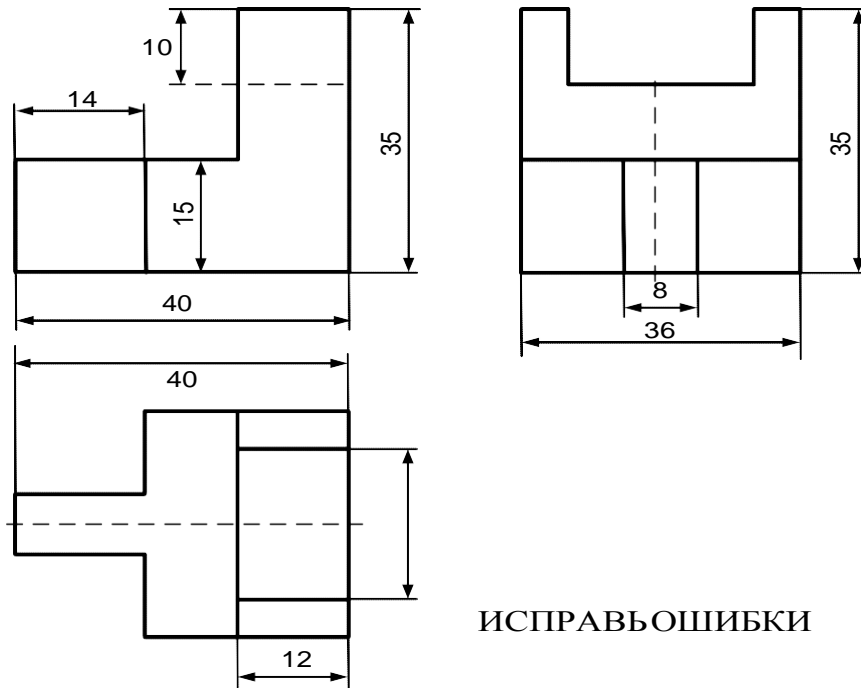


Рис.43

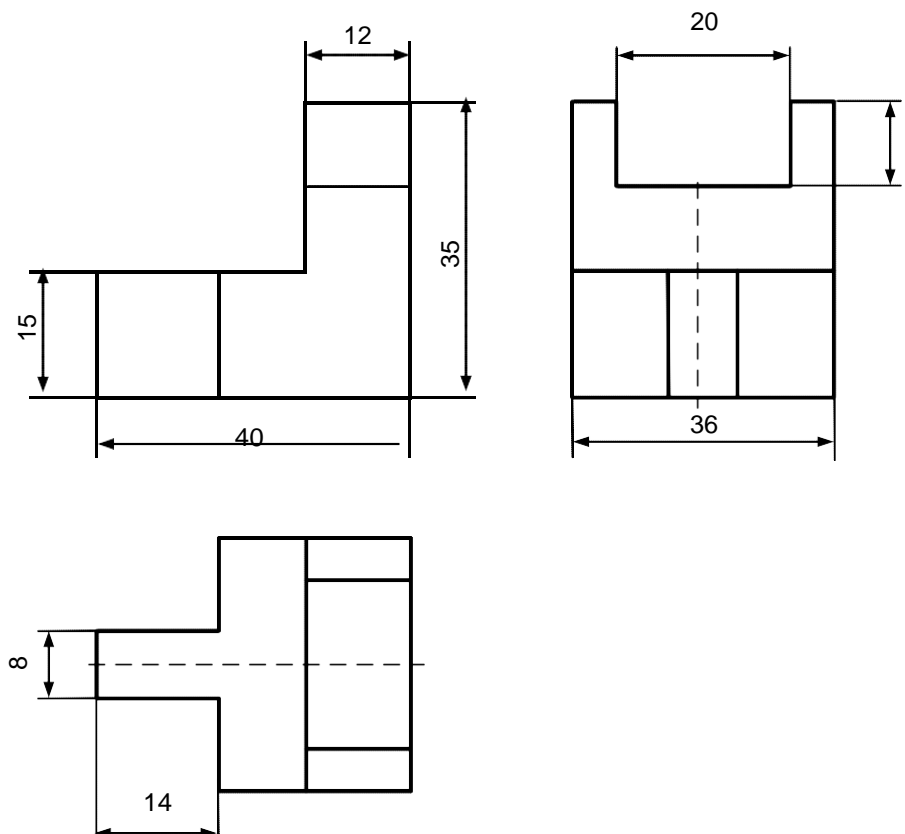
Все размеры на чертежах наносятся только в миллиметрах, без указания единицы измерения.

Цифры проставляются ясно, отчетливо и обдуманно, чтобы при чтении не было сомнений в принадлежности размера к той или иной части чертежа.

## ИСПРАВЬ ОШИБКИ



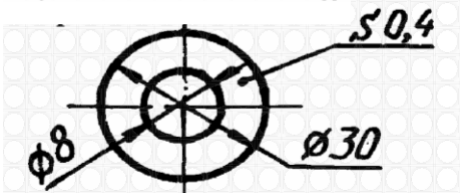

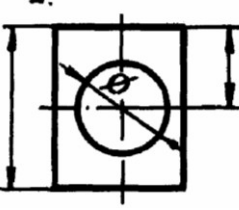
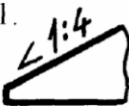


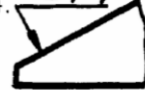





## ПРАВИЛЬНО ПРОСТАВЛЕННЫЕ РАЗМЕРЫ НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПО ГОСТу




## Тест №2 «Нанесение размеров»

Тест состоит из 28 вопросов. На его выполнение отводится 15 минут. Чтобы ответить на вопросы приведенные в таблице 2.1. нужно ознакомиться с ГОСТ 2.107-68.

№	Вопросы	Ответы
1	Что является основанием для определения величины изображаемого изделия?	1. масштаб 2. размерные линии 3. размерные числа
2	В каких единицах обозначают линейные размеры на чертеже?	1. см 2. км 3. мм
3	Как проводят размерную линию для указания размера отрезка?	1. совпадающую с данным отрезком 2. параллельно отрезку 3. под углом к отрезку
4	Укажите расстояние, принимаемое между первой размерной линией и контуром детали.	1. 7мм 2. 15мм 3. 10мм
5	На какую величину выносные линии должны выходить за концы стрелок?	1. 5...10мм 2. не должны выходить 3. 2...3мм
6	Необходимо ли избегать пересечения размерных линий?	1. да 2. нет 3. по желанию
7	Какое место должно занимать размерное число относительно размерной линии?	1. в разрыве размерной линии 2. над размерной линией 3. под размерной линией
8	Каким образом <b>предпочтительно</b> наносить размерные линии?	1. внутри контура изображения 2. вне контура изображения
9	Какое число размеров необходимо иметь на чертеже детали?	1. минимальное, но достаточное для контроля и изготовления 2. максимальное, позволяющее иметь размеры каждого элемента на всех изображениях чертежа
10	 <p>Прерывают ли размерную линию при изображении детали с разрывом?</p>	1. да 2. нет
11	В каких случаях допускается заменять стрелки на размерных линиях засечками или точками?	1. при большом количестве размеров на чертеже 2. для выделения стандартных размеров 3. при недостатке места для стрелок

12	Допускается ли у линейных размеров применять в качестве размерного числа простые дроби?	1. да 2. нет
13	Допускается ли разделять и пересекать размерное число какими бы то ни было линиями чертежа?	1. да 2. нет
14	<p>Что обозначает знак S на изображении детали?</p> 	<p>1. наличие резьбы 2. толщина детали 3. обозначает поверхность, подлежащую покрытию</p>
15	Укажите чертеж, на котором правильно выясняется положение центра отверстия детали	<p>1. </p> <p>2. </p>
16	Что означает знак □ перед размерным числом?	<p>1. в основании окружность 2. в основании квадрат 3. в основании прямоугольник</p>
17	На каком чертеже правильно обозначен уклон?	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
18	На каком чертеже размер длины детали нанесен правильно?	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p>
19	На каком чертеже размеры одинаковых элементов детали проставлены правильно?	<p>1. </p> <p>2. </p>



20	В каком случае размерное число нанесено правильно?	
21	На каком рисунке размер диаметра окружности нанесен правильно?	
22	На каком рисунке размер радиуса дуги проставлен правильно?	
23	На каком рисунке размерное число нанесено правильно?	
24	На каком чертеже размеры детали нанесены правильно?	
25	Что означает знак  перед размерным числом?	<p>1. уклон 2. конусность</p>
26	Специальный знак $\varnothing$ используется для нанесения размеров...	<p>1. дуг окружностей 2. отрезков 3. углов 4. окружностей</p>
27	Размеры одинаковых элементов, равномерно расположенных по окружности, на чертеже проставляются...	<p>1. один раз с указанием количества одинаковых элементов 2. один раз без указания количества одинаковых элементов 3. столько раз, сколько имеется одинаковых элементов</p>
28	Правильно обозначен уклон на рисунке...	

## Занятие 5. Циркульные и лекальные кривые. Сопряжения.

В практике черчения часто приходится иметь дело с построением плавных переходов дуги к дуге или дуги к прямой.

**Сопряжением** называется плавный переход от прямой к дуге окружности или от дуги одной окружности к дуге другой окружности.

Точка, в которой одна линия плавно переходит в другую, называется **точкой сопряжения (касания)**.

Дуги, при помощи которых осуществляется плавный переход одной линии в другую, называется **дугами сопряжений**.

**Касательной** называется прямая, имеющая с замкнутой кривой только одну общую точку.

### 1. СОПРЯЖЕНИЕ ПРЯМОЙ ЛИНИИ С ДУГОЙ ОКРУЖНОСТИ

#### **1 случай:**

*Построение прямой, касающейся окружности в заданной точке.*

**Дано:** прямая MN, окружность R

Для проведения касательной к окружности параллельно данной прямой MN надо из центра O опустить перпендикуляр на прямую MN: пересечение его с окружностью определит точку касания 1 (рис.66).

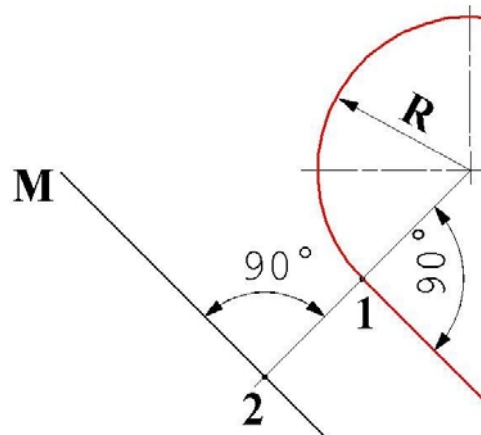


Рис.66

## 2 случай:

### *Проведение окружности, касательной к данной прямой*

**Дано:** прямая АВ, окружность R

На прямой АВ возьмем произвольно две точки (1 и 2). Из этих точек 1 и 2 заданным радиусом R проведем дуги. К этим дугам проведем прямую линию, которая будет являться касательной. На этой прямой линии возьмем произвольно точку О - которая будет являться точкой заданной окружности. (R). Циркулем из точки О проведем окружность, которая пересечет прямую АВ в точке М (точка касания, точка сопряжения) (рис.67)

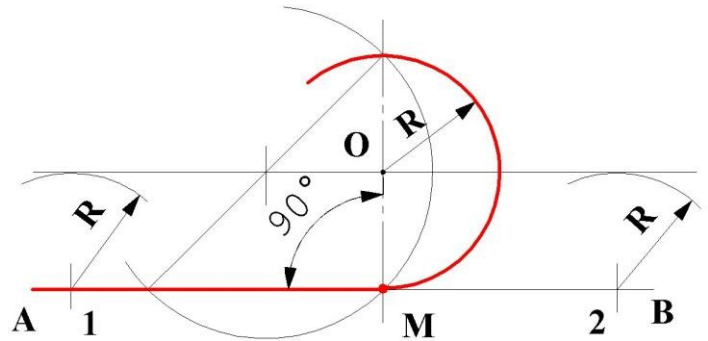


Рис.67

## 2. СОПРЯЖЕНИЕ ДВУХ ДУГ ОКРУЖНОСТЕЙ

Построение сопряжений основано на свойствах касательных к кривым и сводится к определению положения центра сопрягающей дуги и точек сопряжения (касания), т.е. точек, в которых заданные линии переходят в сопрягающую дугу.

Для сопряжения дуг двух окружностей необходимо, чтобы их центры лежали на прямой, проходящей через точку сопряжения, перпендикулярно общей касательной этих дуг (*точка М*).

**Дано:** радиусы окружностей R, R<sub>1</sub>.

### 1 случай:

*Дуги имеют внешнее касание.*

Плавный переход от одной дуги к другой достигается только тогда, когда точки их касания лежат на прямой линии О - О<sub>1</sub>, соединяющей центры сопрягаемых дуг. При внешнем касании расстояние между центрами О - О<sub>1</sub>, равно  $R + R_1$ , т.е. сумме радиусов сопрягаемых дуг. (рис.68).

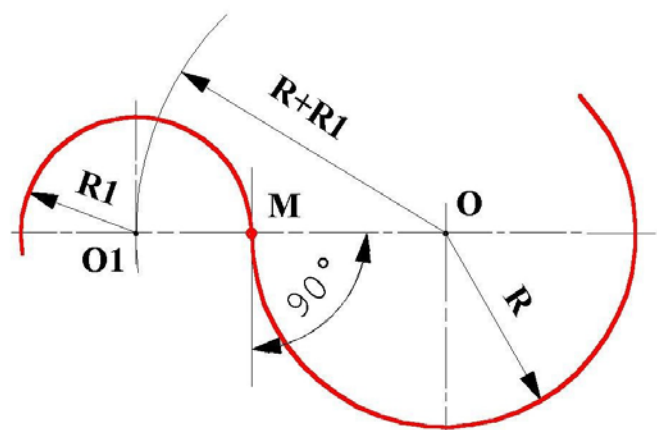


Рис.68

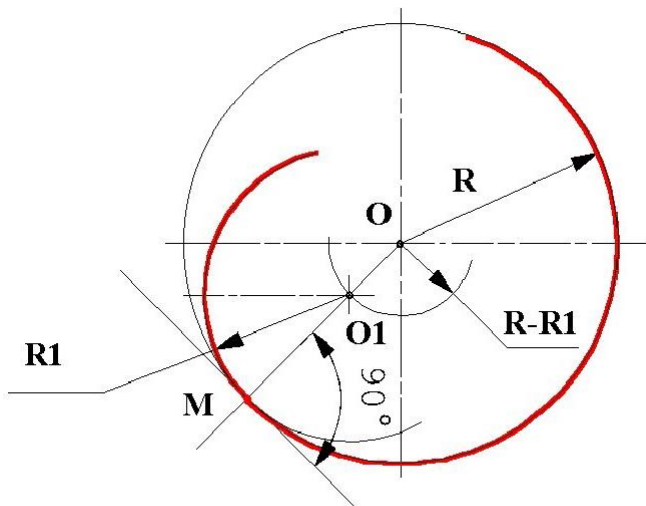


Рис.69

**2 случай:**

*Дуги имеют внутреннее касание.*

При внутреннем касании расстояние между центрами  $O - O_1$ , равно  $R - R_1$ , т. е. разности радиусов сопрягаемых дуг (рис.69).

**3. СОПРЯЖЕНИЕ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ С ДУГОЙ**

**Дано:** прямая АВ и СД

Для сопряжения двух параллельных прямых АВ и СД проводят линию ЕF, перпендикулярно прямым АВ и СД. Прямая ЕF пересекает параллельные прямые в точках  $n$  и  $n_1$ . Прямую  $n - n_1$  делят пополам, чем определяют точку  $O$ , являющуюся центром сопряжения параллельных прямых. Точки  $n$  и  $n_1$  - точки сопряжения или точки касания (рис.70).

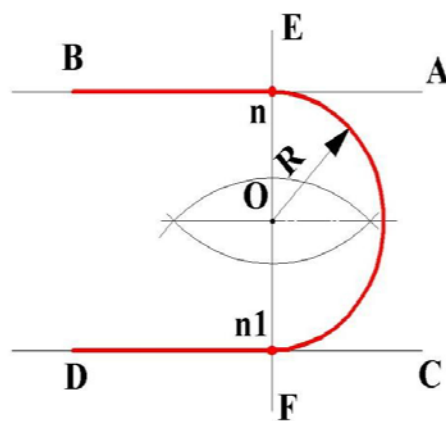


Рис.70

**4. СОПРЯЖЕНИЕ ДВУХ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ПРЯМЫХ ДУГОЙ ЗАДАННОГО РАДИУСА (СКРУГЛЕНИЕ УГЛА)**

**Дано:** две пересекающиеся прямые, радиус сопряжения ( $R$ )

Центр скругления  $O$  находят в точке пересечения двух прямых, проведенных параллельно сопрягаемым сторонам на расстоянии, равном радиусу скругления  $R$ . Точки сопряжения 1 и 2 находятся на пересечении перпендикуляров, проведенных из центра  $O$  к сопрягаемым сторонам.

На прямых возьмем по две произвольных точки и заданным радиусом ( $R$ ) проведем дуги, через которые проведем две касательные линии. На их пересечении получим точку  $O$  - *центр сопряжения*. Из этой точки на прямые опустим перпендикуляры и получим точки 1 и 2 - *точки касания* (рис.71).



## 6. СОПРЯЖЕНИЕ ДВУХ ДУГ РАДИУСАМИ $R$ И $R_1$ С ДУГОЙ СОПРЯЖЕНИЯ $R_2$

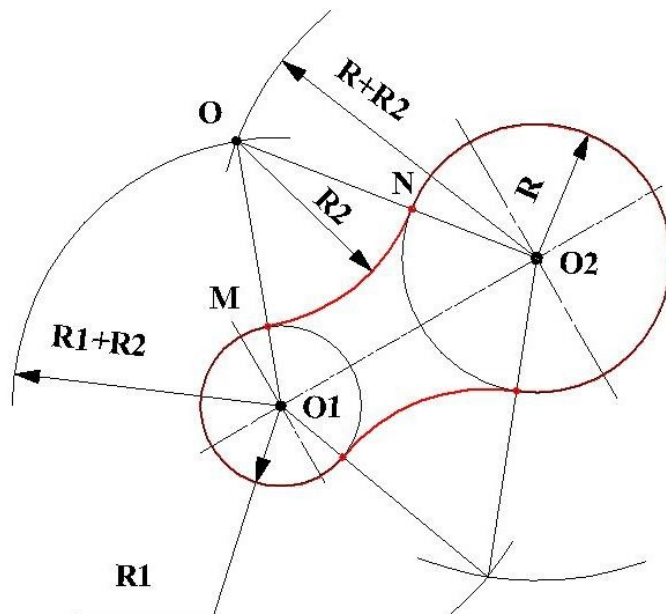
### 1 случай.

*Внешнее касание.*

**Дано:**  $R, R_1, R_2$ , расстояние между центрами  $O_1 O_2$ .

Из центров  $O_1$  и  $O_2$  радиусами, равными  $R+R_2, R_2+R_1$ , проводят дуги окружностей, пересечение которых (точка  $O$ ) определяет центр сопрягаемой дуги. Точки сопряжения 1 и 2 находятся соответственно на линиях  $O_1O$  и  $O O_2$  (рис.73).

Рис.73



### 2случай.

*Внутреннее касание.*

**Дано:**  $R, R_1, R_2$ , расстояние между центрами  $O_1 O_2$ .

Построение внутреннего касания аналогично внешнему, но дуги проводят уже вспомогательные радиусами, равными разности радиуса сопряжения и данных радиусов.  $(R_2-R_1)$  и  $(R_2-R)$  (рис.74).

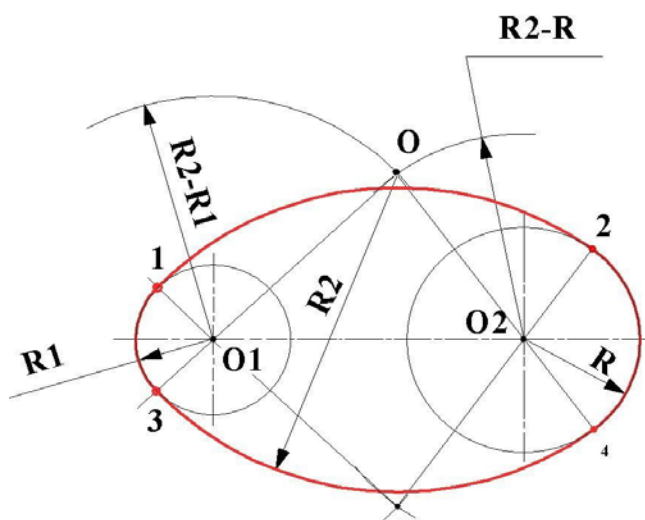


Рис.74

### 3случай.

*Внутреннее и внешнее касание.*

Дано:  $R, R_1, R_2$ , расстояние между центрами  $O_1, O_2$ .

В этом случае проведем окружность радиуса  $R_2$  так, чтобы она имела с одной окружностью внутреннее, а с другой внешнее касание. Центр искомой дуги находим пересечением двух дуг, описанных из центра  $O_1$  радиусом  $R_2+R$  и из центра  $O_2$  с радиусом  $R_2-R$  (рис.75).

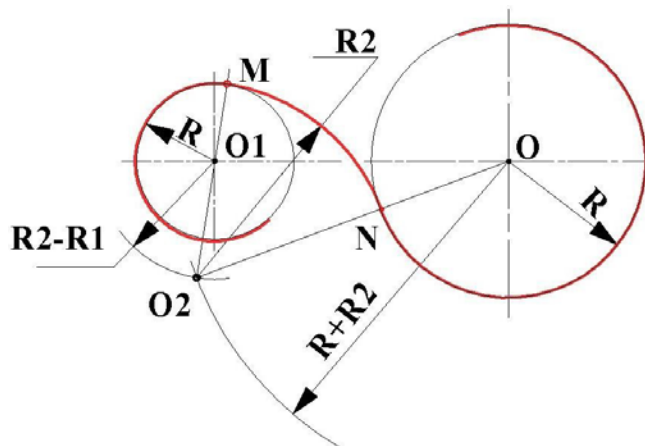
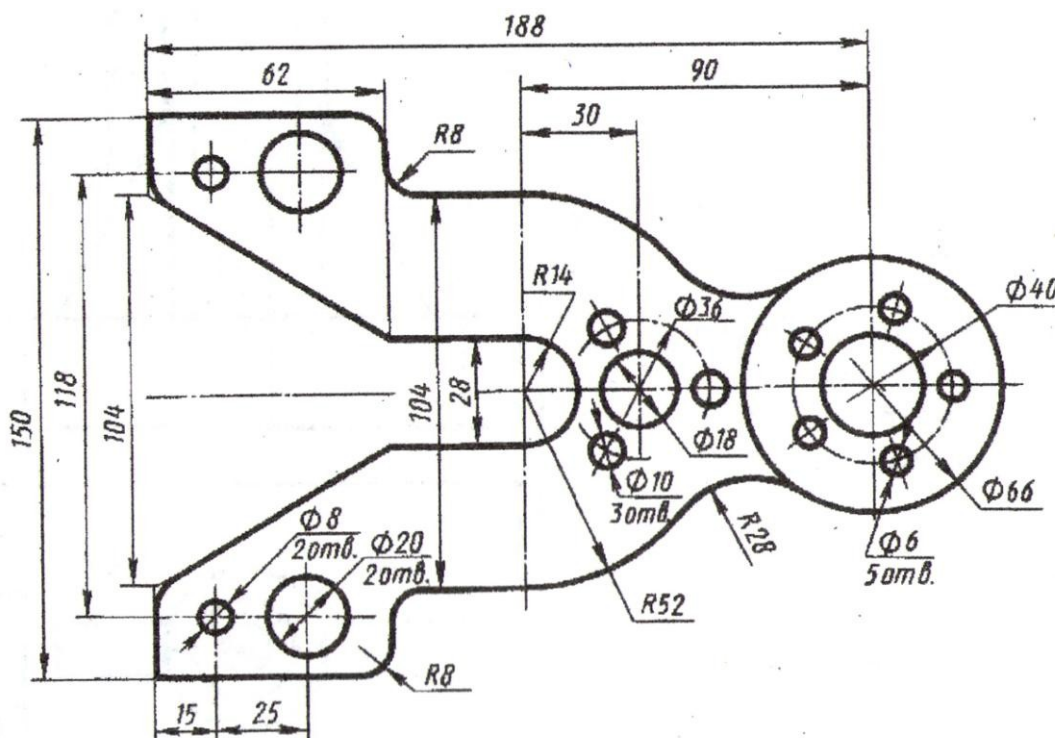


Рис.75

## **Занятие 6. Графическая работа №4 «Контур детали с элементами деления окружностей и сопряжениями». Формат А3. Масштаб 1:1**

1. Вычертить контур детали, применяя правила построения сопряжений и деления окружностей на равные части.
2. Проставить размеры в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-68 (СТ СЭВ 1976 -79, СТ СЭВ 2180 -80)
3. Выполнить обводку чертежа.
4. Работа выполняется по индивидуальным заданиям в соответствии с вариантом.

### **Пример задания**



# Занятие 7. Методы проецирования. Параллельное и центральное проецирование. Понятие о системе ортогональных плоскостей и координатах точки. Проецирование точки, прямой.

## 1. ЧТО ТАКОЕ ПРОЕКЦИЯ

Проецированием называют процесс получения изображения предмета на плоскости- бумаге, доске, асфальте и т. д. Получающееся при этом изображение называют проекцией.

Представление о проекции можно получить, рассматривая тени предметов. Полученная тень - проекция заданного предмета.

“Проекция”- слово латинское. В переводе на русский язык оно означает *“бросать (отбрасывать) вперед”*.

Если положить на бумагу какой-либо плоский предмет и обвести его карандашом, то мы получим изображение, соответствующее проекции этого предмета.

## 2. МЕТОД ПРОЕЦИРОВАНИЯ

Метод проецирования заключается в том, что любая из множества точек пространства может быть спроецирована с помощью проецирующих лучей на любую поверхность. Для этого представим некоторую заданную поверхность и точку  $A$  в пространстве. При проведении луча из точки  $S$  через точку  $A$  в направлении поверхности последний пересечет ее в некоторой точке  $A_1$  (рис.76).

- $a$  – плоскость проекций
- $A$  – проецируемая точка (оригинал)
- $A_1$  – проекция точки  $A$
- $AA_1$  – проецирующий луч

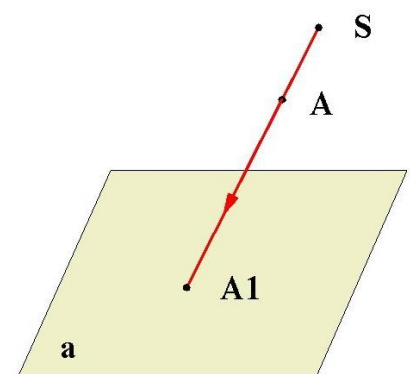


Рис.76

## 3. ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ

Центральный (конический) метод проецирования основан на том, что при проецировании на плоскость ряда точек ( $A$ ,  $B$ ,  $C$  и т. д.), все проецирующие лучи проходят через одну и ту же точку, называемую *центром проецирования*. ( $S$ )



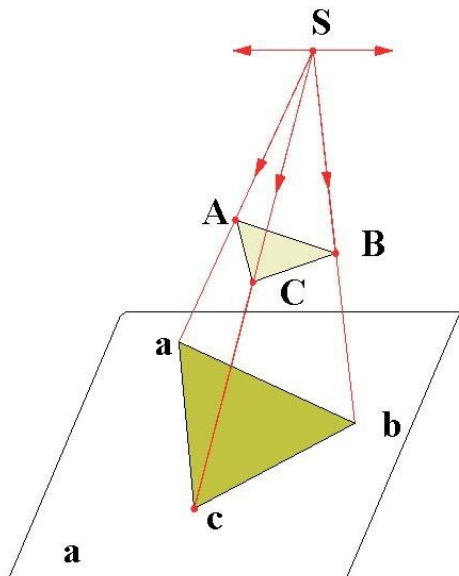


Рис.77

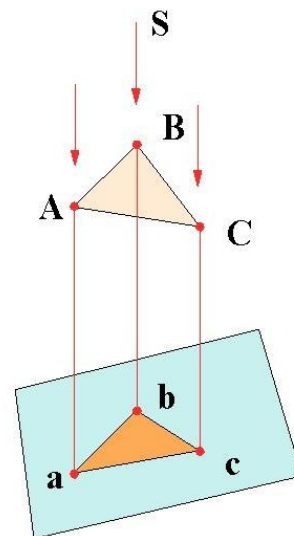
Представим в пространстве треугольник  $ABC$  и проецирующие лучи, проходящие через данный полюс  $S$  и через точки  $ABC$  треугольника, проведенные до пересечения с плоскостью  $a$ . Треугольник  $A_1 B_1 C_1$  будет центральной проекцией треугольника  $ABC$  (рис.77). Пример: фотография.

Метод центрального проецирования не удовлетворяет целому ряду условий, необходимых для технического чертежа, а именно: не дает однотипности изображения, полной ясности всех геометрических форм, как внешних, так и внутренних, не обладает удобоизмеримостью, не имеет простоты изображения.

#### 4. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ

Все проецирующие лучи, проходящие через точки треугольника  $ABC$ , будут параллельны между собой. Этот метод вытекает из метода центрального проецирования, при этом полюс должен быть удален на бесконечно большое расстояние от плоскости, на которую проецируется предмет (рис.78).

Рис.78



#### 5. ОРТОГОНАЛЬНЫЙ (ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ) МЕТОД ПРОЕЦИРОВАНИЯ

Проецирующие лучи параллельны между собой и перпендикулярны к плоскости проекции.

Данный метод - частный случай параллельного проецирования.

Таким образом, любая точка пространства может быть спроецирована на плоскость проекций:

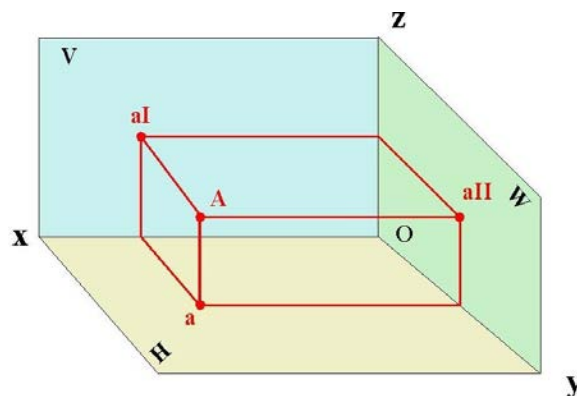


Рис. 79

на горизонтальную **H**, фронтальную и профильную **W**. Горизонтальную проекцию точки **A** обозначим **a**, фронтальную **a<sup>1</sup>** и профильную **a<sup>11</sup>**. Плоскости проекций в пространстве составляют между собой прямые углы, а линии их пересечения являются осями проекций и обозначаются **OX**, **OY**, **OZ**. (рис.79).

**Это основной способ используемый для построения изображений на чертежах.**

## **6. ИЗОБРАЖЕНИЯ**

*Изображение представляет собой графическое выражение предмета, как правило, выполненное способом проецирования при соблюдении основных правил упрощения в определенном масштабе, и служит для определения требуемых геометрических свойств предмета.*

Изображение должно определять форму предмета и взаимосвязь его составных частей. Предметы, используемые в любом положении, изображаются в положении, удобном для изготовления.

*Все чертежи изделий должны выполняться по методу прямоугольного проецирования, в котором за плоскости проекций принимают шесть граней куба, совмещая которые с плоскостью можно получить шесть проекций предмета.*

Согласно ГОСТ 2.305-68, изображения подразделяются на: **виды, разрезы, сечения**. Этот стандарт обязателен к применению в чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

## **7. ВИДЫ**

**Вид** - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий (рис.80).

Основным видом является, как правило, вид, который наиболее полно изображает предмет. Он принимается за **главный вид и располагается на фронтальной плоскости проекции**. Название основных видов на чертежах подписывать не следует.

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

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций (основные виды):

- 1 - вид спереди
- 2 - вид сверху
- 3 - вид слева
- 4 - вид справа
- 5 - вид снизу
- 6 - вид сзади

Число видов должно быть минимальным, но достаточным, чтобы чертеж читался однозначно, т. е. всеми одинаково, и чтобы можно было представить по чертежу как наружное, так и внутреннее устройство предмета.

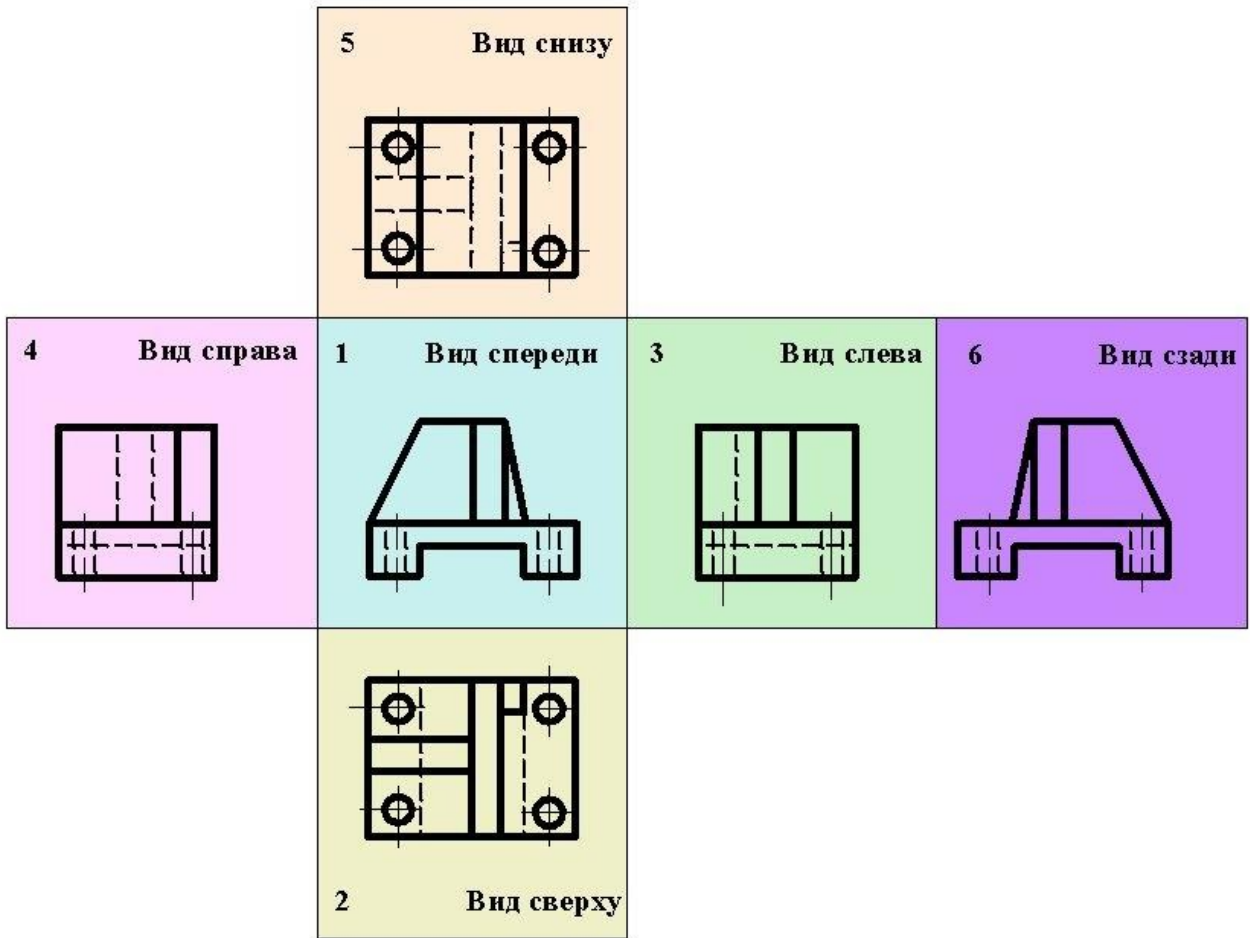


Рис.80

### 8. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ НА 1 ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИИ.

В графической работе 4 мы познакомились с проецированием плоской детали на 1 плоскость проекции. Располагали деталь параллельно плоскости и с помощью прямоугольного параллельного проецирования получали проекцию на данной плоскости. *Плоскость, на которой, получили изображение, называется плоскостью V (фронтальная плоскость проекции). Плоскость V-вертикальная плоскость, располагается перед лицом. На*



плоскости  $V$  показывается: фронтальная проекция, главный вид, вид спереди (рис.81).

На главном виде существует два размера:  $X$  - длина и  $Z$  - высота  
Ширина будет обозначаться символом:  $S$

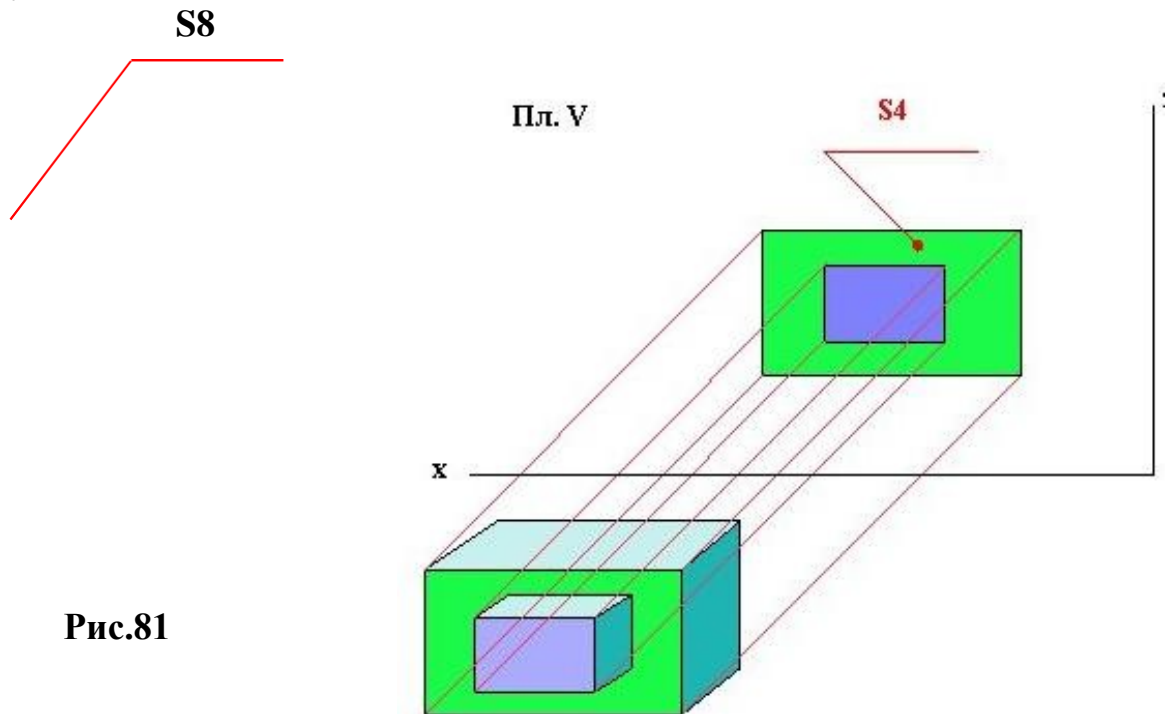


Рис.81

## 9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА 2 ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИИ

Одна проекция не всегда определяет геометрическую форму предмета.  
На таком изображении изделие показано видимым с одной стороны, что не дает полностью определить его формы и размеры (рис.82 а, б, в).

*Все эти недостатки можно устранить если построить изображение не на одну, а на две взаимно-перпендикулярные плоскости проекции (угол  $90^0$ ).*

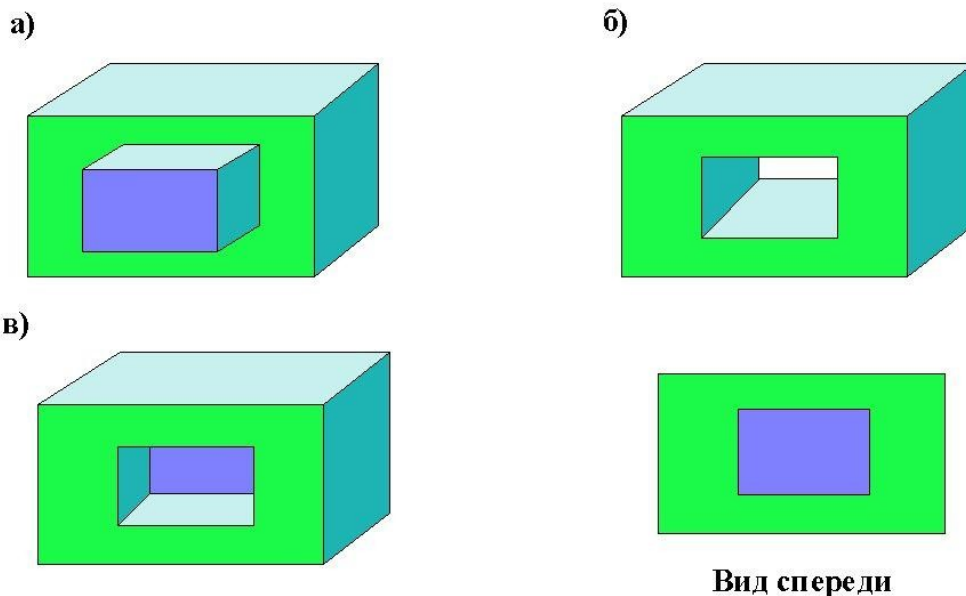


Рис.82

Одна из плоскостей - плоскость V.

Вторая плоскость проекции располагается относительно плоскости V под углом  $90^0$  и называется горизонтальной плоскостью проекции (H).

На горизонтальной плоскости проекции (H) располагается:  
горизонтальная проекция, вид сверху.

Для того чтобы одновременно увидеть вид спереди и вид сверху, в одной плоскости, мысленно горизонтальную плоскость проекции (H) опустим вниз до тех пор пока она не встанет вровень с фронтальной плоскостью проекции (V). Одновременно изделие поворачиваем вниз на  $90^0$ .



В этом случае вид сверху всегда располагается точно под главным видом по вертикальным тонким линиям связи.

Линии связи как бы связывают вид спереди и вид сверху.

Линии связи - тонкие сплошные линии.

*На плоскости H существуют две оси: X- длина, Y- ширина.*

Ось X является общей для плоскости V и плоскости H, т. е. длина на виде спереди и виде сверху будут одинаковой (рис.83)

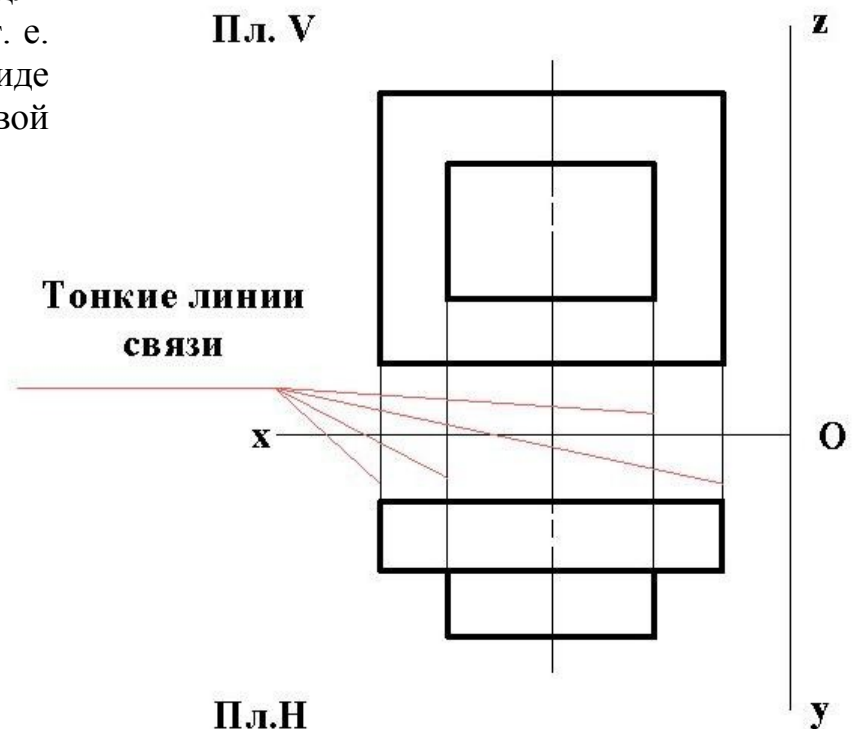


Рис.83

Способ прямоугольного проецирования на две взаимно перпендикулярные плоскости был разработан французским ученым - геометром Госпаром Монжем в конце XVIII в. Поэтому такой способ иногда называют методом Монжа.

## 10. ПРЯМОУГОЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА 3 ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИИ

Представим себе, что у предмета, изображенного на рисунке, срезана верхняя передняя часть, как показано на (рис.84 а, б, в).

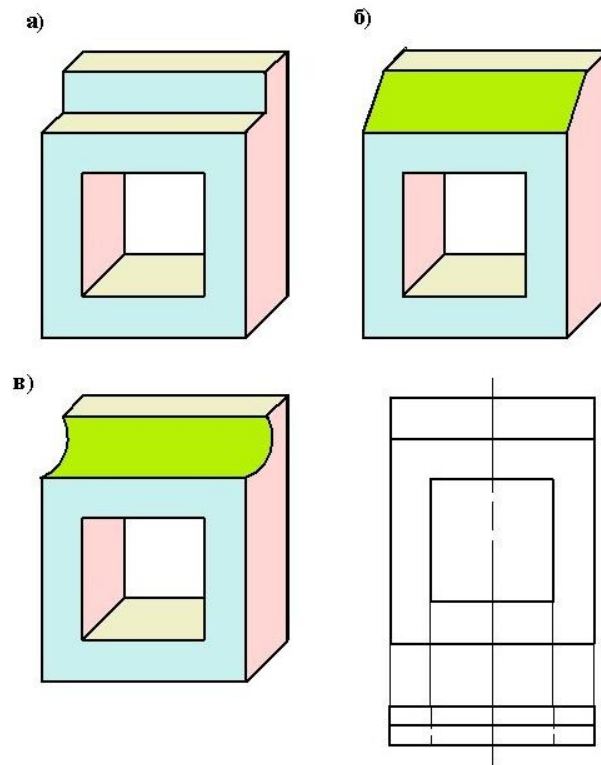


Рис.84

Двух проекций для выявления геометрической формы и размеров изображения предмета оказывается недостаточно.

Чтобы определить форму и размеры элемента, его нужно спроецировать еще на одну плоскость проекций, одновременно перпендикулярную фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций.

Эту плоскость называют **профильной плоскостью проекции** и обозначают **W**. Полученное на этой плоскости изображение - **профильная проекция предмета, вид сбоку (профиль)**.



*Чтобы получить чертеж в прямоугольных проекциях, необходимо совместить фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций в одну плоскость. Для этого, как было сказано выше, горизонтальную плоскость проекции **Н** поворачивают вокруг линии ее пересечения с фронтальной плоскостью проекций **V** на  $90^{\circ}$ , а профильную плоскость проекции **W** также поворачивают на  $90^{\circ}$ , вокруг линии ее пересечения с плоскостью **V**. Теперь все три плоскости проекции располагаются в одной плоскости.*

*На плоскости **W** существуют две оси: **Z** - высота, **У** - ширина.*

*В пересечении с плоскостью **Н** плоскость **W** имеет общий размер - **У**, а в пересечении с плоскостью **V** плоскость **W** имеет общий размер **Z**.*

На чертеже профильную проекцию располагают в проекционной связи с фронтальной проекцией, т. е. справа от фронтальной проекции, на одной высоте, по тонким горизонтальным линиям связи (рис.85).

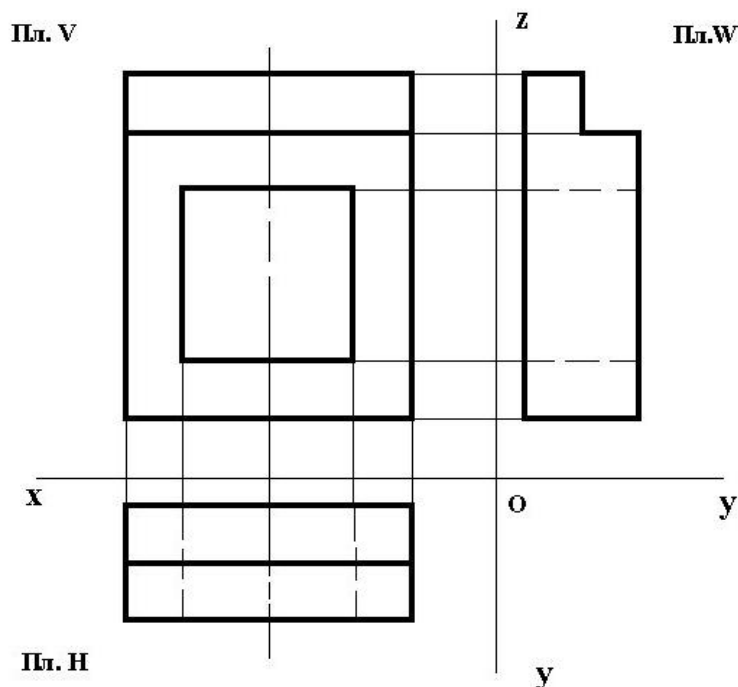


Рис.85

## 11. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХ ПРОЕКЦИЙ

В практике существует несколько способов построения 3 проекций:

- а) при помощи вспомогательной линии под углом  $45^{\circ}$ ;
- б) при помощи циркуля

### а) при помощи прямой вспомогательной линии.

Эта линия проводится под углом в  $45^{\circ}$  к линии рамки чертежа. Линии связи на виде сверху доводят до этой вспомогательной линии. Из точки пересечения с ней восстанавливают перпендикуляр до пересечения с горизонтальной линией связи проведенной с фронтальной проекцией. Все построения сначала выполняют тонкими линиями.

### **б) при помощи циркуля.**

В этом случае необходимо провести оси  $X, Y, Z$ .

Линии связи проводят до осей, берут циркуль, ставят ножку циркуля в точку пересечения осей и проводят дугу с одной точки линии связи на оси  $Y$  на другую ось  $Y$ . Из этой точки восстанавливаем перпендикуляр до точки пересечения с другой линией связи, проведенной с главного вида.

## **12. ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХ ПРОЕКЦИЙ ТОЧКИ**

Положение любой точки в пространстве определяется расстояниями от плоскостей проекций, что соответствует **декартовой прямоугольной системе координат**.

**Координатами** называют числа, которые служат для определения положения точки в пространстве. Координату  $x$  называют **абсциссой**,  $y$  – **ординатой** и  $z$  – **апplikатой**.

- $A$  – проецируемая точка  $A$
- $a$  – проекция на горизонтальную плоскость  $H$
- $a'$  – проекция на фронтальную плоскость  $V$
- $a''$  – проекция на профильную плоскость  $W$

### **Комплексный чертеж (эпюр) точки $A$**

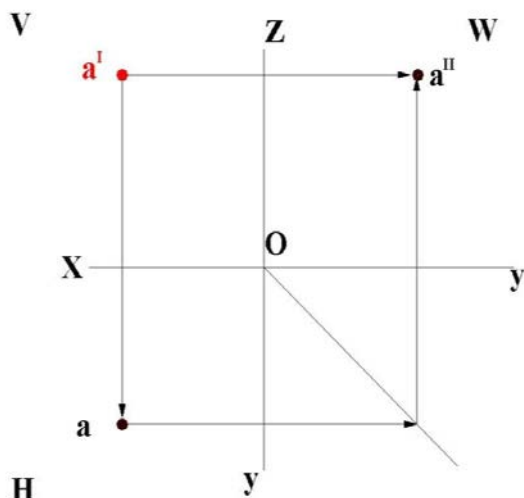
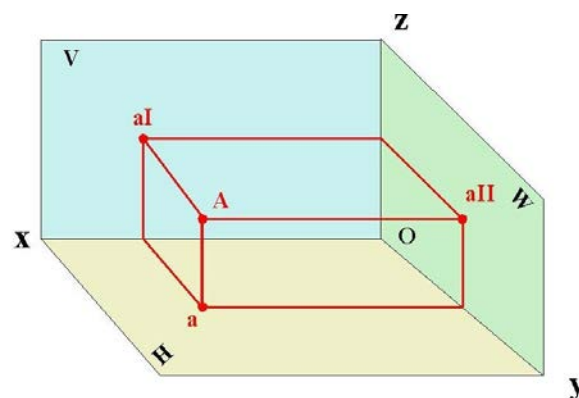


Рис.86

### **Аксонометрия точки $A$**



Зная координаты точки, мы можем построить ее комплексный и аксонометрические чертежи.

### **УПРАЖНЕНИЕ.**

- 1. Построить комплексный чертеж и аксонометрию точки  $A (30, 40, 20)$ ;**
- 2. На этих же чертежах построить точку  $B (15, 20, 40)$ . Соединить точки и соответствующие проекции.**
- 3. Построить комплексные чертежи и аксонометрии пар точек:  
 $C (10, 30, 30)$  и  $D (40, 30, 30)$   
 $E (40, 20, 20)$  и  $F (10, 30, 20)$**

## **Занятие 15. Положение прямых в пространстве.**

**Проекция прямой – всегда прямая или точка.** Чтобы положение данной прямой в пространстве было определенным, необходимо иметь не менее двух проекций отрезка.



Прямая, наклонная ко всем плоскостям проекций, называется **прямой общего положения** (рис.87).

Таких прямых в пространстве множество, среди которого есть прямые частного положения.

**Прямой частного положения** называется прямая, которая параллельна хотя бы одной из плоскостей проекций.

Частные положения прямых в системе трех плоскостей проекций можно разбить на **три группы**:

**1 группа - проецирующие прямые** - прямые, параллельные двум плоскостям проекций и перпендикулярные к третьей (горизонтально-проецирующая, фронтально-проецирующая, профильно-проецирующая);

**2 группа - прямые уровня** - параллельные одной плоскости проекций, а к двум другим направлены под углом (горизонтальная, фронтальная, профильная);

**3 группа - прямые лежащие в плоскости проекции.**

#### **УПРАЖНЕНИЕ.**

**1. Определите какими прямыми являются прямые  $AB$ ,  $CD$ ,  $EF$ , построенные на прошлом занятии. Подпишите их названия.**

**2. Достройте и подпишите недостающие прямые частного положения.**

**К первой группе относятся:**

а) **Фронтально-проецирующая прямая (рис.88)**, заданная отрезком  $AB$ , параллельна плоскостям  $V$  и  $H$  и перпендикулярна плоскости  $W$ . В этом случае отрезок прямой проецируется на плоскость  $V$  и  $H$  в натуральную величину, а на плоскость  $W$  – в виде точки;

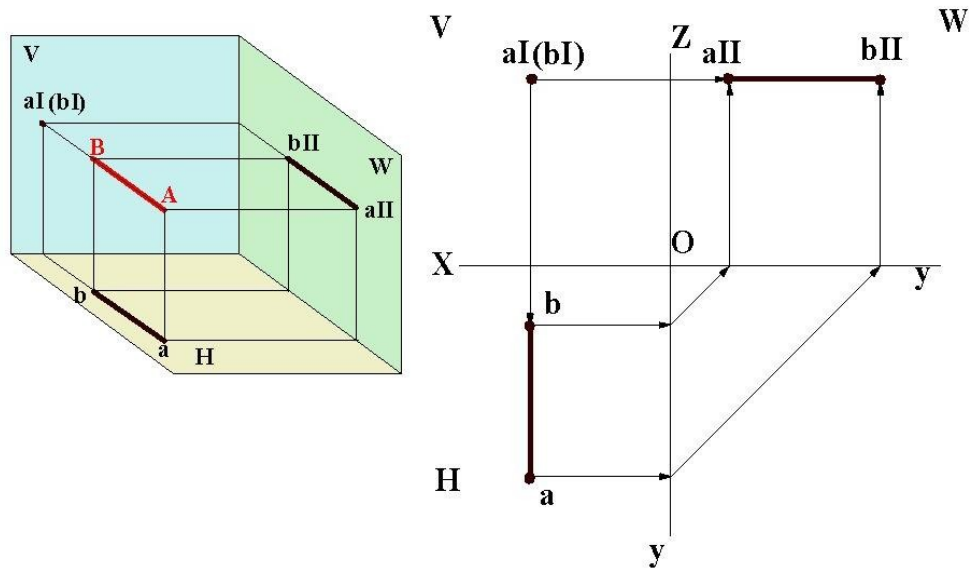


Рис.88

б) *Профильно-проецирующая прямая* АВ (рис.89), параллельна плоскости Н и W и перпендикулярна плоскости проекций V. В этом случае отрезок прямой спроецируется на плоскости W и Н в натуральную величину, а на плоскость V – в виде точки;

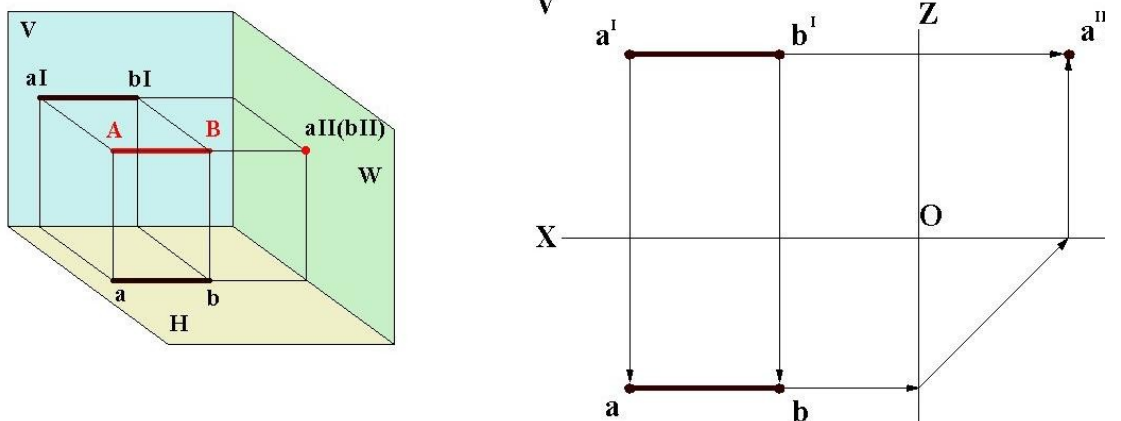


Рис.89

в) *Горизонтально-проецирующая прямая* АВ (рис.90), параллельна плоскостям V и W и перпендикулярна плоскости Н. В этом случае отрезок прямой проецируется на плоскости проекций V и W в натуральную величину, а на плоскость Н – в виде точки.

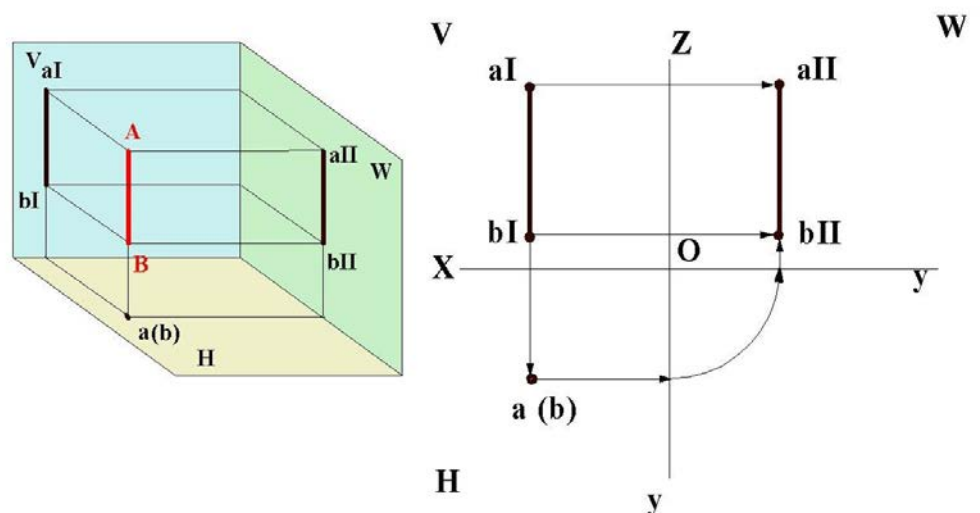


Рис.90

Характерным признаком расположения прямой в пространстве является проекция, которая изображается в виде точки.

**Прямые, перпендикулярные к плоскостям проекций, называются проецирующими прямыми.**

Ко второй группе относятся:

а) **Горизонтальная прямая** АВ, параллельна горизонтальной плоскости проекции Н и наклонна к плоскостям V и W. В этом случае отрезок прямой проецируется на горизонтальную проекцию Н в натуральную величину. (рис.91);

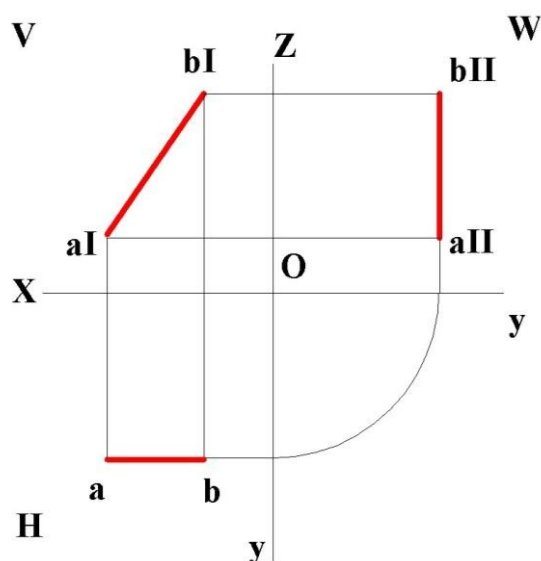


Рис. 92

в) **Профильная прямая** АВ, наклонна к плоскостям Н и V. В этом случае отрезок проецируется на профильную плоскость проекций W в натуральную величину (рис.93).

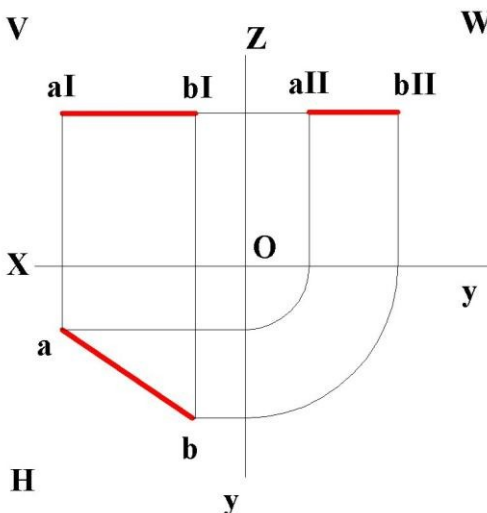


Рис.91

б) **Фронтальная прямая** АВ, наклонна к плоскости Н и W. В этом случае отрезок прямой проецируется на фронтальную плоскость проекций V в натуральную величину (рис.92)

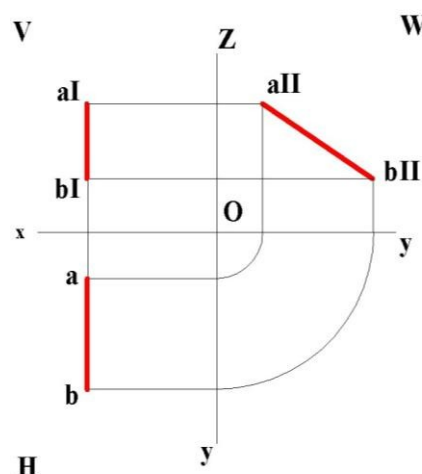


Рис.93

Определяющей проекцией рассмотренных прямых является проекция, которая расположена параллельно оси проекции.

Прямые, параллельные плоскостям проекций, называются **прямыми уровня**.

К третьей группе относятся:

а) прямая, лежащая в горизонтальной плоскости проекций  $H$ . Фронтальная и профильная проекции такой прямой будут находиться на осях проекций ( $x$  и  $y$ ) (рис. 94).

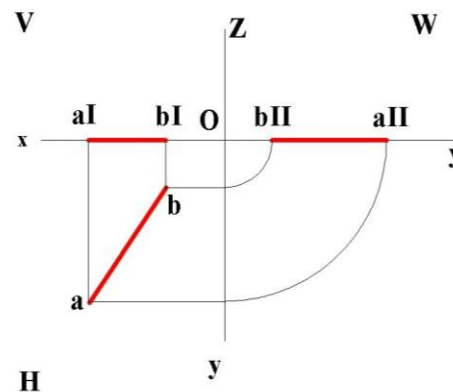


Рис.94

б) прямая лежащая во фронтальной плоскости проекций  $V$ . Горизонтальная и профильная проекции такой прямой будут находиться на осях проекций ( $x$  и  $z$ ) (рис.95).

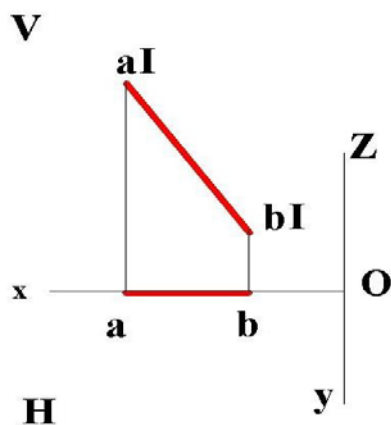


Рис.95

в) прямая, лежащая в профильной плоскости проекций  $W$ . Горизонтальная и фронтальная проекции будут находиться на осях проекций ( $y$  и  $z$ ) (рис.96).

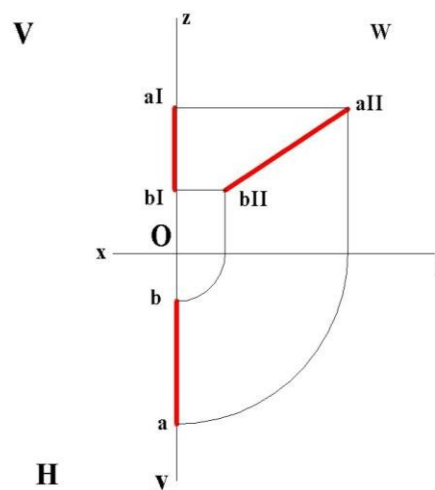


Рис.96

## Занятие 8. Положение плоскостей в пространстве.

*Все плоскости можно разделить на плоскости общего положения и на плоскости частного положения.*

**Плоскостью общего положения** будем называть плоскость, которая не параллельна и не перпендикулярна ни одной из плоскостей проекций. Таких плоскостей в пространстве может быть множество (рис. 97).

$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$  – плоскости проекций;

$P$  - плоскость частного положения;

$P\Pi_1, P\Pi_2, P\Pi_3$  – *следы плоскости  $P$*  – линии пересечения плоскости с плоскостями проекций;

$Px, Py, Pz$  – *точки схода* – точки пересечения плоскости с осями координат.

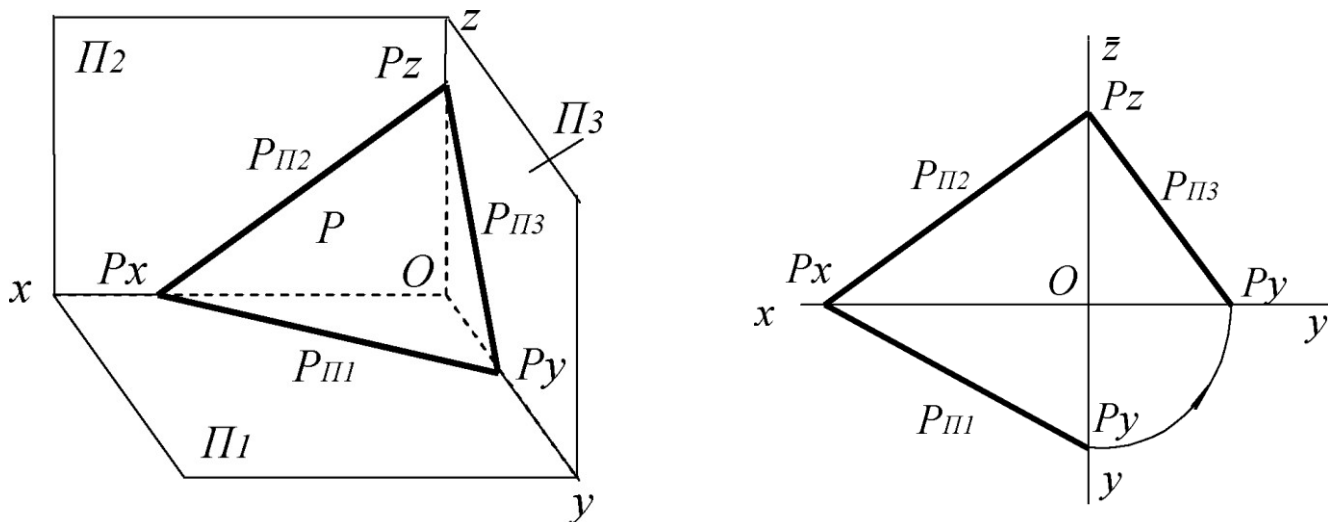
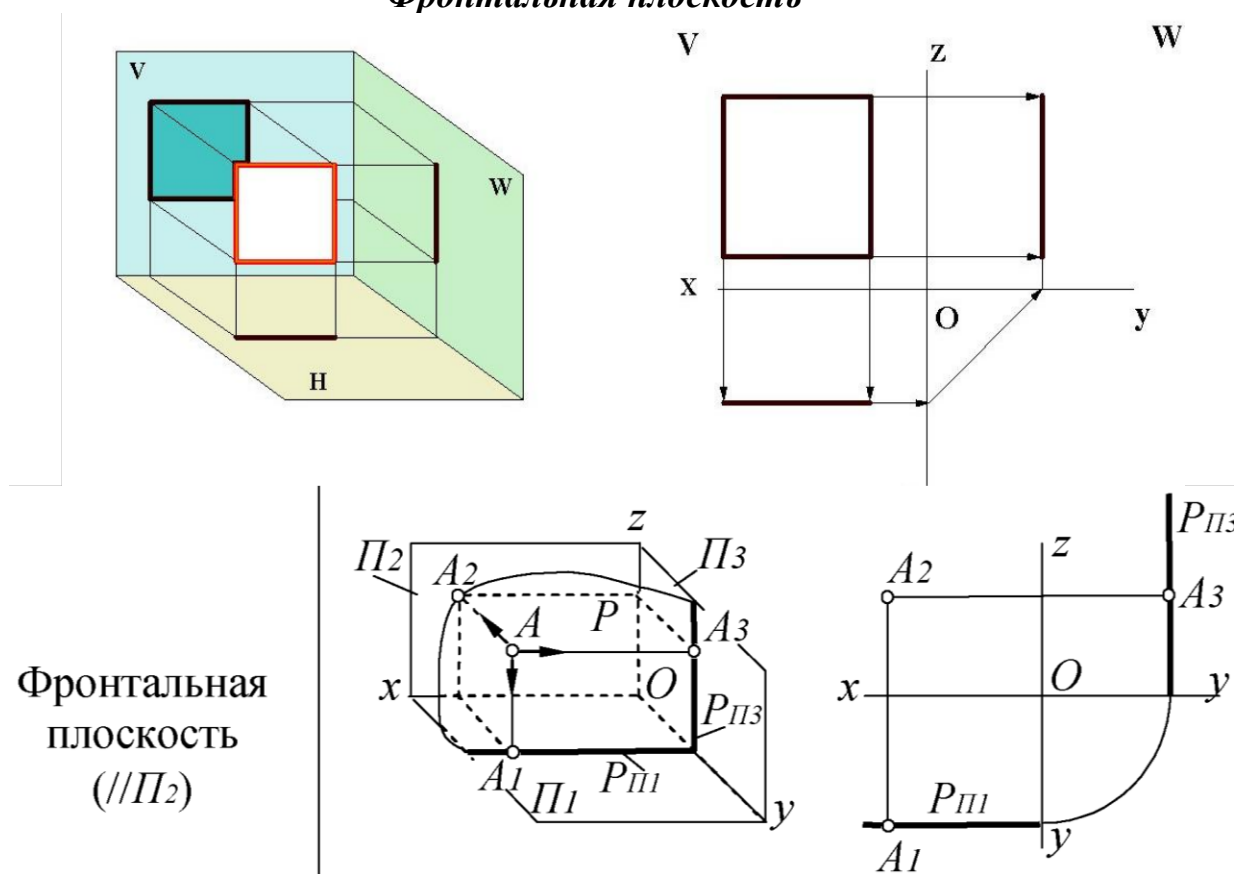


Рис. 97

**Плоскостью частного положения** будем называть плоскость, которая параллельна или перпендикулярна хотя бы одной из плоскостей проекций. В системе трех плоскостей проекций они делятся на две группы.

**К первой группе** относятся плоскости, перпендикулярные к двум плоскостям проекций и параллельные одной из них, - это **плоскости дважды проецирующие**, или **плоскости уровня** (рис.98).

**Фронтальная плоскость**

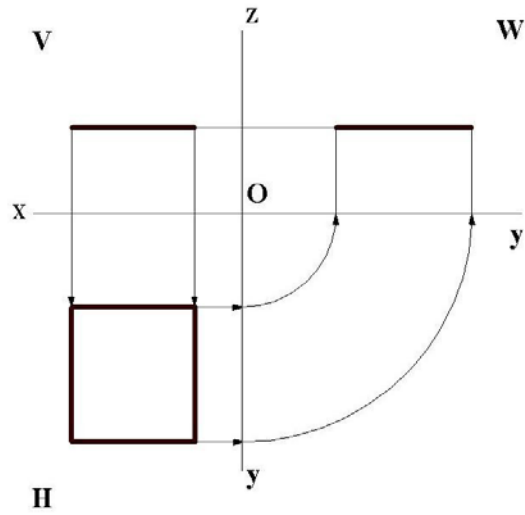
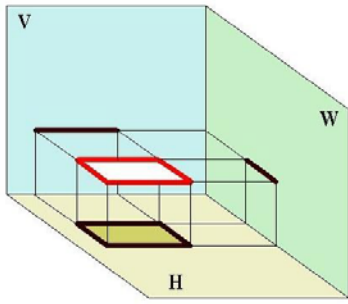


Фронтальная  
плоскость  
( $\parallel \Pi_2$ )

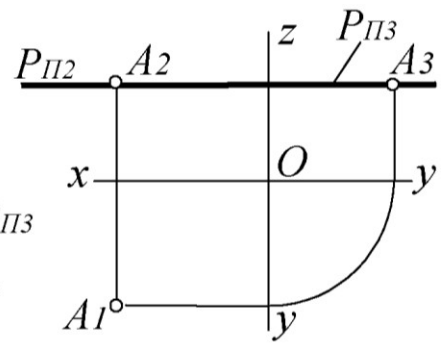
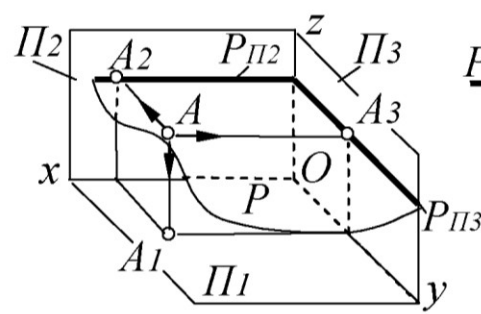
**УПРАЖНЕНИЕ.**

Самостоятельно проанализируйте положение и постройте комплексные чертежи и аксонометрии горизонтальной и профильной плоскостей.

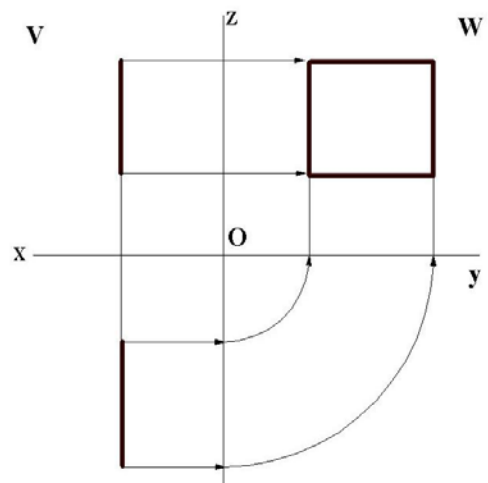
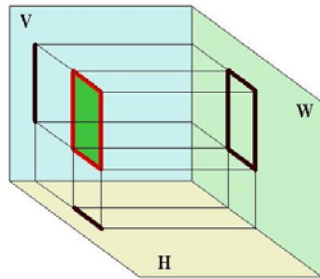
## Горизонтальная плоскость



Горизонтальная  
плоскость  
(// $\Pi_1$ )



## Профильная плоскость



Профильная  
плоскость  
(// $\Pi_3$ )

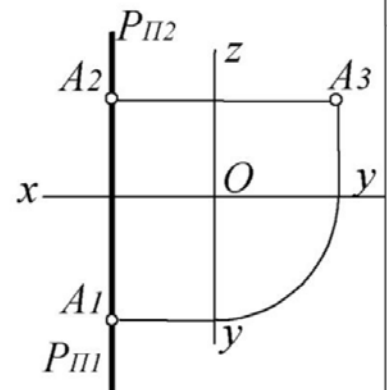
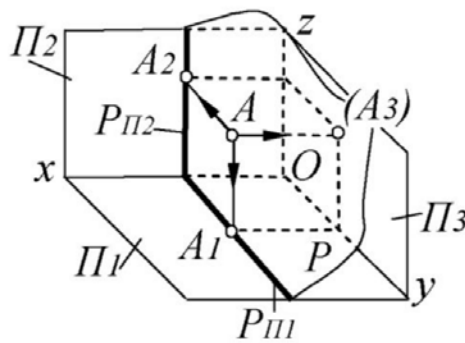
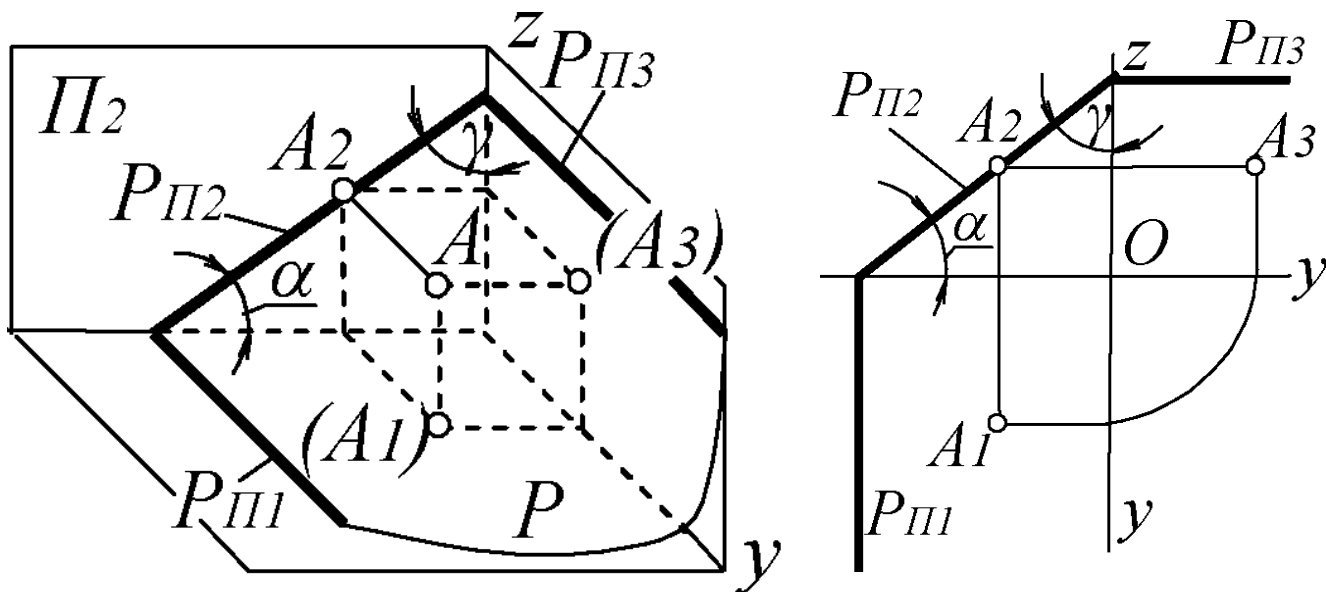


Рис. 98

**Ко второй группе** относятся плоскости, перпендикулярные одной плоскости проекций и наклонные к двум другим. Такие плоскости называются **проецирующими** (рис.99).

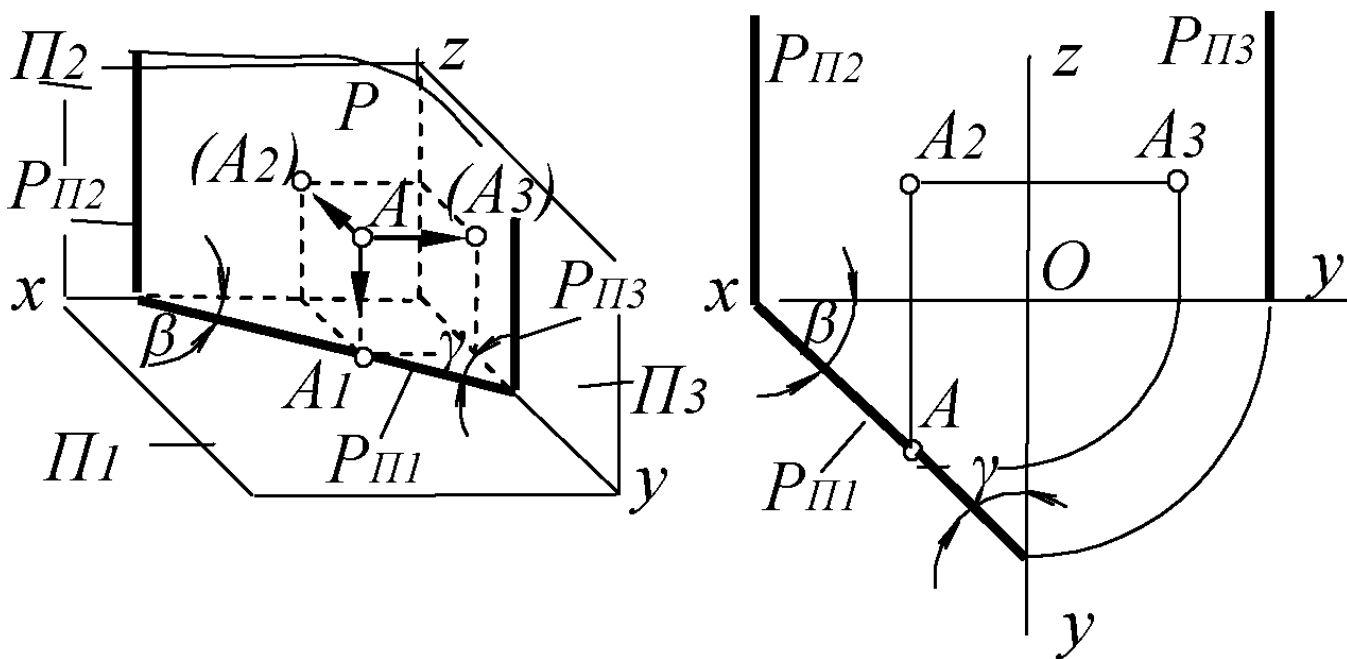
*Фронтально-проецирующая плоскость*



**УПРАЖНЕНИЕ.**

Самостоятельно проанализируйте положение и постройте комплексные чертежи и аксонометрии горизонтально-проецирующей и профильно-проецирующей плоскостей

*Горизонтально-проецирующая плоскость*



## Профильно-проецирующая плоскость

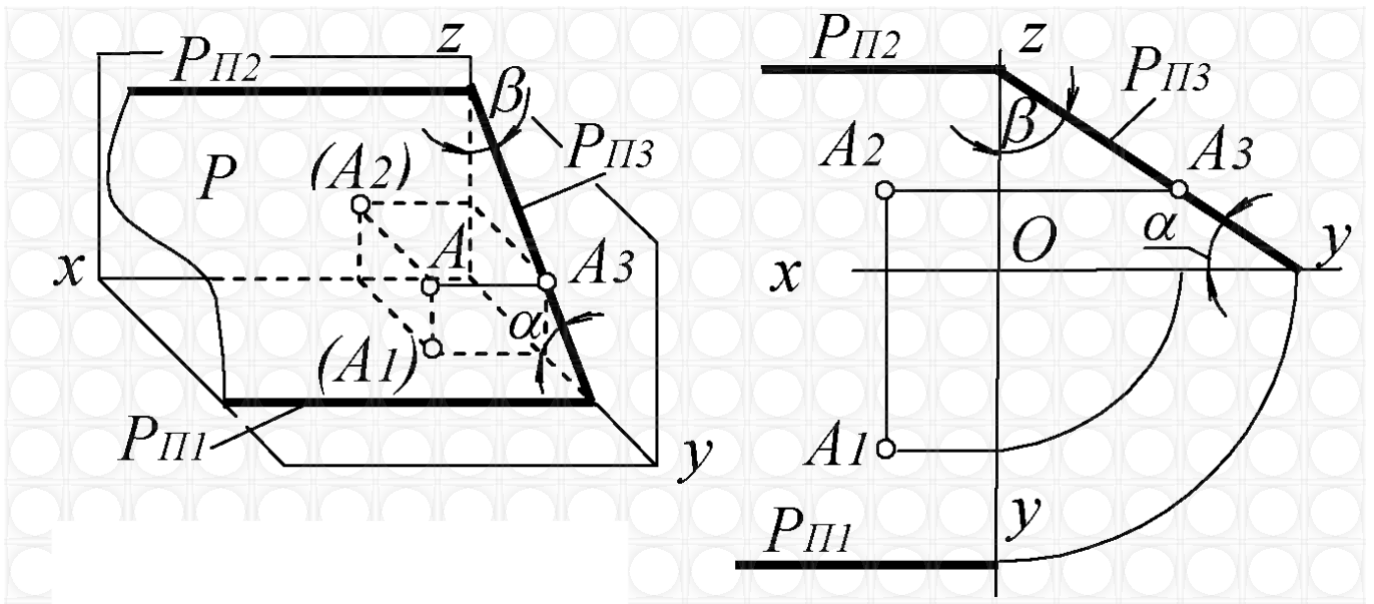


Рис.99

### Занятие 9-10. Комплексные чертежи геометрических тел. Проекции точек, принадлежащих поверхности геометрических тел.

Часть пространства, ограниченная со всех сторон поверхностью, называется **телом**.

**Грань** - плоская поверхность ограниченная ребрами.

Линия пересечения двух соседних граней между собой образуют **ребра**.

Места соединения ребер и граней между собой образуют **вершину**.

**Основание** - это элемент, который располагается параллельно горизонтальной плоскости проекции.

**Кривая поверхность** - поверхность тела вращения.

**Многогранником** называется тело, ограниченное плоскими многоугольниками (рис.100).

Многогранник, две грани которого конгруэнтны (параллельны и одинаковы между собой), а остальные пересекаются по параллельным прямым, называются **призмой** (рис.100, б – е). Название призмы зависит от того, какой многоугольник лежит в ее основании, если треугольник, то и призма называется **треугольной**, если четырехугольник, то призма будет **четырёхугольной** и.д. Призма, основанием которой служит параллелограмм, называется **параллелепипедом** (рис.100, в). Прямоугольный параллелепипед, все ребра которого равны и параллельны между собой, называется **кубом** (рис.100, а).

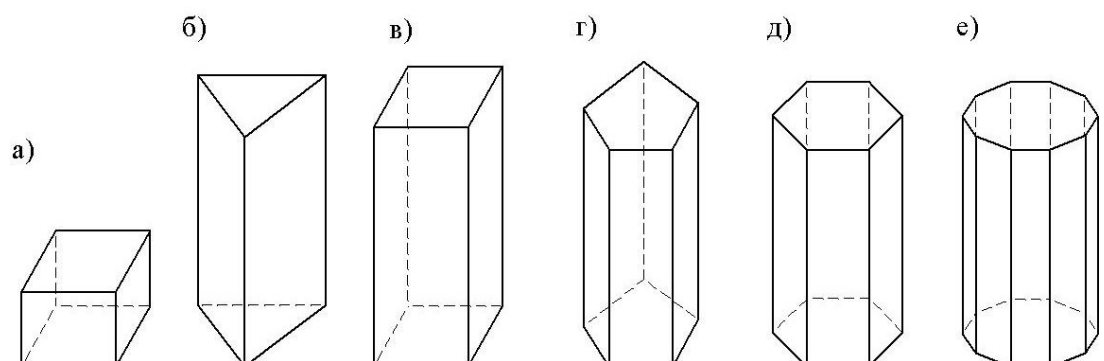


Рис.100



Многогранник, одна грань которого, называемая **основанием** есть многоугольник, а остальные грани треугольники с общей вершиной, называется пирамидой (рис.101, ж, з, и).

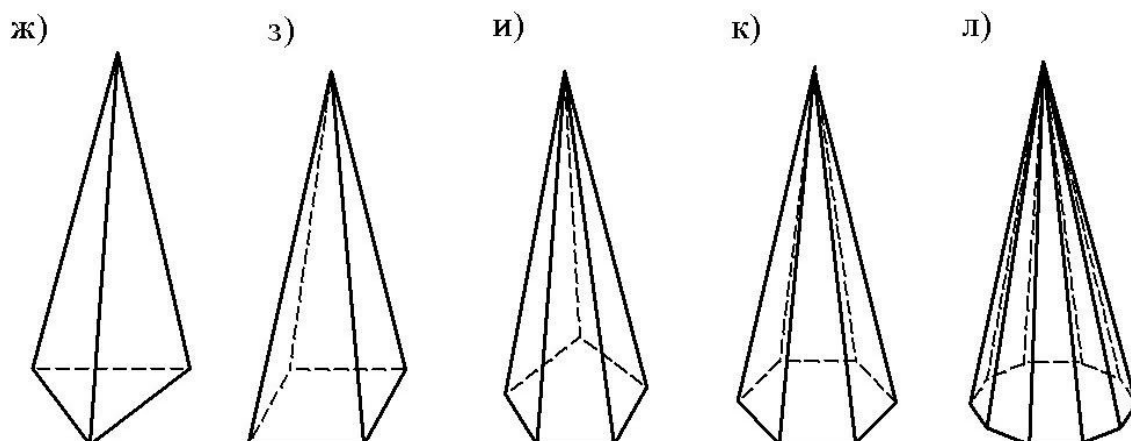


Рис.100

Пирамиды и призмы могут быть правильными, если их основанием служит правильный многоугольник и высота проходит через его центр. У правильных многогранников все грани - *равные правильные многоугольники и все двугранные углы его конгруэнтны*.

### ***1. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЫ***

Спроецируем прямую четырехугольную призму на три взаимно перпендикулярные плоскости V, H, W (рис.101).

Рассмотрим положение ребер и граней призмы относительно плоскостей проекций. Ребра АВ, СД, ЕF и KL расположены перпендикулярно фронтальной и параллельно горизонтальной плоскости проекций. Каждое из этих ребер проецируется на фронтальную плоскость проекций в виде точки, а на горизонтальную плоскость проекций в виде прямых, перпендикулярных к оси проекций ОХ.

Грани АBEF и CDKL перпендикулярны фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций, и они спроецируются на обе плоскости проекций в виде прямых, перпендикулярных к оси проекций ОХ. Грани BDZF и ACEK конгруэнтны и параллельны фронтальной и перпендикулярны горизонтальной плоскостям проекций, в силу чего эти грани проецируются на фронтальную плоскость в виде фигуры, равной данным граням, а на горизонтальную плоскость – в виде прямых, параллельных оси проекций ОХ.

Верхняя грань ABCD, равная грани EKZF, проецируется в такую же равную фигуру на горизонтальную плоскость проекций.

Ребра AE, BF, CK и DL, расположенные перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций, спроецируются на нее в виде точек, а ребра AC, BD, EK, FL, расположенные параллельно фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций, проецируются в натуральную величину в виде отрезков, равных данным.

Проанализировав таким образом положение всех ребер и граней призмы, перейдем к вычерчиванию проекций. На фронтальной плоскости проекций грань BDLF спроецируется в натуральный размер в виде прямоугольника.

Задняя грань и передняя грань совпадут. Аналогично находим горизонтальную проекцию призмы, которая изобразится в виде четырехугольника, равного грани  $ABDC$ .

Нижнее основание и верхнее совпадут.

По двум проекциям можно построить третью проекцию, а также определить положение точки лежащей на проекции.

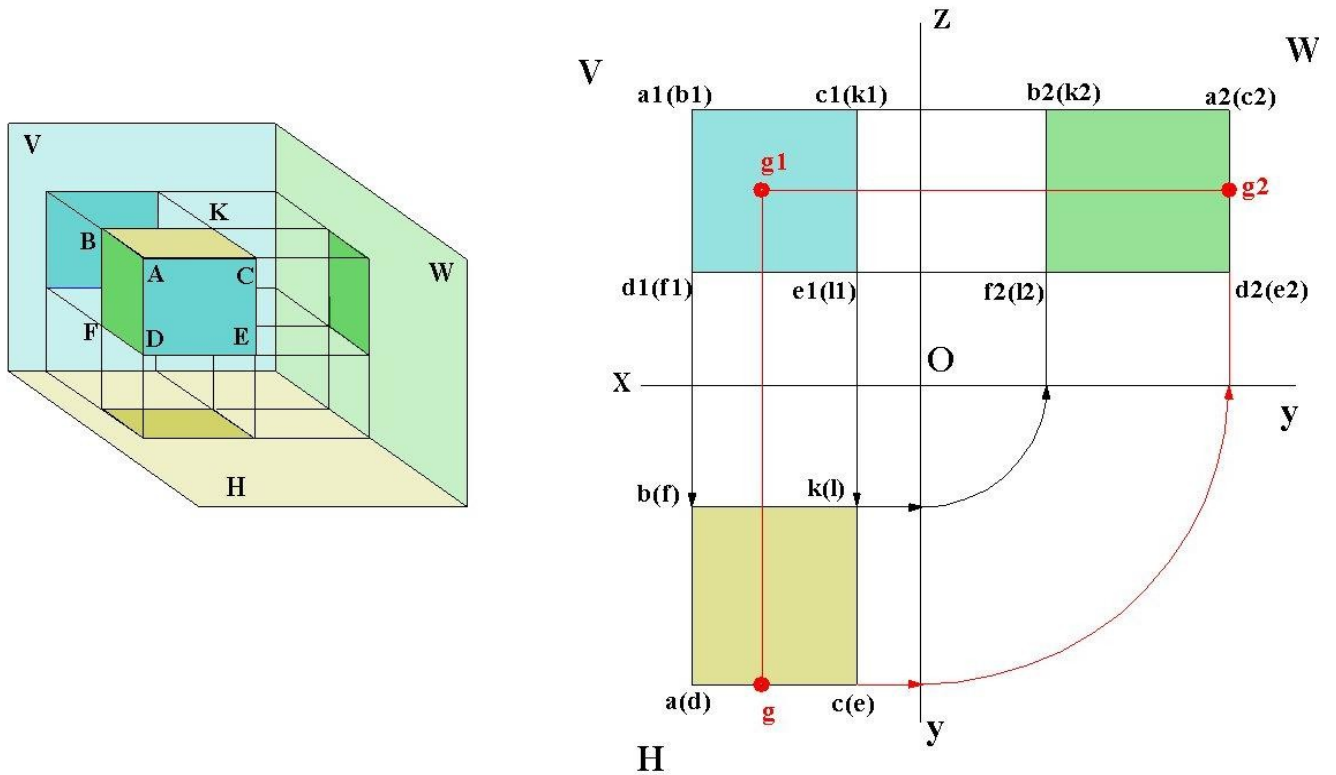


Рис.101

### ***ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ШЕСТИУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЫ***

На (рис.102) показано проецирование шестиугольной призмы на три взаимно перпендикулярные плоскости  $V, H, W$ .

На любой поверхности призмы можно найти проекции точки, если задана одна из них, лежащая на поверхности призмы или две точки, не лежащие на поверхности. Нахождение проекции точки осуществляется по методу переноса проекции точки с одной плоскости на другую.

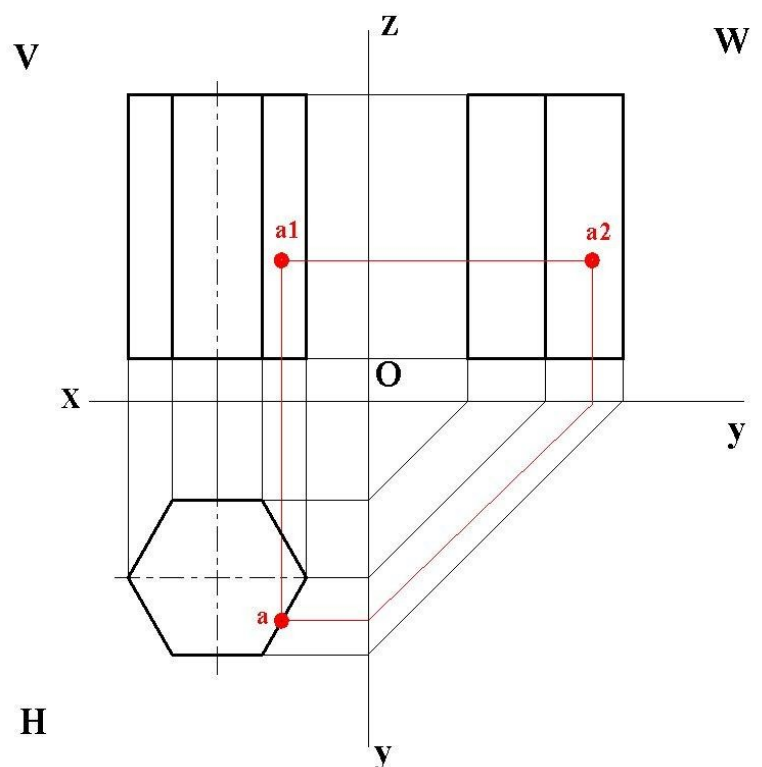


Рис.102

### 3. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПИРАМИДЫ.

На любой поверхности можно найти проекции точки, если задана одна из них.

Рассмотрим пример нахождения точки, лежащей на горизонтальной проекции.

Требуется найти фронтальную и профильную проекции данной точки.

1) Каждая точка находится при помощи прямой, лежащей в плоскости или образующей, так как точка, принадлежащая плоскости лежит на линии, принадлежащей также данной плоскости. То есть через заданную точку  $l$  лежащей на горизонтальной плоскости проекции, проведем образующую линию  $Sl$ , которая соединит вершину пирамиды с основанием этой пирамиды. На фронтальной проекции также проведем образующую основания с вершиной  $S^1L^1$ . На это линии и будет находится искомая точка  $l^1$  (рис.103).

2) Эту же проекцию точки можно найти и при помощи правила подобия. В этом случае через точку проводят фигуру подобную основанию пирамиды. После чего проекцию точки переносим с помощью линий связи на фронтальную и профильную плоскости проекций.

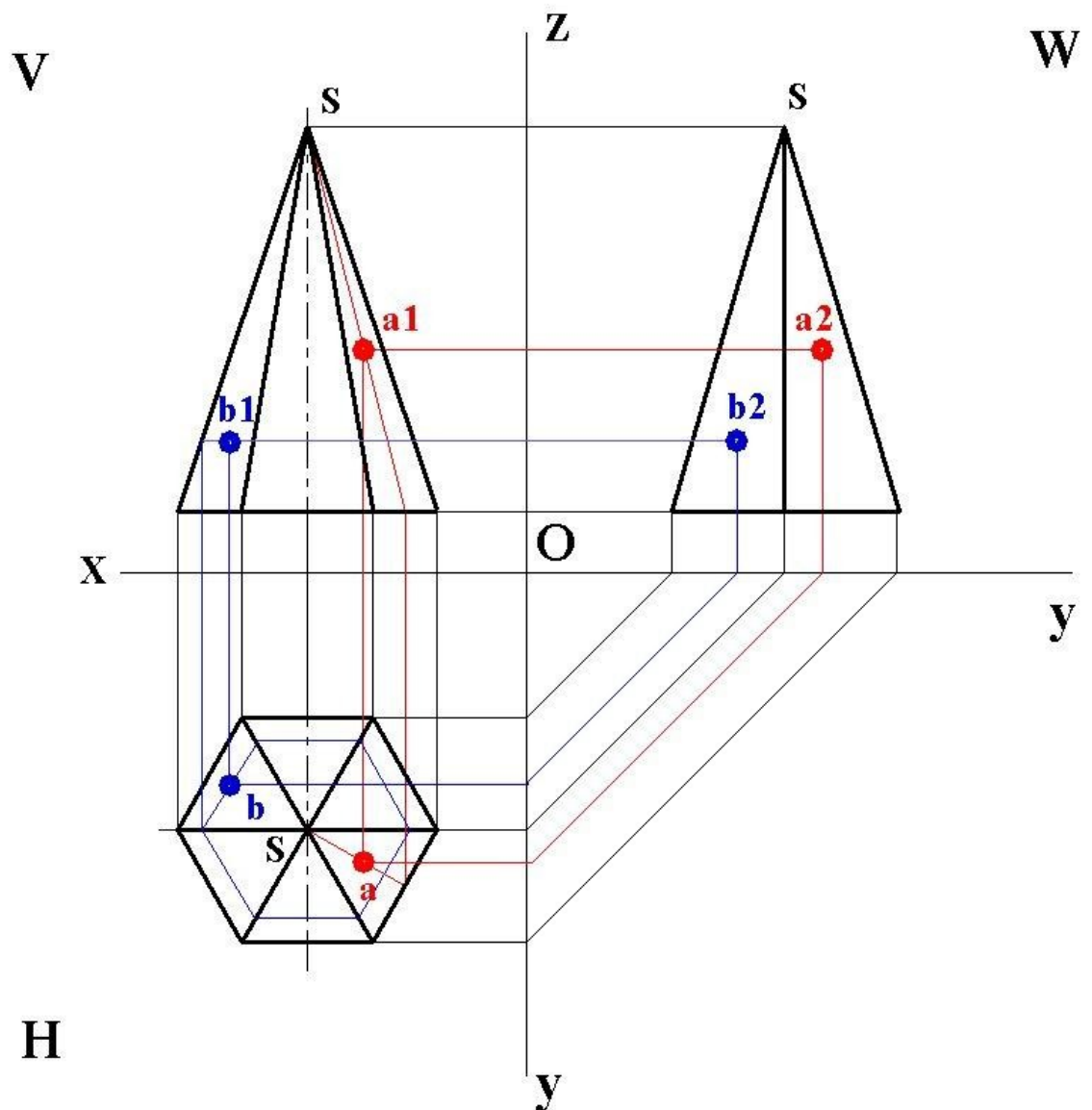
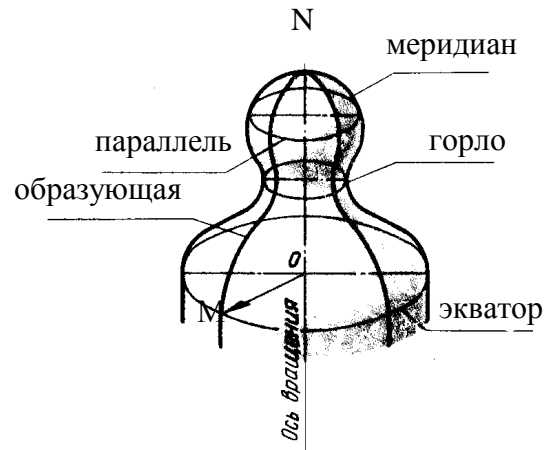


Рис.103

#### 4. ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ.

Представим в пространстве какую - ни будь линию MN и будем ее вращать вокруг неподвижной прямой ON. Тогда линия MN при вращении образует поверхность, которая называется **поверхностью вращения**.



Неподвижная прямая NO называется **осью вращения**, а линия MN называется **образующей** поверхности. Плоскость, перпендикулярная к оси вращения, пересекаясь с поверхностью вращения, дает в сечении окружность. Самая большая окружность называется **экватором**, самая маленькая - **горлом**. Любая секущая плоскость, проходящая через ось, называется **меридиональной плоскостью**, а линия ее пересечения с поверхностью вращения - **меридианом**. Тела вращения - **цилиндр, конус, шар, тор и т. д.**

Поверхность, образованная прямой АВ, перемещающейся в пространстве параллельно данной прямой и пересекающей при этом кривую линию MN, называется **цилиндрической поверхностью**. Прямая АВ называется **образующей**, а MN - **направляющей** (рис.104).

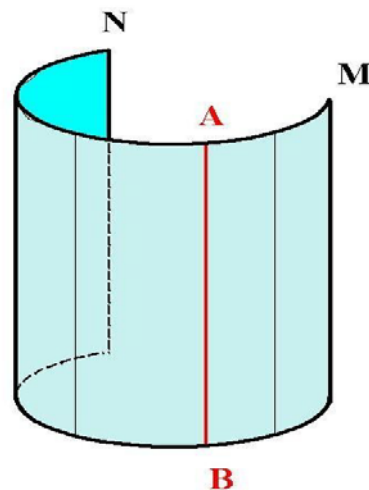


Рис.104

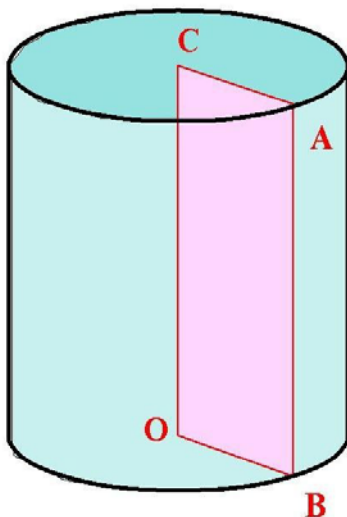


Рис.105

**Цилиндром** (рис.105) называется тело, ограниченное цилиндрической поверхностью и двумя параллельными плоскостями, называемыми основаниями. Основания цилиндра - это конгруэнтные круги. Цилиндр может быть прямым или наклонным, смотря по тому, перпендикулярны или наклонны к основанию его образующие.

**Конической** поверхностью называется поверхность, образованная движением прямой АВ, перемещающейся в пространстве через неподвижную точку S и пересекающей кривую линию MN. Прямая АВ называется **образующей**, линия MN - **направляющей**, а точка - **вершиной конической поверхности** (рис.106).

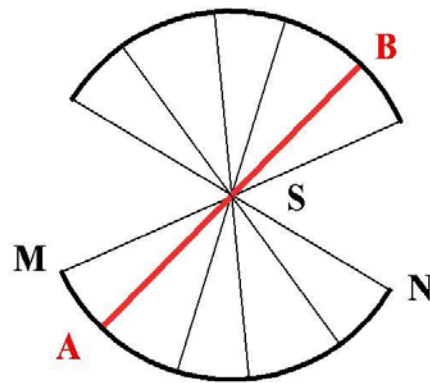


Рис.106

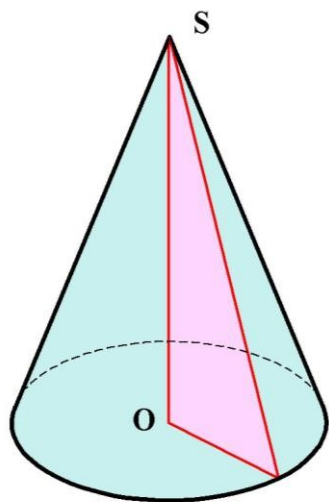


Рис.107

**Конусом** (рис.107) называется тело, ограниченное частью конической поверхности, расположенной по одну сторону от вершины, и плоскостью, пересекающей все образующие по ту же сторону от вершины.

Конус можно рассматривать как тело, образованное вращением прямоугольного треугольника вокруг катета, принятого за ось вращения. Сечение прямого кругового конуса плоскостью, перпендикулярной к его оси, есть круг (рис.108).

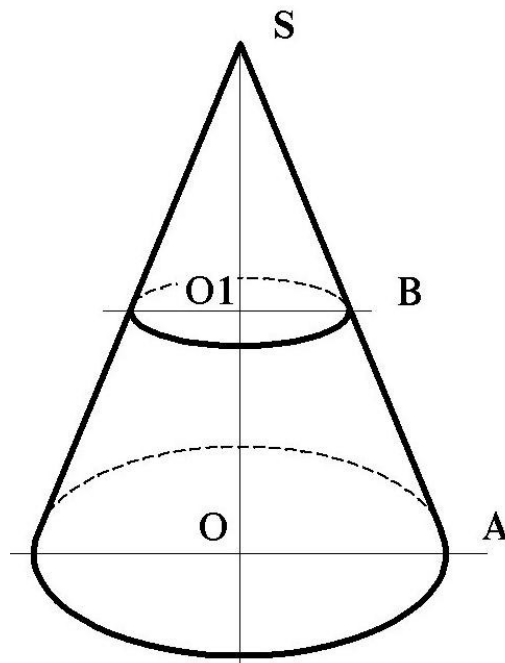


Рис.108

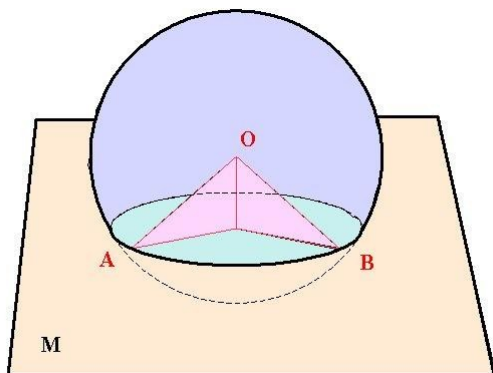


Рис.109

**Сферой** (шаром) называется поверхность, образованная множеством точек пространства, находящихся на равном расстоянии от данной точки (рис.109).

## 5. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРА

Смотря сверху на прямой круговой цилиндр с вертикальной осью, видим круг, а спереди и сбоку – прямоугольники (**рис.110**). При вычерчивании проекций прямого кругового цилиндра вначале чертятся оси симметрии тела, затем основание в виде окружности, потом фронтальная и профильная проекции. Точки на поверхности цилиндра находят с помощью образующих и линий связи.

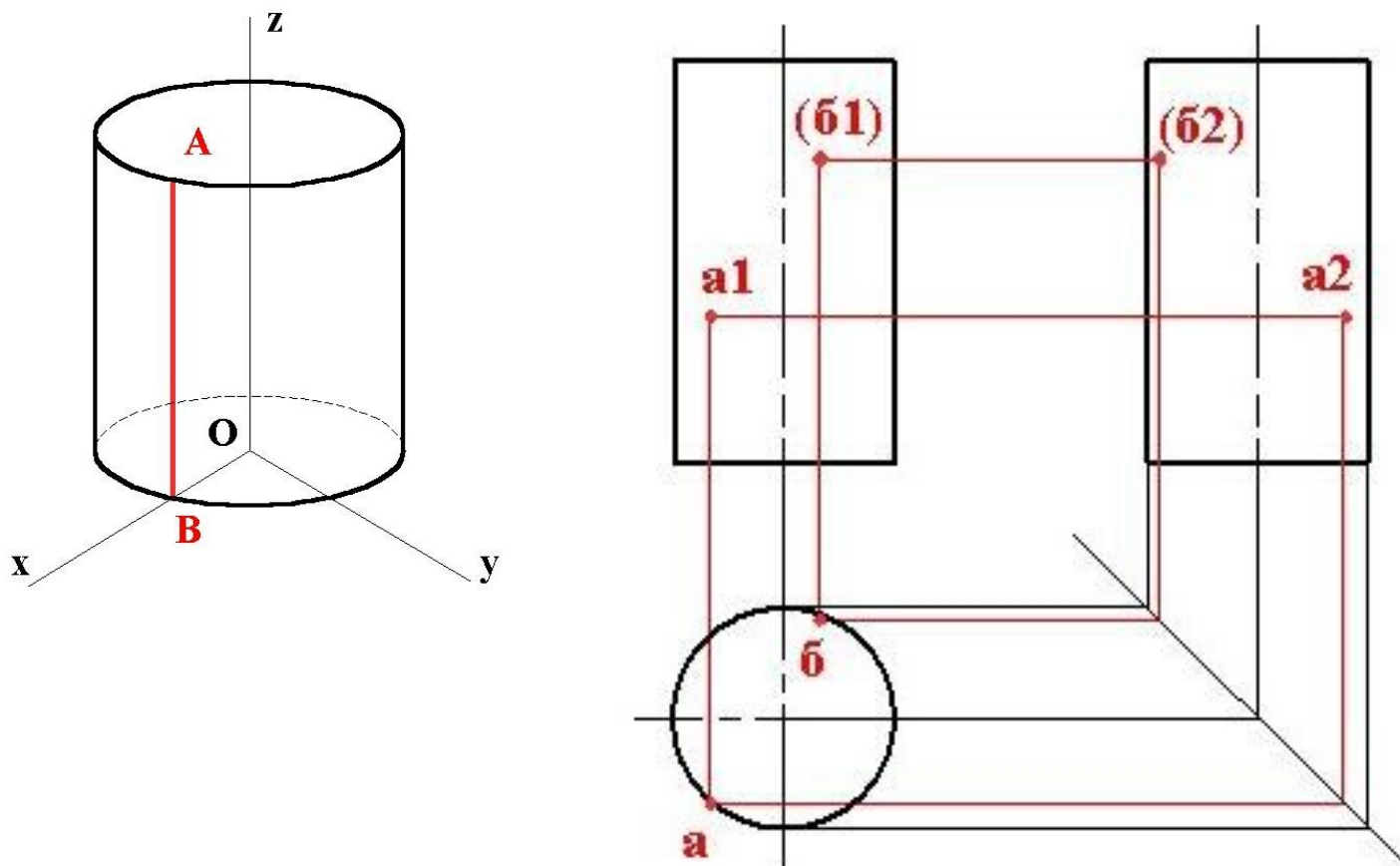


Рис.110

## 6. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ КОНУСА

Проецирование конуса (**рис.111**) аналогично проецированию пирамиды.

В основании конуса будет окружность, с которой следует начинать чертеж. Если ось конуса перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций, горизонтальная проекция будет в виде круга, а фронтальная и профильная проекции – в виде треугольников с вершиной S.

1. Если на поверхности конуса дана одна проекция точки, то через нее проводим образующую, соединяющую основание с вершиной, и, найдя все три проекции образующей, переносим на нее с помощью линий связи проекции данной точки.
2. Вместо образующей можно провести вспомогательную параллель (окружность на уровне точки) и с ее помощью найти проекции точки.

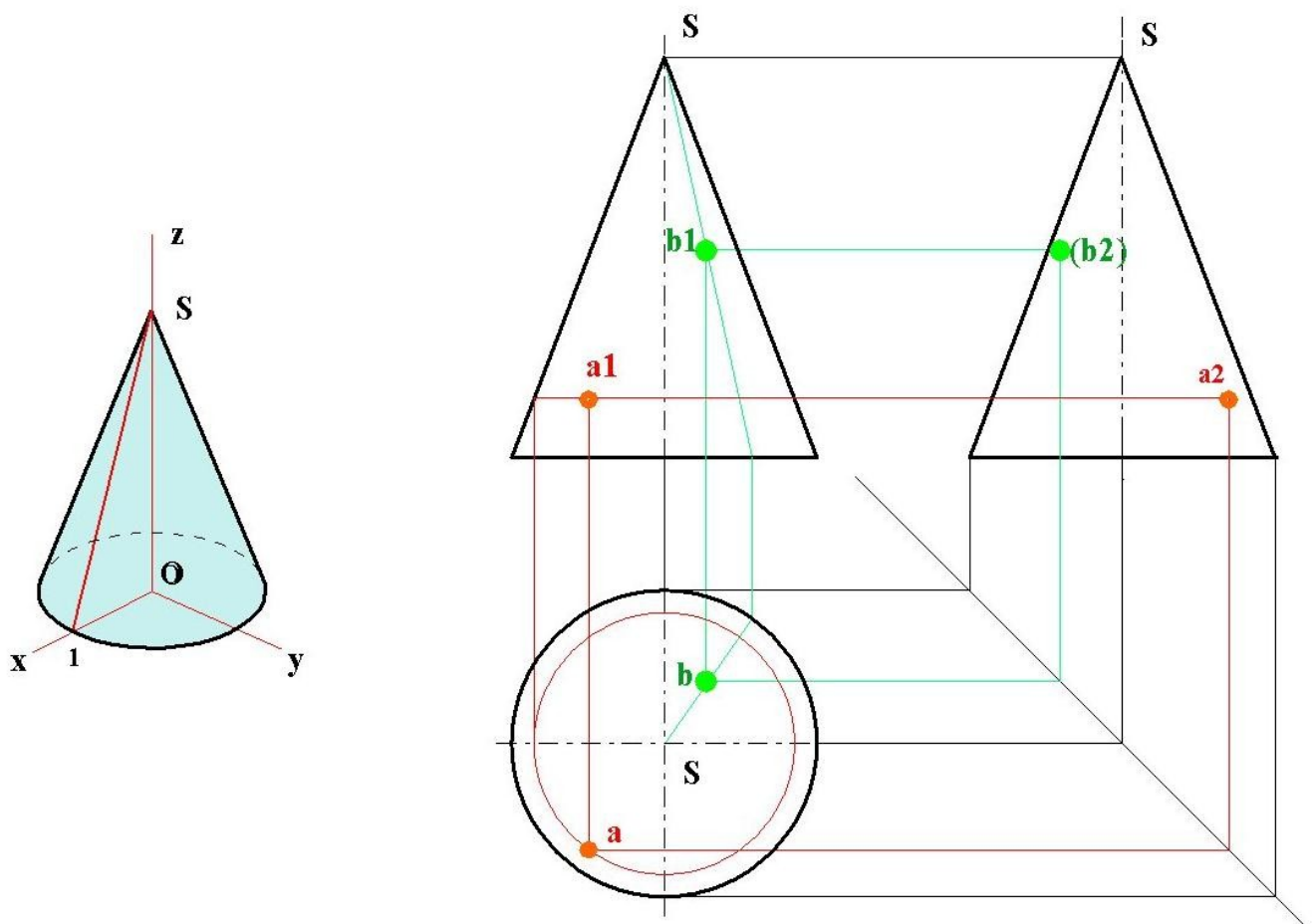


Рис.111

## 7. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ШАРА

Шар проецируется на все плоскости проекций в виде равных окружностей одинакового радиуса.

Самая большая окружность – экватор, который на горизонтальную плоскость проекций проецируется в виде круга, а на фронтальную плоскость проекций – в виде прямой линии, параллельной оси проекций  $OX$ . Всякое сечение, параллельное экватору, будет проецироваться на горизонтальную плоскость проекций в виде круга (рис.112).

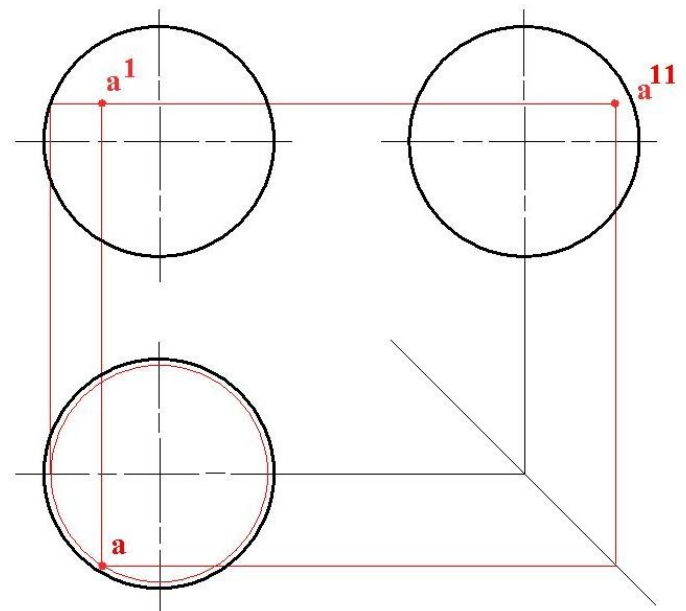


Рис.112

### УПРАЖНЕНИЕ.

1. В тетради построить геометрические тела в соответствии с вариантом задания к графической работе 5.

2. По заданию преподавателя построить недостающие проекции точек на геометрических телах в соответствии с вариантом задания к графической работе 5.

## Занятие 11-12. Аксонометрические проекции. Аксонометрия геометрических фигур, тел вращения.

ГОСТ 2.317 - 79 переиздание (ноябрь 1987г.) г. Изменение №1, утвержденным в августе 1980г. (СТ СЭВ 1979 - 79)

Очень часто в практике проецирования наряду с изображением предмета в ортогональных проекциях возникает необходимость в наглядных изображениях. Для построения таких изображений применяют проекции, которые называют аксонометрическими, что означает: *аксон* - ось, *метрео* - измеряю.

Аксонометрические проекции широко применяются как в строительной, так и в машиностроительной практике для получения наглядного изображения.

### 1. ВИДЫ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

Аксонометрические проекции принято называть *изометрическими*, или *изометрией*, если показатели искажения по всем осям равны.

Если показатели искажения равны только по двум осям, то проекции называют *диметрическими*, или *диметрией*.

Мы познакомимся с двумя аксонометрическими проекциями.

Прямоугольная изометрическая проекция, которая имеет единый масштаб для всех трех осей (рис.113);

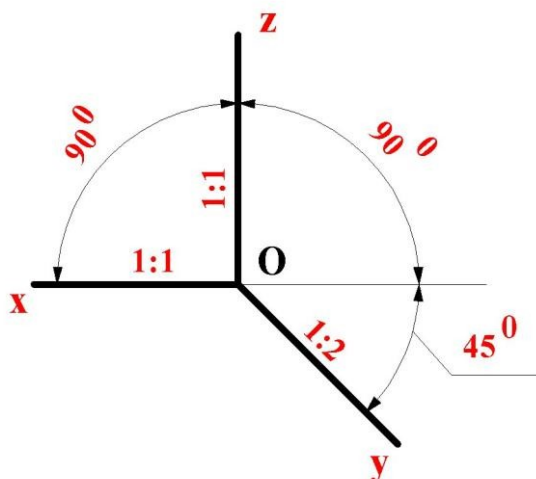


Рис.114

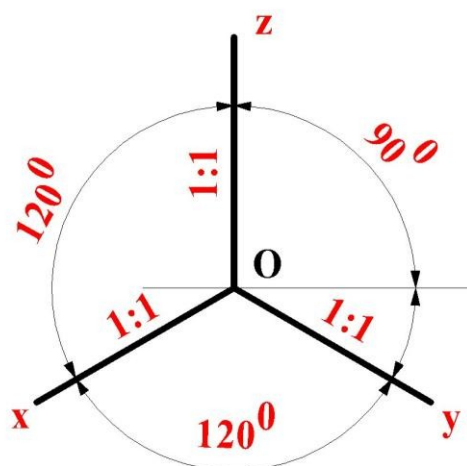


Рис.113

Фронтальную диметрическую  
(кабинетную) проекция (рис.114)

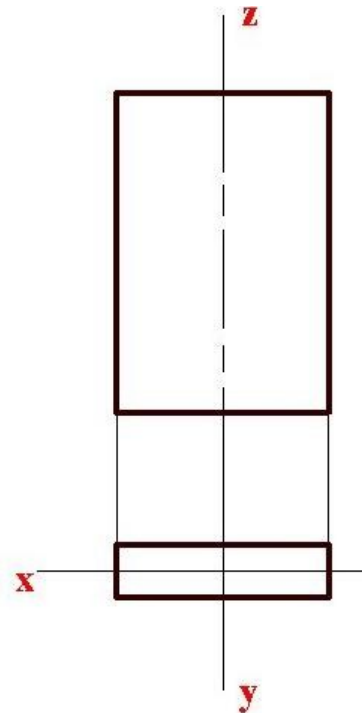
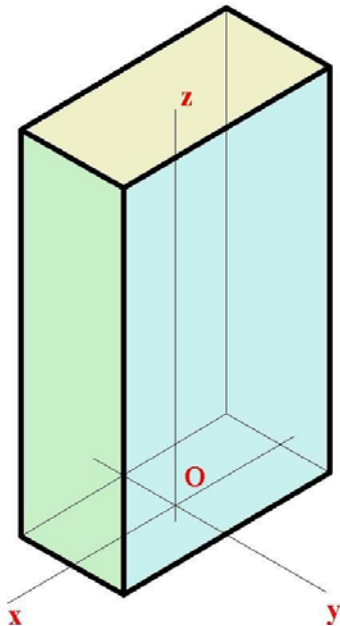


## 2. ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ АКСОНОМЕТРИЙ

Для всех видов аксонометрических проекций при построении той или иной детали некоторые положения в построении чертежа будут одинаковыми, а именно:

а) *любому чертежу в аксонометрических проекциях должен предшествовать чертеж, выполненный в ортогональных проекциях*

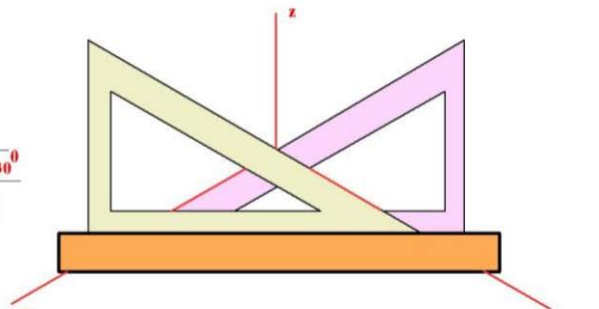
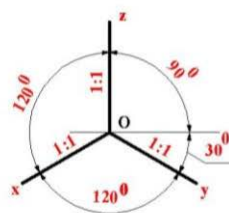
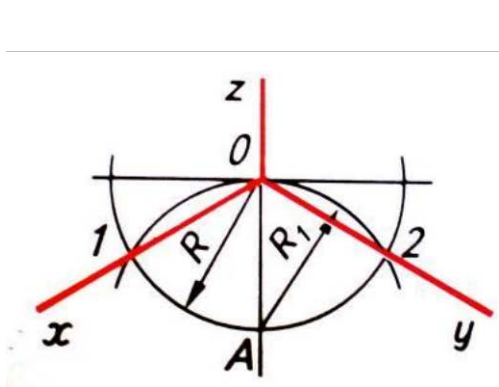
б) *ось Z проецируется всегда вертикально;*

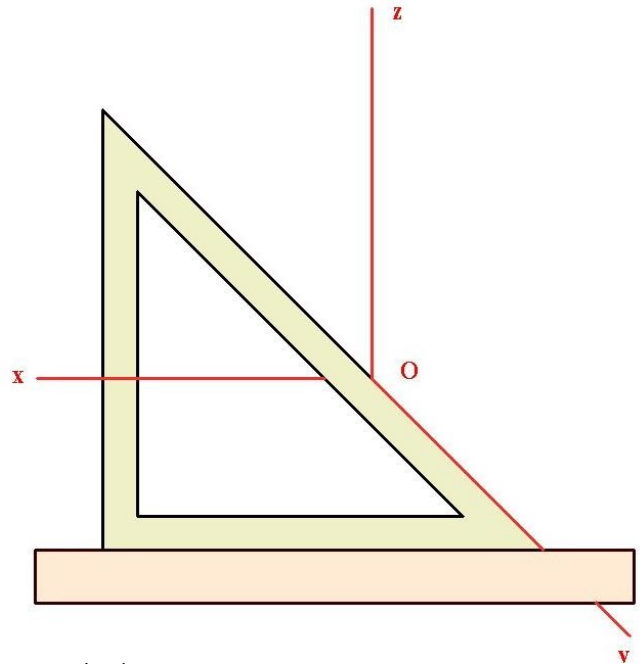
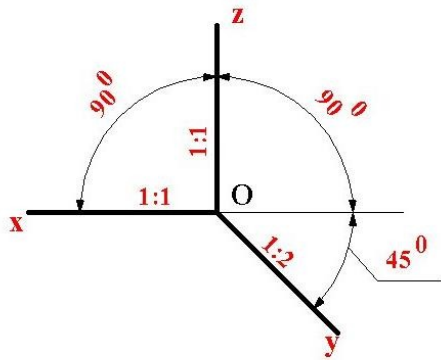


в) *все измерения делаются только по осям или параллельно им;*

г) *все прямые линии, параллельные между собой или параллельные осям симметрии на ортогональном чертеже, остаются параллельными в аксонометрии*

## 3. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ОСЕЙ





#### 4. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ПЛОСКИХ ФИГУР

1) На чертеже (рис.115) дан пример построения плоской фигуры, параллельной фронтальной плоскости проекций. Справа построено изображение в прямоугольной изометрии.

Вначале строим оси  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . По оси  $X$  от начальной точки  $O$ , точки пересечения осей, откладываем длину фигуры  $AB$ . Из полученных точек  $A$  и  $B$  проводим вертикальные прямые, параллельные оси  $Z$ , на которых отложим высоту прямоугольника.

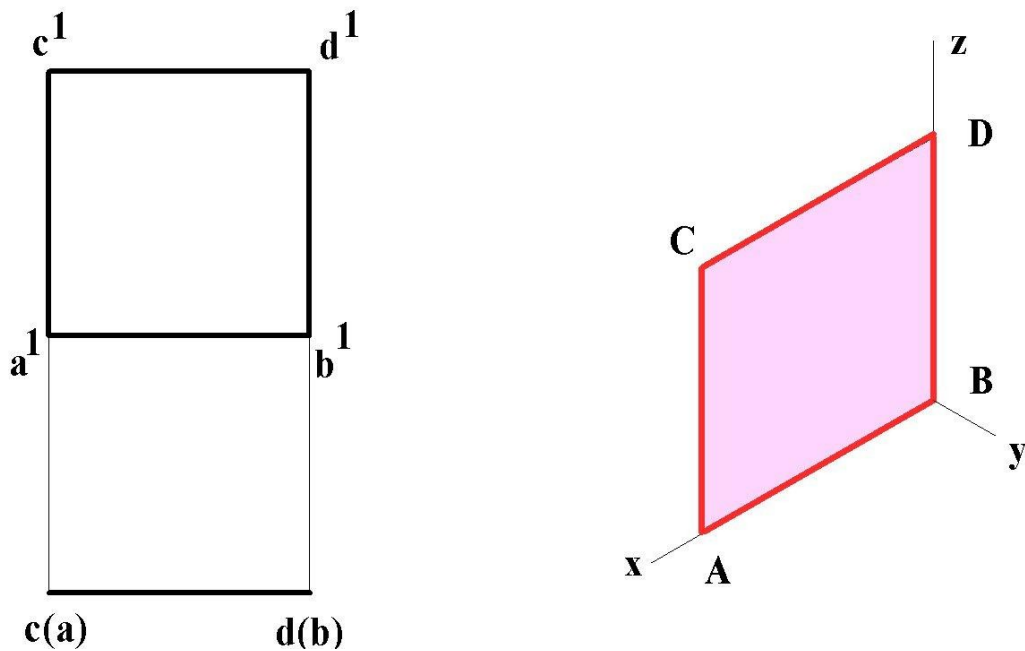


Рис.115

2) На чертеже (рис.116) построен прямоугольник, параллельный горизонтальной плоскости проекции. Вначале строим оси, а затем из точки  $O$

откладываем размеры по осям X и Y. Из полученных точек проведем линии параллельные осям OX и OY. В точке пересечения данных прямых получаем точку А.

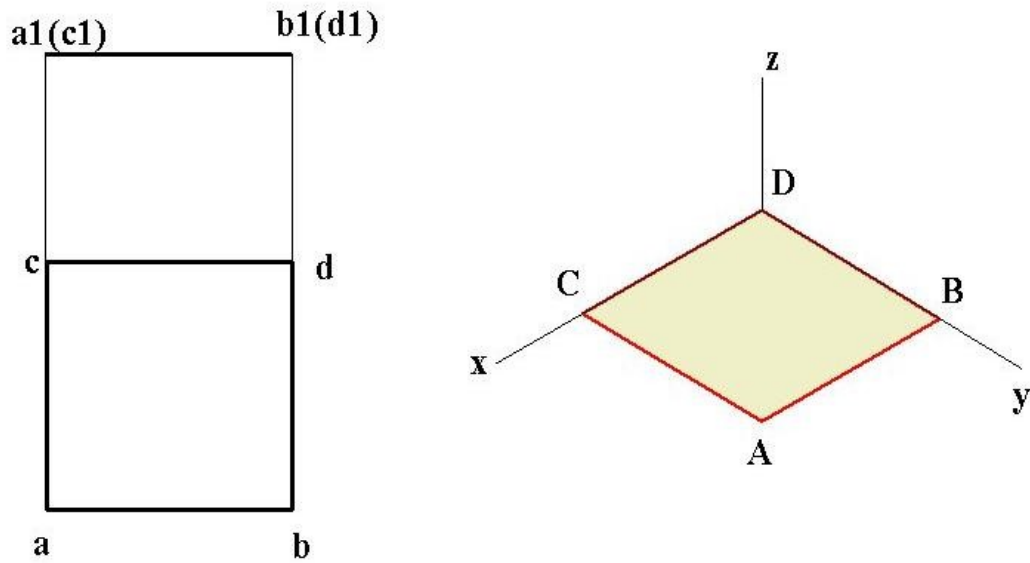


Рис.116

3) На чертеже (рис.117) построен прямоугольник ABCD в трех проекциях в положении, параллельном профильной плоскости проекций. Справа построено изображение проекции в прямоугольной изометрии.

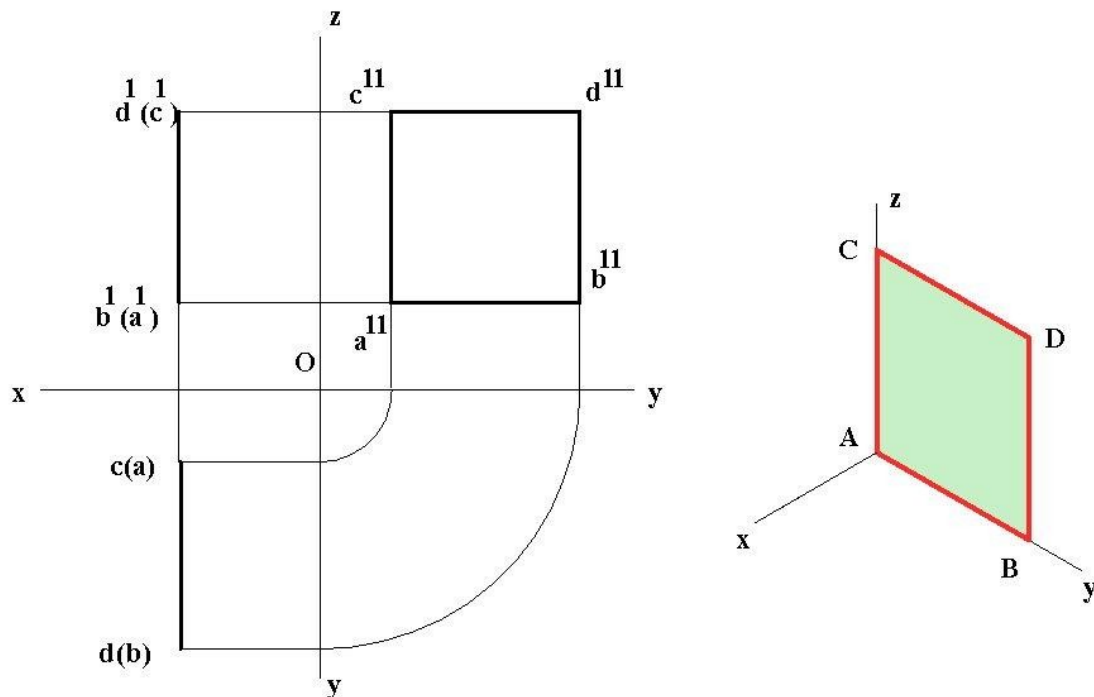


Рис.117

4) На (рис.118) тот же прямоугольник построен в косоугольной диметрической проекции в различных положениях относительно плоскостей: а – параллельно фронтальной плоскости; б – параллельно горизонтальной плоскости;

в – параллельно профильной плоскости проекций. В этом случае по оси  $Y$  отложены размеры с коэффициентом искажения 0,5.

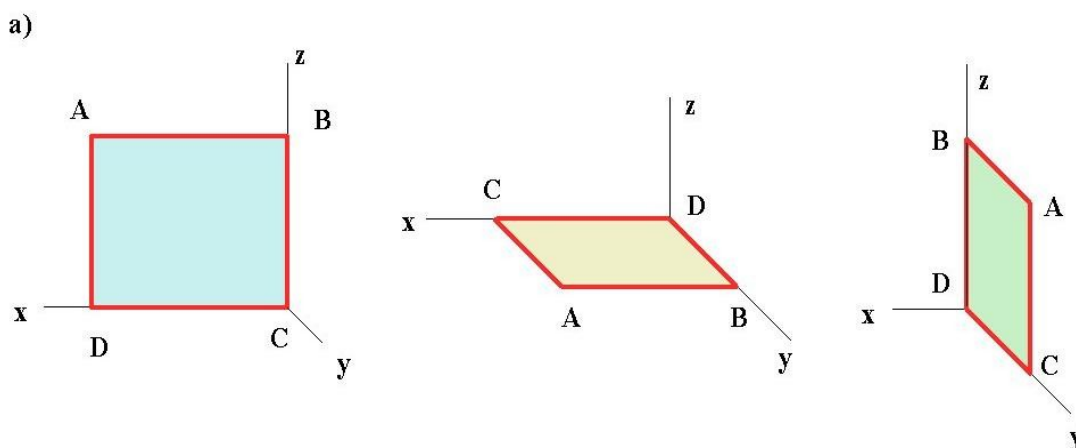


Рис.118

## 5. ПОСТРОЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ В АКСОНОМЕТРИИ.

При построении прямоугольной изометрической проекции окружности, лежащей в горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостях применяют упрощенные построения. Окружность в изометрии изображают в виде овала.

**Овал - это кривая, по очертанию похожая на эллипс, но строится она при помощи циркуля, что упрощает процесс построения.**

### 1 СПОСОБ

**Проекцией квадрата в изометрии является ромб. Окружности, вписанные в квадраты, изображаются кривыми.** Построение овала, вписанного в ромб, выполняется в такой последовательности:

1. Строят заданные оси (например: ось -  $x$  и ось -  $y$  в плоскости  $H$ ).

2. Из точки  $O$  циркулем делаем засечки по этим осям, равной диаметру изображаемой окружности. Получаем точки 1,2,3,4.

Через 1 и 3 проведем прямые параллельные оси  $X$ , а через точки 2 и 4 прямые параллельные оси  $Y$ ; получаем ромб с точками  $A, B, C, D$ .

3. Соединим точки  $A$  и  $C$  прямой линией (большая диагональ ромба) которая обязательно должна проходить через точку  $O$ . На этой оси располагаются центры точек малых дуг овала.

4. Вписываем в ромб овал. Для этого из вершин тупых углов (точки  $B$  и  $D$ ) описывают дуги. Их радиус  $R_2$  равен расстоянию от вершины тупого угла до точек 1 и 2 или 3 и 4.

5. Соединим точки  $B$  с 4,  $B$  с 3,  $D$  с 1,  $D$  с 2, на прямой  $AC$  получим точки  $O_1$  и  $O_2$ . Поставим ножку циркуля в точку  $O_1$  и соединим точки 1 с 4,  $R_1$  соответственно из точки  $O_2$  циркулем соединим точки 2 с 3  $R_1$ . (рис.119)

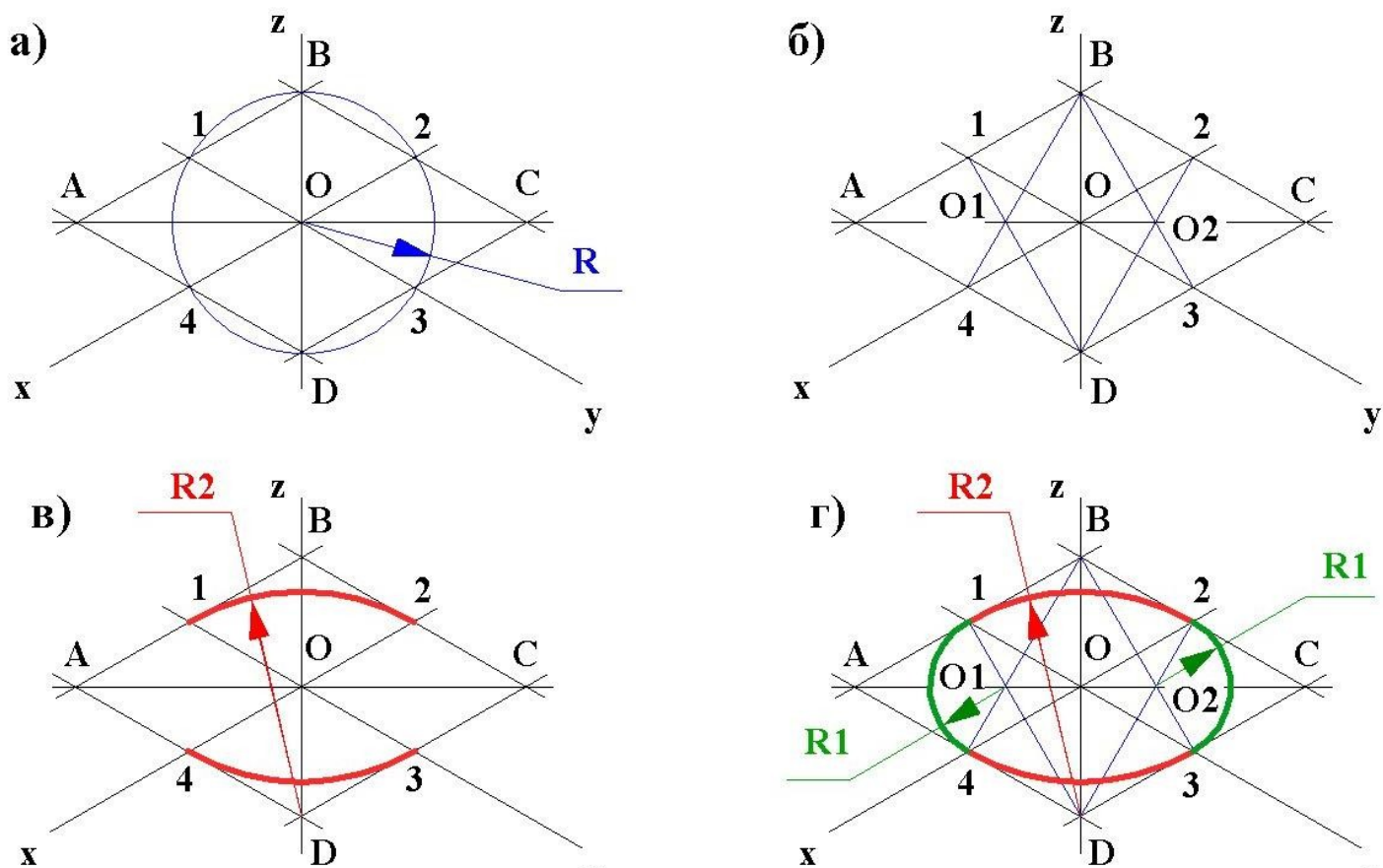


Рис.119

Аналогично строятся овалы и в плоскости W и V. Только в плоскости V ромб строится в осях Z и X, лежащего в плоскости, перпендикулярной оси y; а в плоскости W в осях Z и Y, лежащего в плоскости, перпендикулярной оси x (рис.120).

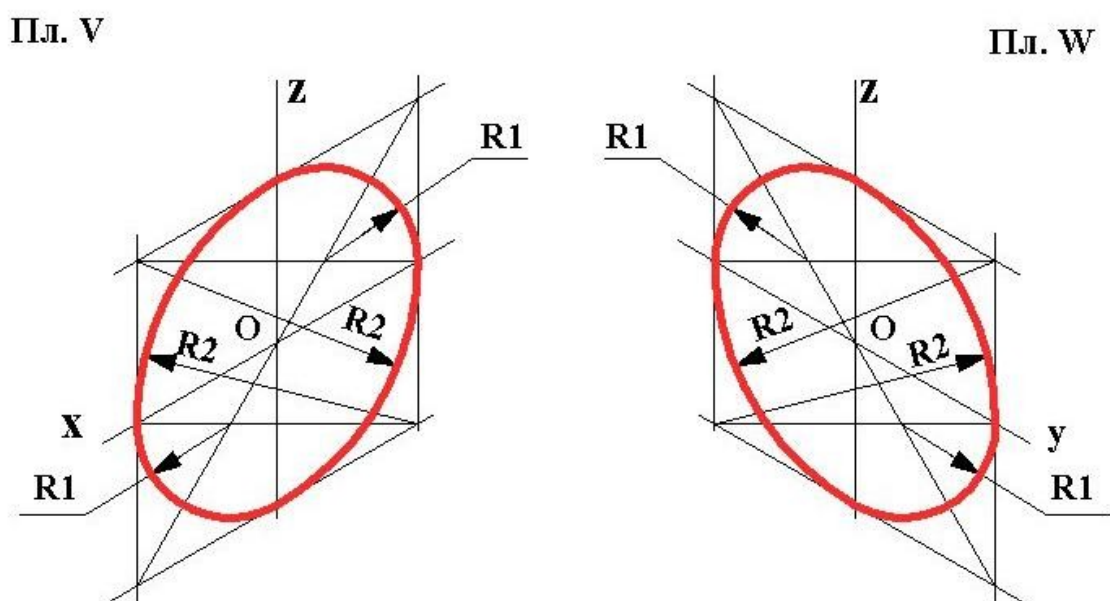


Рис.120

## 2 СПОСОБ

Рассмотрим построение овала для плоскости Н, при расположении осей  $x$  и  $y$ . При этом способе построения из точки  $O$  проводят линии перпендикулярные друг другу. Из точки  $O$  проводят окружность заданного радиуса ( $R$ ), получаем на окружности точки  $A$  и  $B$ . Из этих точек,  $A$  и  $B$ , этим же радиусом проведем дуги, получим на окружности точки  $1, 2, 3, 4$ . Соединим, например: точку  $A$  с точками  $3$  и  $4$ , или точку  $B$  с точками  $1$  и  $2$ . На прямой  $CD$  получим точки  $O_1$  и  $O_2$  – центры малых дуг окружности. Циркулем из точки  $O_1$  проведем дугу соединив точки  $1$  и  $4$  радиусом ( $R_1$ ). Аналогично и из точки  $O_2$ .

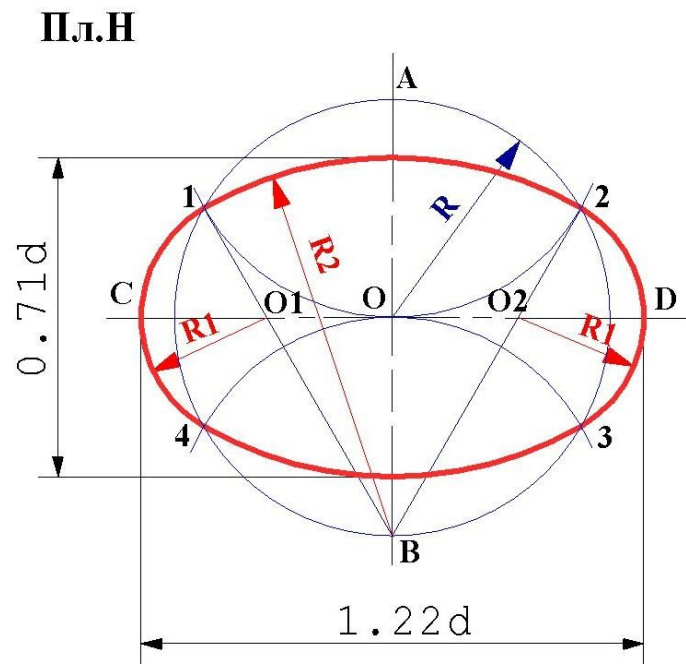


Рис.121

Циркулем из точки  $A$  проведем дугу соединив точки  $3$  и  $4$  радиусом ( $R_2$ ). Аналогично и из точки  $B$  (рис. 121).

Аналогично строятся овалы в плоскостях  $V$  и  $W$  (рис.122).

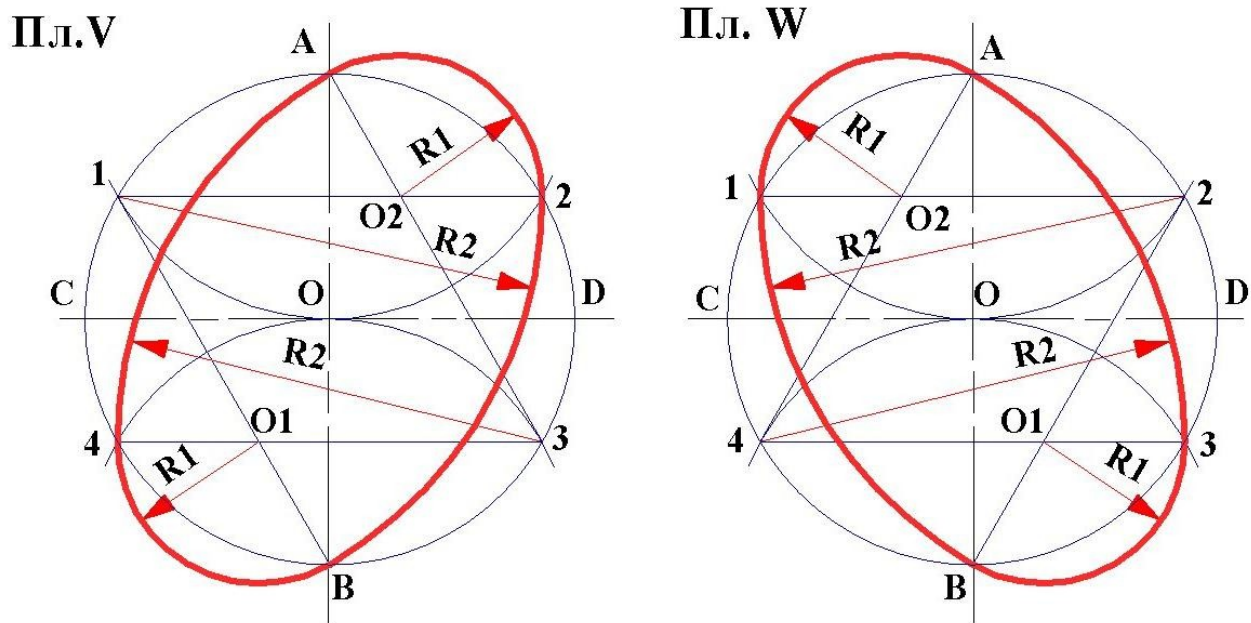


Рис.122

Если необходимо построить глубину отверстия или высоту, то задействуют ось, неиспользованную в построении. От центра окружности откладываем соответствующий размер до другого центра окружности и все построение повторяем заново.

Если изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $x, y, z$ , то большая ось эллипсов равна  $1,22$ , а малая ось -  $0,71$  диаметра окружности (рис.123).

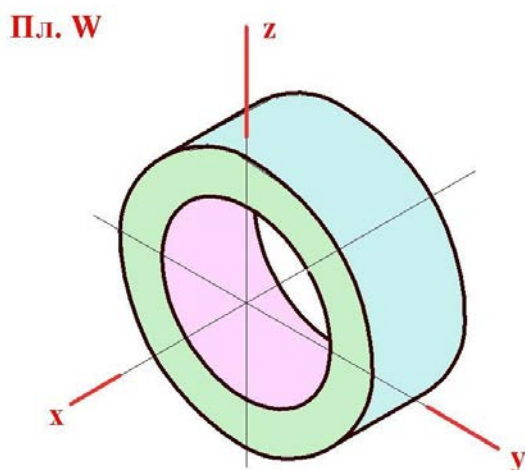
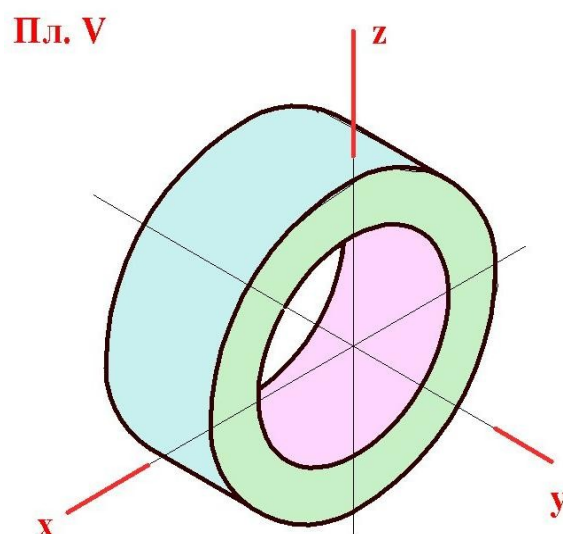
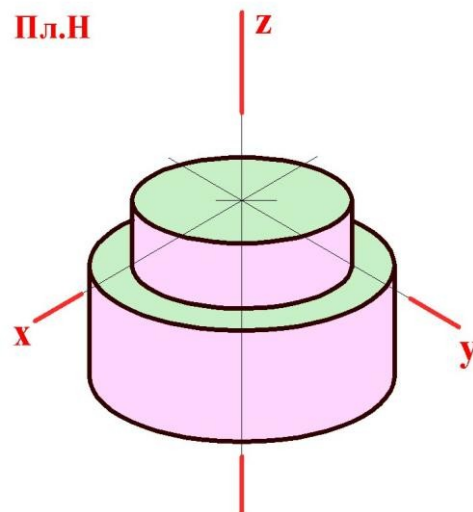


Рис.123



### УПРАЖНЕНИЕ.

1. В тетради построить овал в фронтальной и профильной плоскостях.
2. В тетради построить аксонометрические проекции тел вращения по ортогональным видам.

**Занятие 20-21. Аксонометрические проекции гранных тел.**  
**Построение проекций точек, принадлежащих боковой поверхности геометрических тел в аксонометрии.**

## 1. АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ ШЕСТИУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЫ

На (рис.124) показано построение аксонометрического изображения в прямоугольной изометрии шестиугольной призмы, согласно данному чертежу в двух проекциях. Аксонометрические оси проведены по нижнему основанию. Строим нижнее основание, а затем на вертикальных прямых от каждой вершины откладываем высоты призмы, получая вершины конгруэнтно верхнего основания. Соединяя найденные точки, получим верхнее основание призмы. На этом же чертеже показано, как находить точки на поверхности тела (цифрами показана последовательность построения).

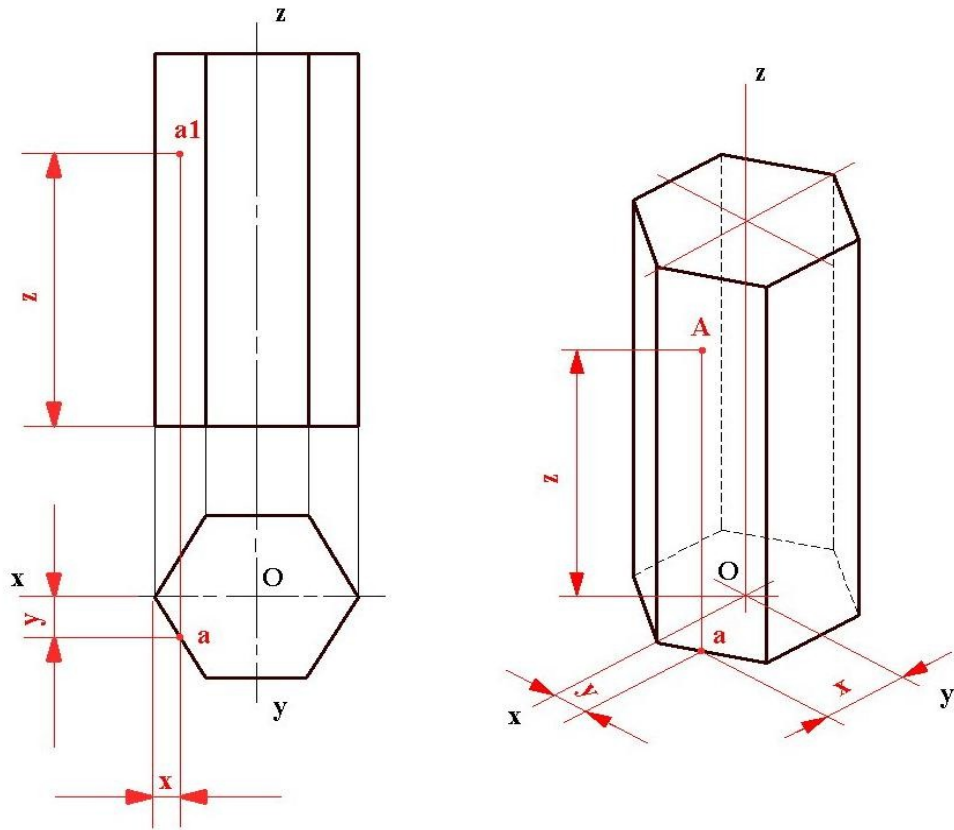


Рис.124

## 2. АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ ШЕСТИУГОЛЬНОЙ ПИРАМИДЫ

На (рис.125) дано построение шестиугольной пирамиды в косоугольной диметрии. Вначале строим проекцию основания, а затем от центра основания, через которое проходят аксонометрические оси, проводим вертикальную прямую и на ней откладываем высоту OS, согласно чертежу.

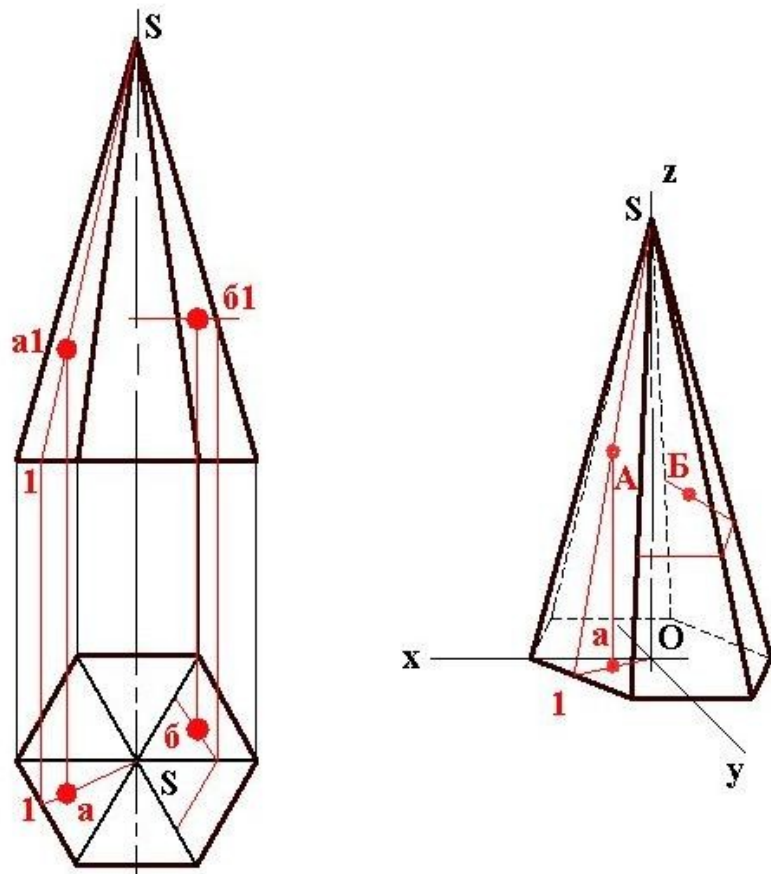
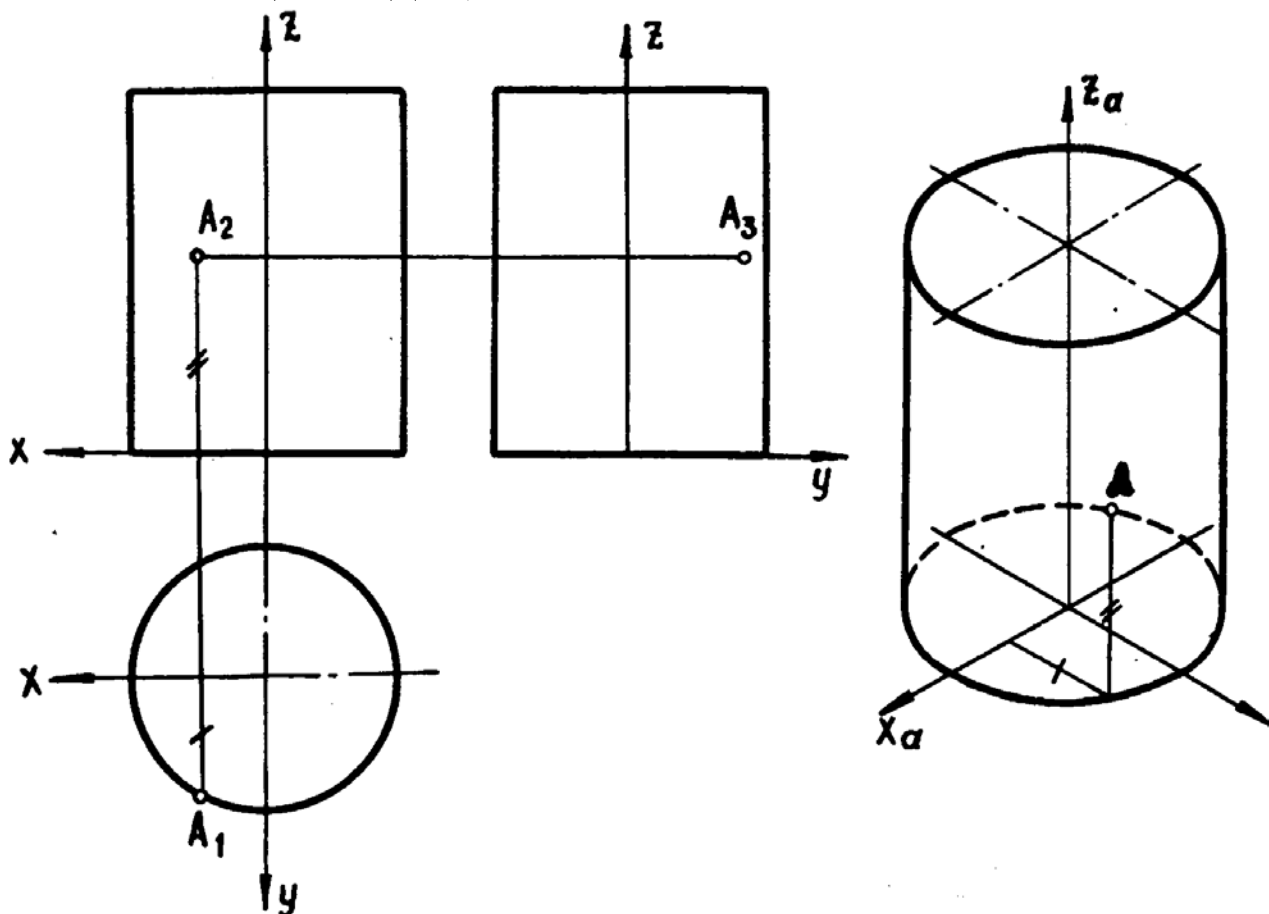


Рис.125

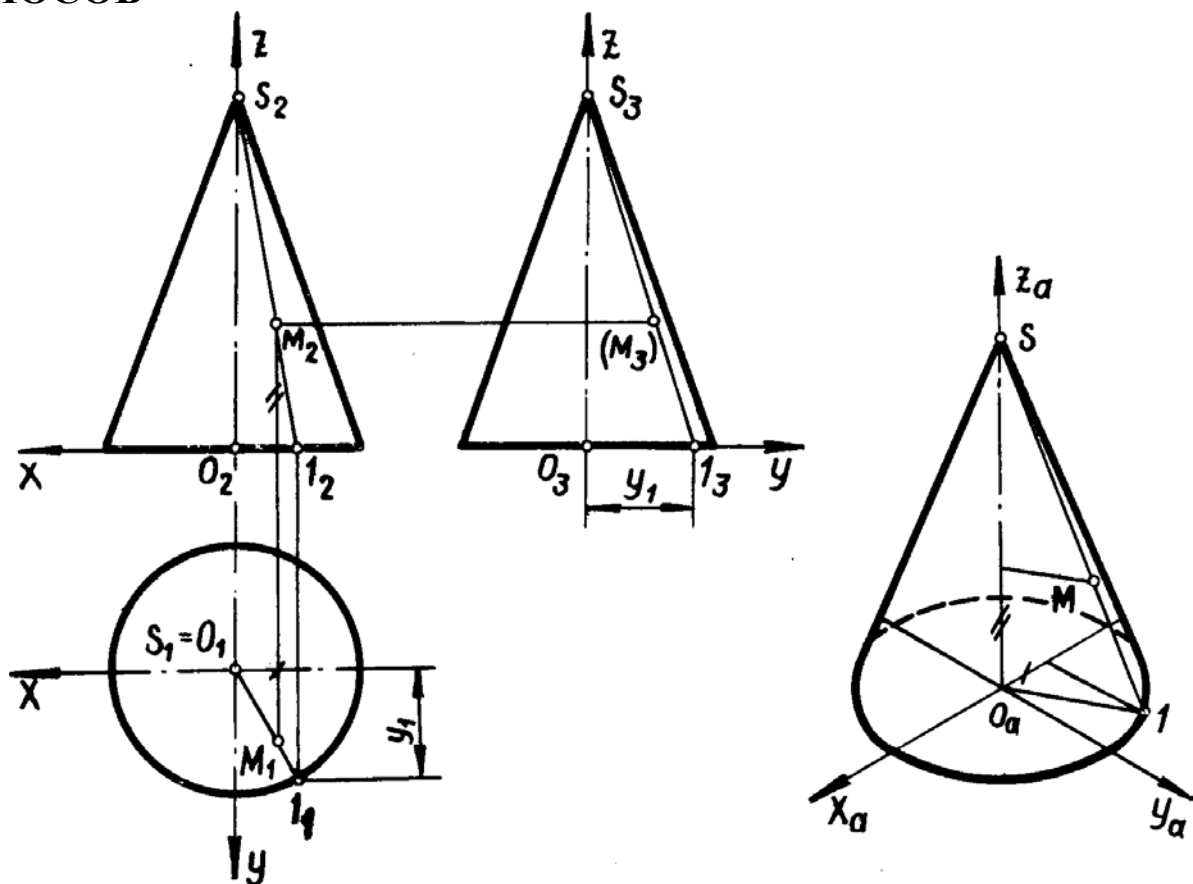


**3. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ТОЧКИ, ПРИНАДЛЕЖАЩЕЙ НА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРА, В АКСОНОМЕТРИИ**

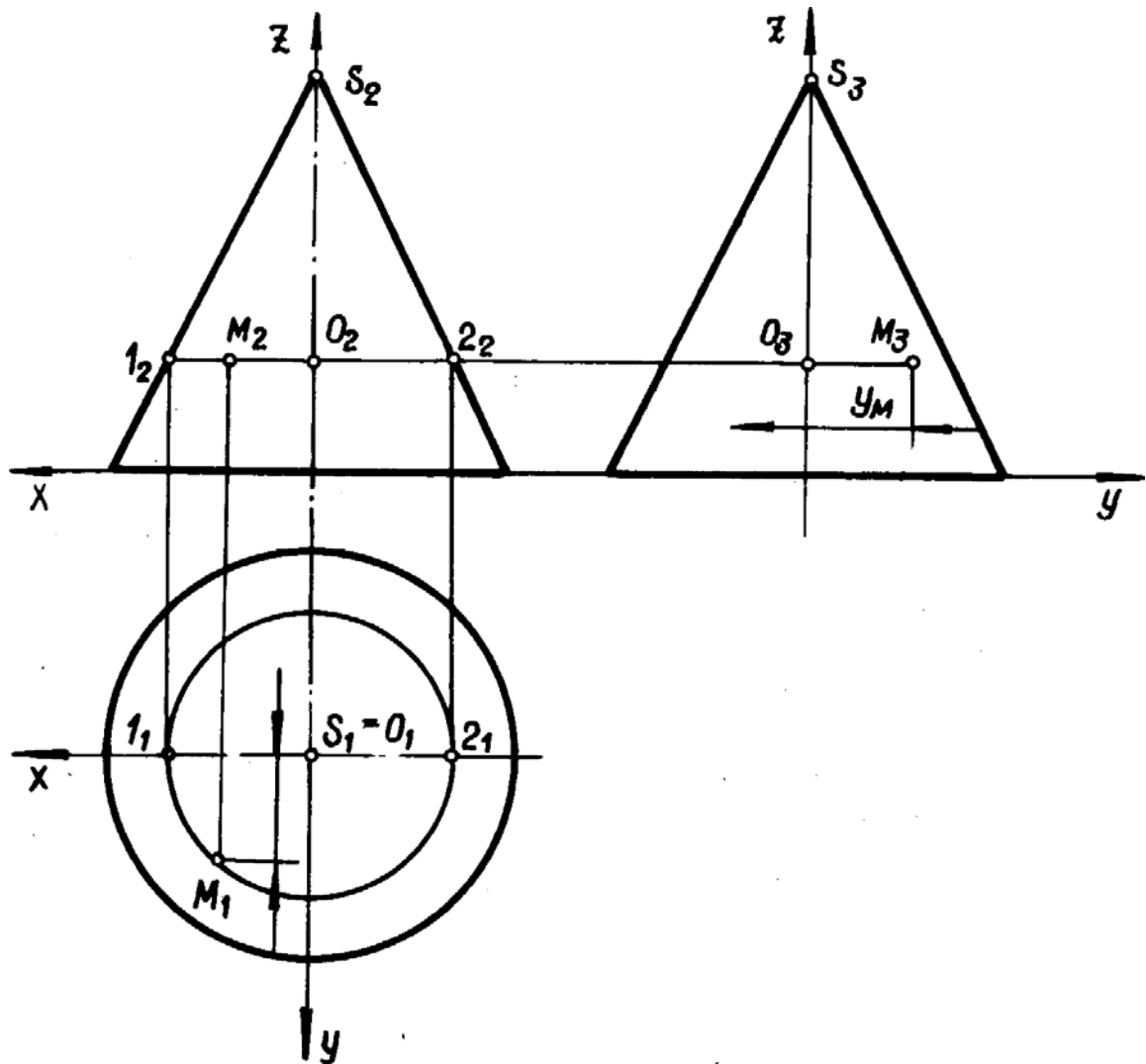


**4. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ТОЧКИ, ПРИНАДЛЕЖАЩЕЙ НА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ КОНУСА, В АКСОНОМЕТРИИ**

**1 СПОСОБ**



## 2 СПОСОБ



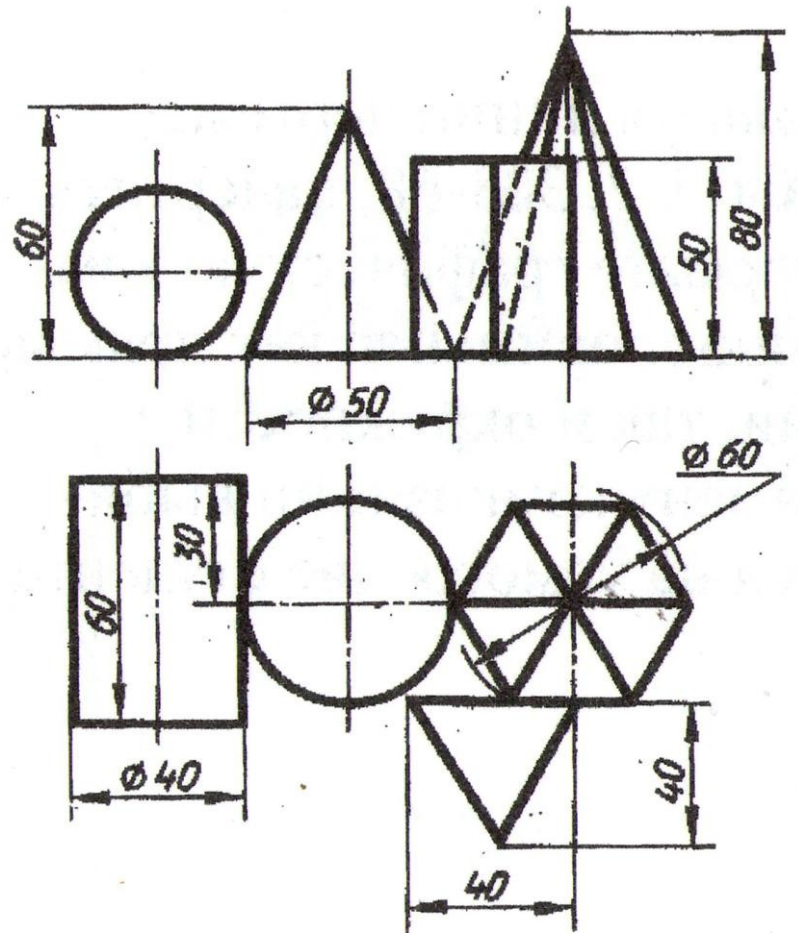
### УПРАЖНЕНИЕ.

1. В тетради построить аксонометрические проекции гранных тел по ортогональным видам в соответствии с вариантом индивидуальных заданий к графической работе 5.
2. По заданию преподавателя построить недостающие проекции точек, принадлежащих боковой поверхности геометрических тел

**Графическая работа №4, 5 «Построение ортогональных проекций группы геометрических тел». Графическая работа №6 «Аксонометрическая проекция группы геометрических тел». Два формата А3. Масштаб 1:1**

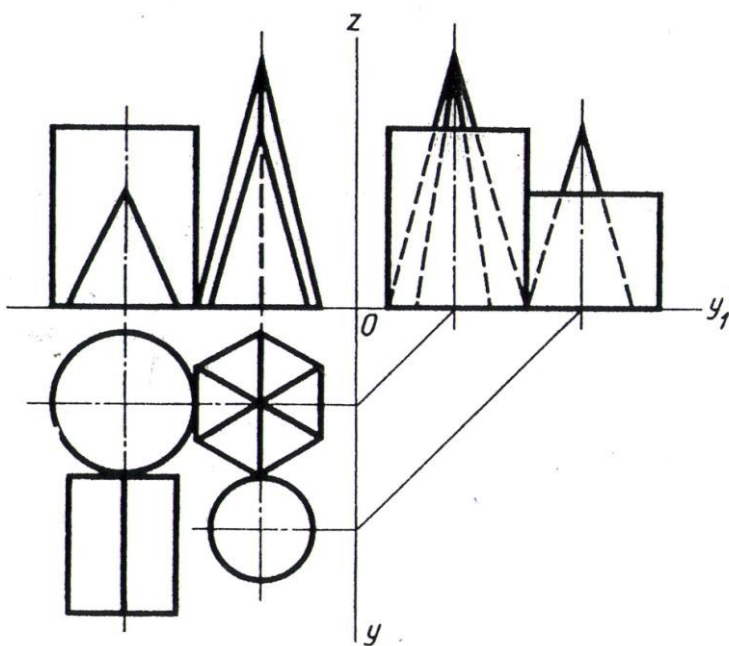
1. Вычертить комплексный чертеж группы геометрических тел в трех проекциях.
2. Вычертить аксонометрическую (изометрическую) проекцию группы геометрических тел.
3. Выполнить обводку чертежа.
4. Работа выполняется по индивидуальным заданиям в соответствии с вариантом.

### Пример задания

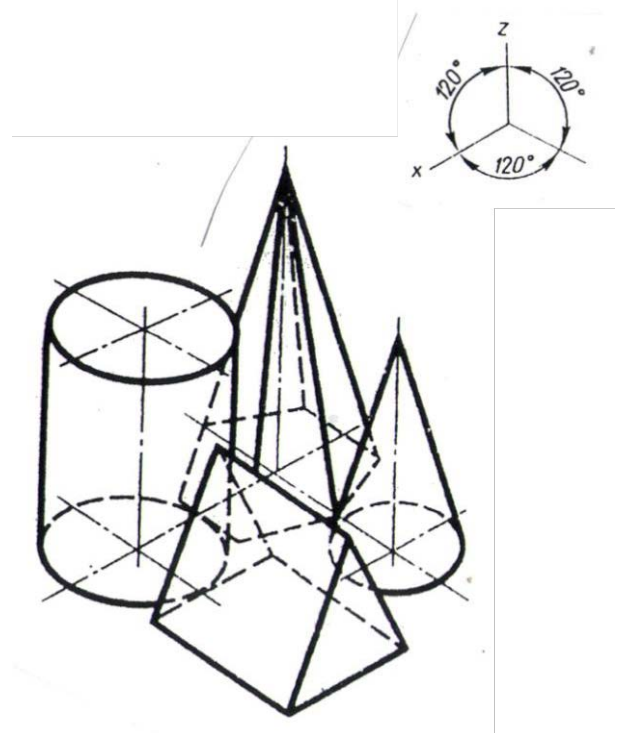


### Пример выполнения

#### Графическая работа №5



#### Графическая работа №6



## Занятие 13-14. Сечения. Сечение геометрических тел проецирующими плоскостями.

### 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СЕЧЕНИЯХ.

Сечением называется изображение фигуры, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими секущими плоскостями. В отличие от разреза на сечении показывается только то, что попадает непосредственно в секущую плоскость, а все что располагается за ней, не изображается.

На (рис.158) наглядно показано различие между сечением и разрезом. Сечения применяются главным образом для выявления формы отдельных элементов детали не выявленных в проекциях форм.

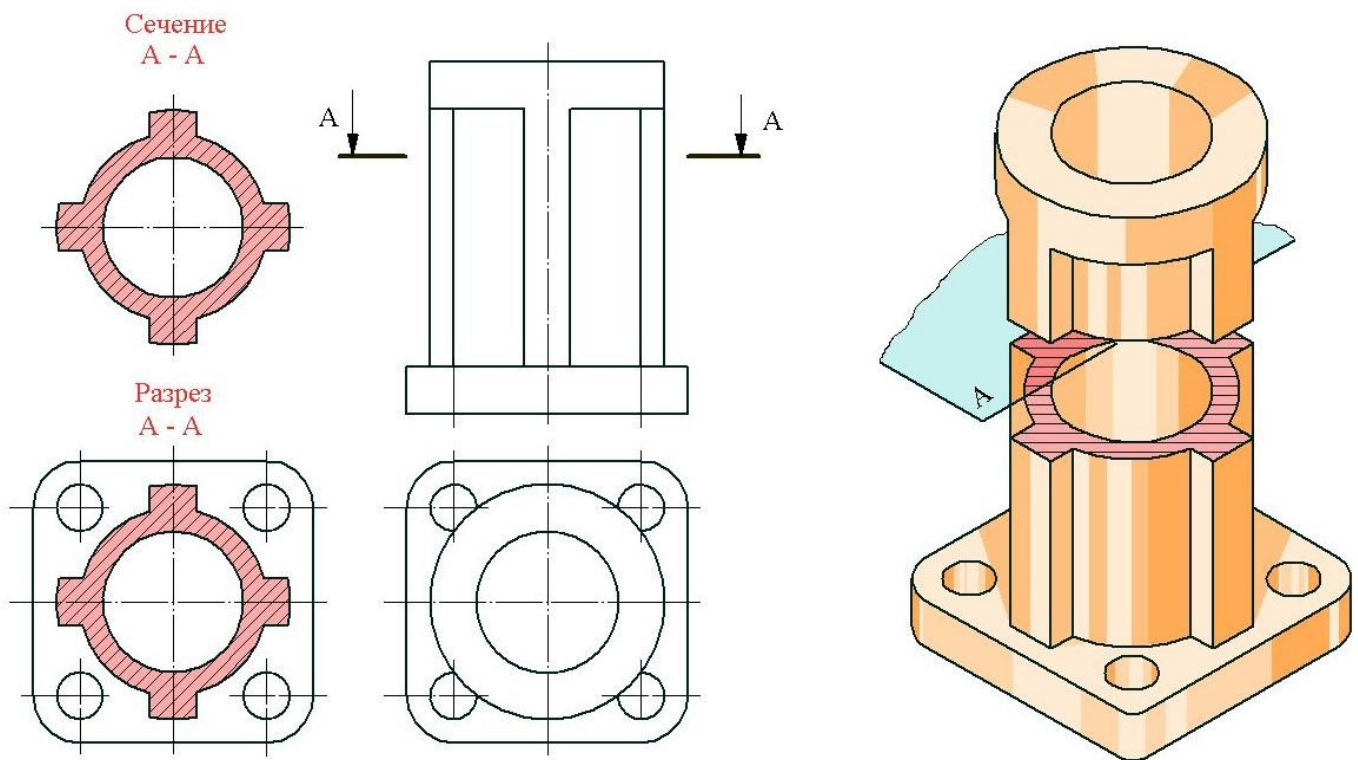


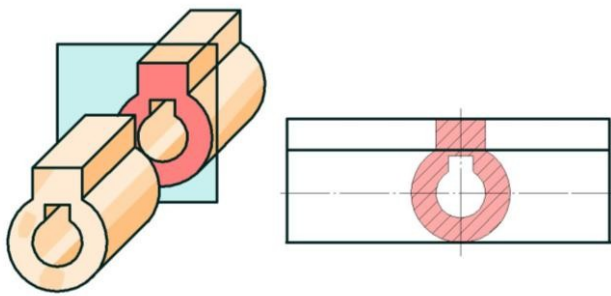
Рис.158

Внутри контура сечение штрихуется тонкими линиями под углом  $45^{\circ}$ .

Сечения в зависимости от расположения их на чертеже делятся на наложенные и вынесенные.

### НАЛОЖЕННЫЕ СЕЧЕНИЯ

Наложённые сечения изображаются непосредственно на изображении предмета.

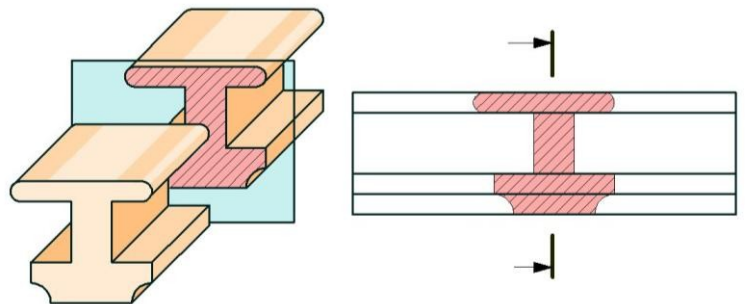


В зависимости от формы фигуры, получаемой при рассечении предмета, наложенные сечения можно разделить на симметричные и несимметричные.

При выполнении наложенных симметричных сечений (рис.159) положение секущей плоскости не указывается.

**Рис.159**

Для наложенных несимметричных сечений положение секущей плоскости указывается линией сечения со стрелками, но буквами не обозначается (рис.160).



**Рис.160**

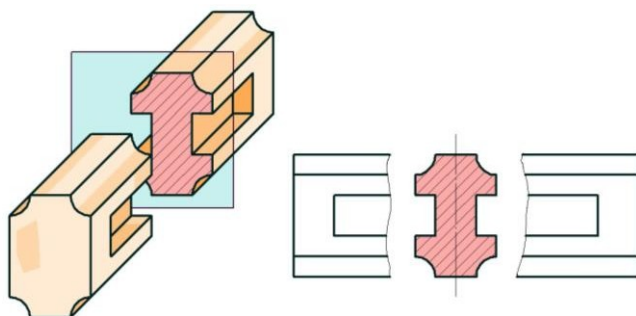
Контур наложенного сечения выполняется сплошными тонкими линиями, причем контур изображения предмета в месте расположения сечения не прерывается.

## ВЫНЕСЕННЫЕ СЕЧЕНИЯ

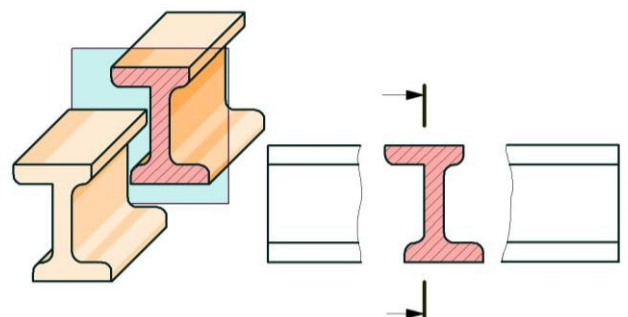
1. Вынесенные сечения могут располагаться в разрыве изображения предмета и могут быть симметричными и несимметричными. Контур вынесенного сечения изображается сплошными основными линиями.

а) При выполнении вынесенных симметричных сечений в разрыве детали (рис.161) положение секущей плоскости не указывается.

б) Для вынесенных несимметричных сечений в разрыве детали положение секущей плоскости указывается линией сечения со стрелками, но буквами не обозначается (рис.162).



**Рис.161**



**Рис.162**

2. При выполнении вынесенного сечения положение секущей плоскости должно быть показано линией сечения с указанием стрелками направления взгляда, а над самими сечениями выполняется надпись (рис.163).

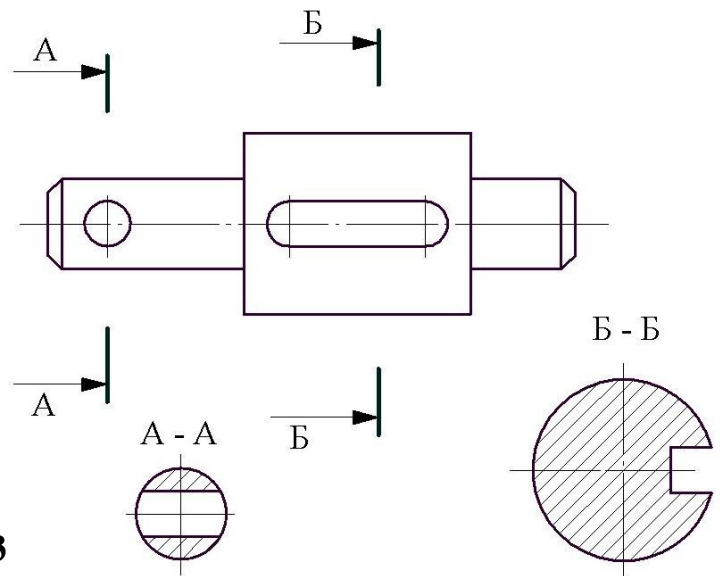


Рис.163

3. Если секущая плоскость совпадает с осью симметрии детали, то сечение можно показывать на продолжении линии сечения и в этом случае не показываются линии сечения и буквенные обозначения (рис.164).

4. При совпадении секущей плоскости с осью поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, контур отверстия или углубления в сечении показывается полностью, хотя этот контур и не расположен в секущей плоскости (рис.165), т.е. сечение оформляется как разрез.

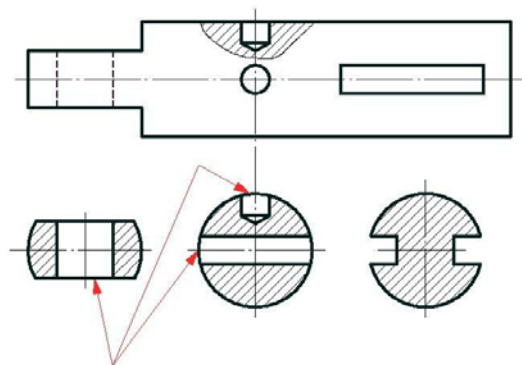


Рис. 164

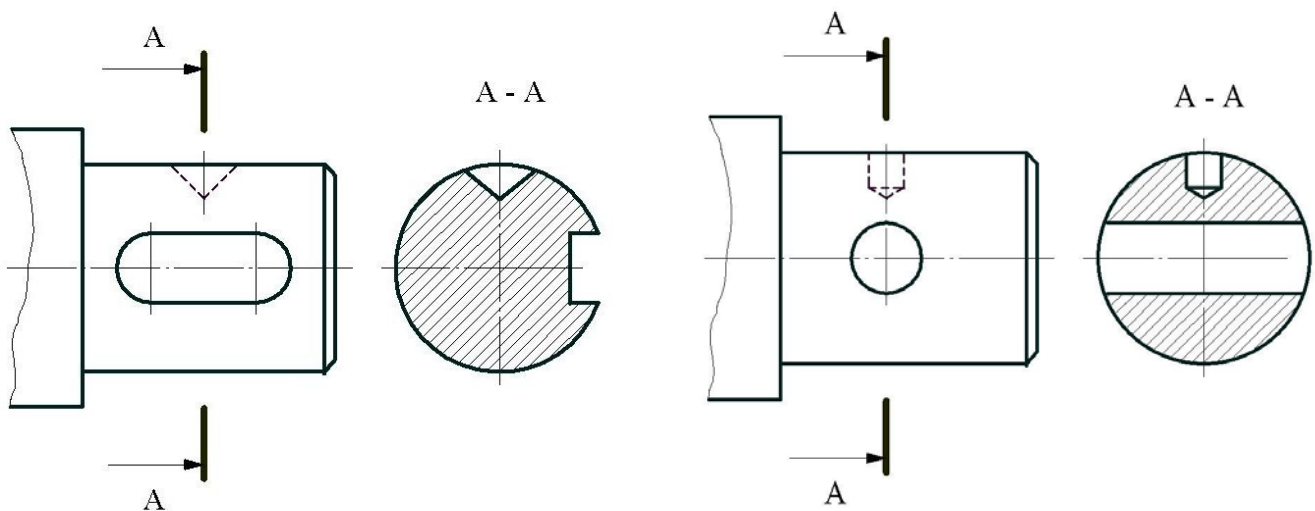


Рис.165

5. При выполнении нескольких одинаковых сечений одной и той же детали изображается только одно сечение, а линии сечения обозначаются одной и той же буквой (**рис.166**). Сечения допускается выполнять в любом месте чертежа в проекционной и не проекционной связи и с поворотом, в последнем случае добавляется графический знак (**рис.166**). Если при этом секущие плоскости не параллельны друг другу, то графический знак поворота не наносится (**рис.166**).

6. Сечение может выполняться несколькими секущими плоскостями в соответствии с (**рис.167**).

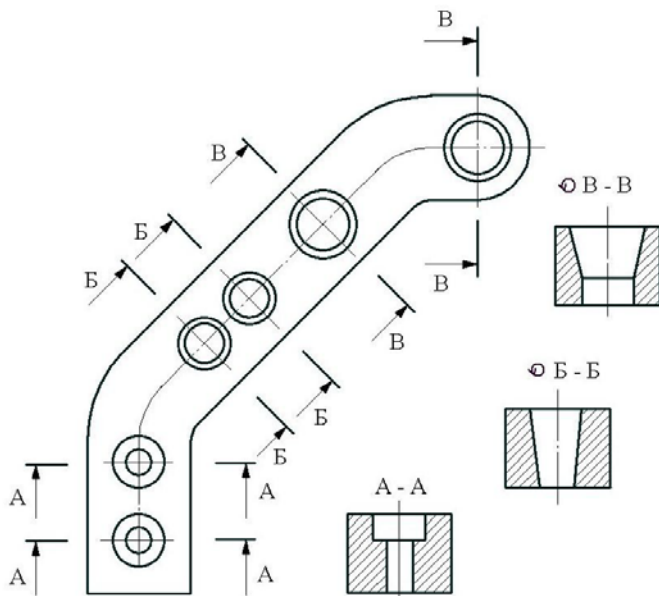


Рис.166

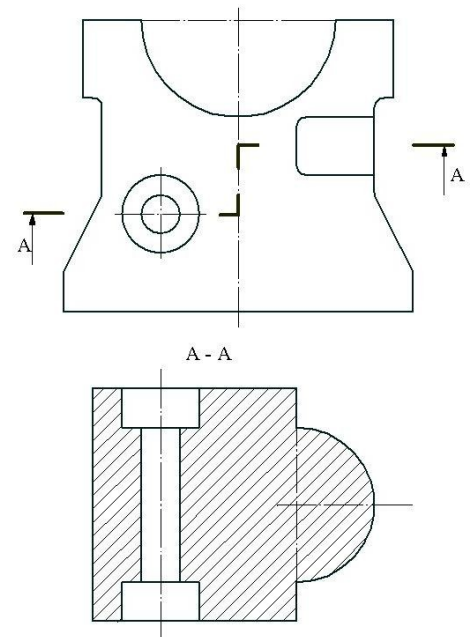
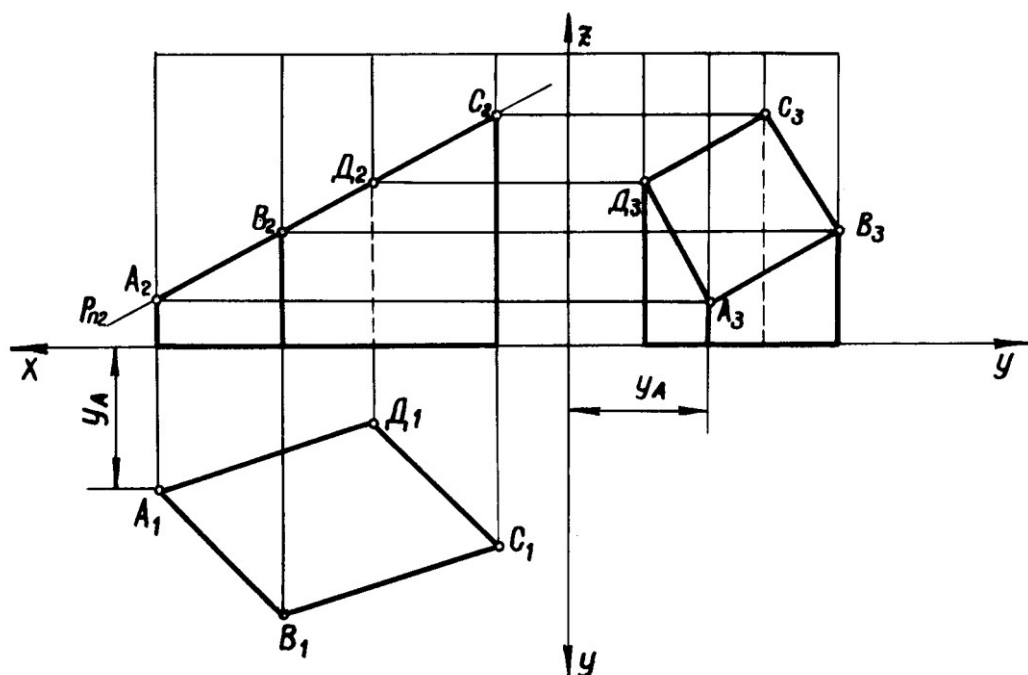
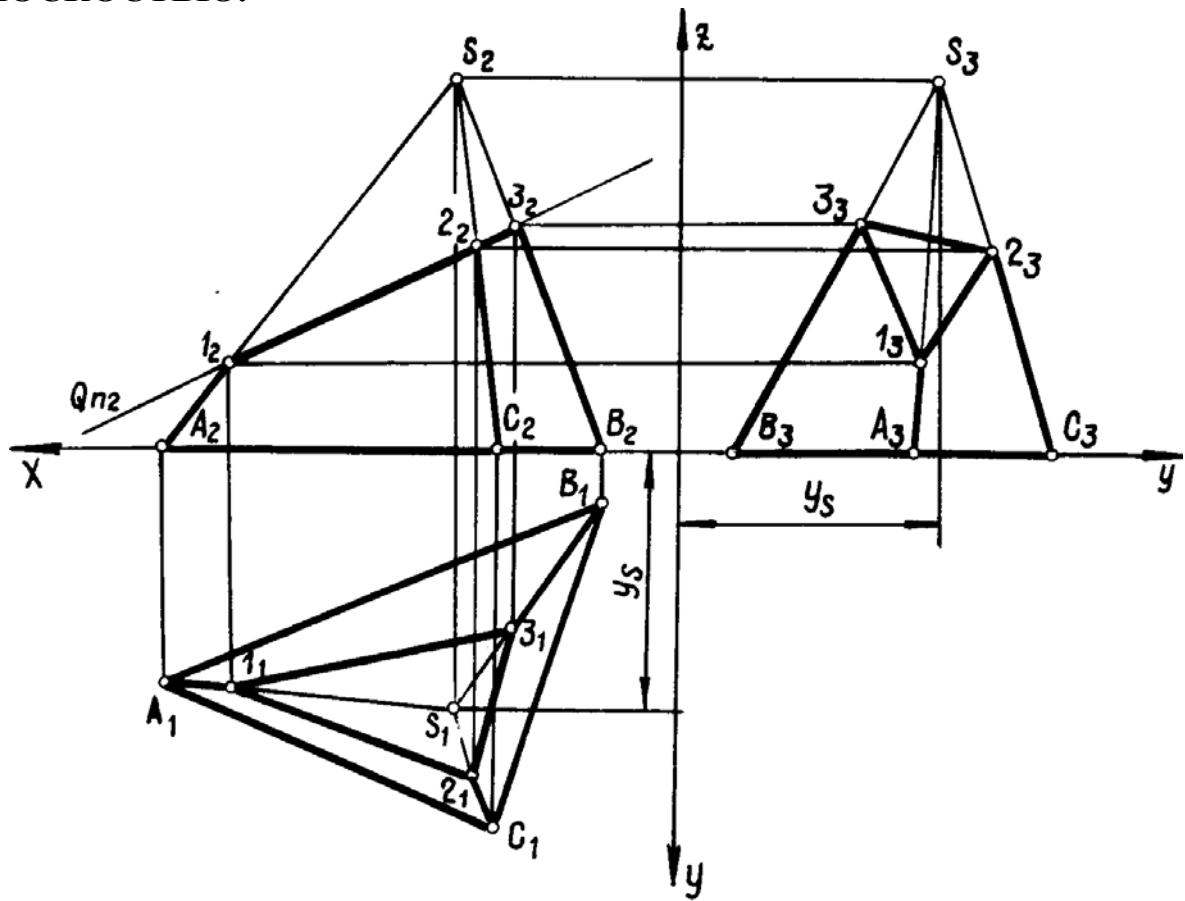


Рис.167

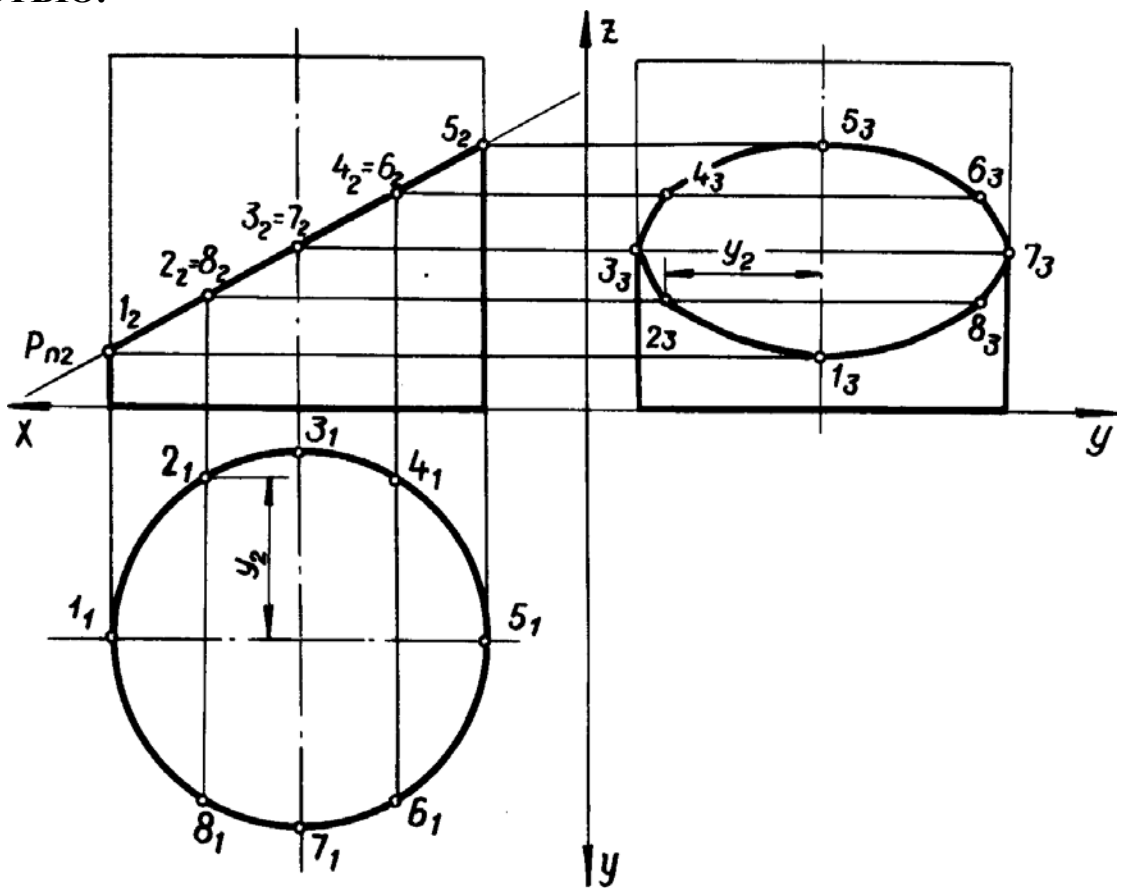
## 2. СЕЧЕНИЕ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЫ ФРОНТАЛЬНО-ПРОЕКЦИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ.



**3. СЕЧЕНИЕ ПИРАМИДЫ ФРОНТАЛЬНО-ПРОЕЦИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ.**

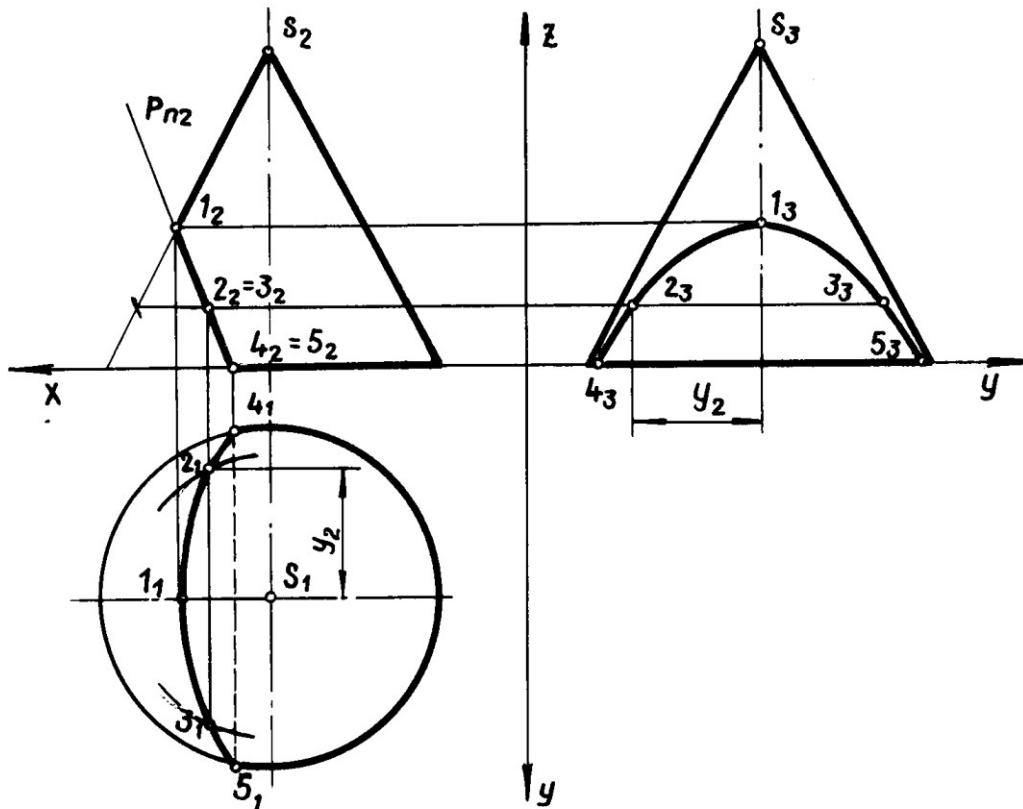


**4. СЕЧЕНИЕ ЦИЛИНДРА ФРОНТАЛЬНО-ПРОЕЦИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ.**





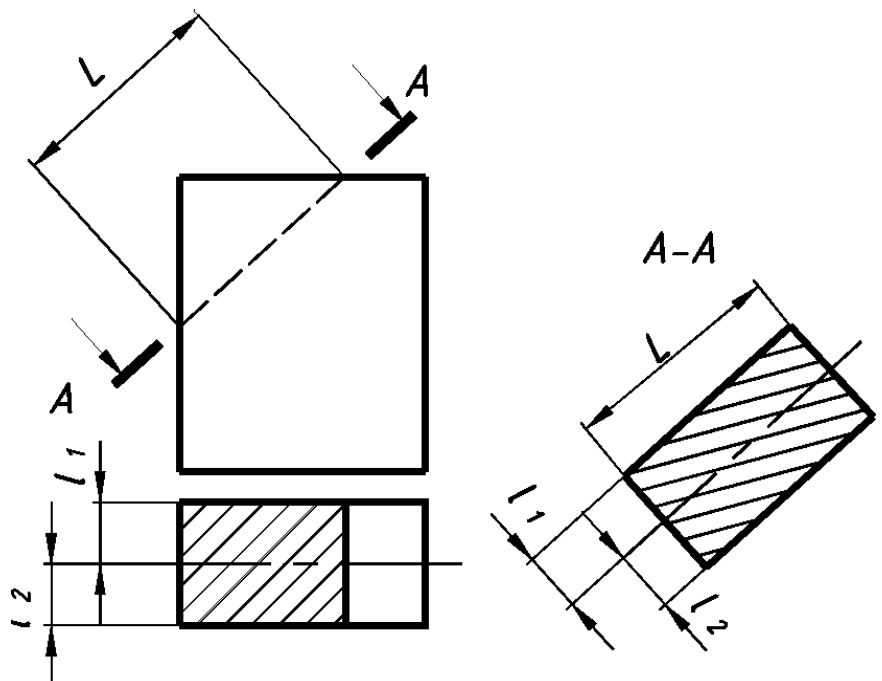
## 5. СЕЧЕНИЕ КОНУСА ФРОНТАЛЬНО-ПРОЕЦИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ.



*Способы преобразования проекций. Определение натуральных величин прямых и геометрических фигур.*

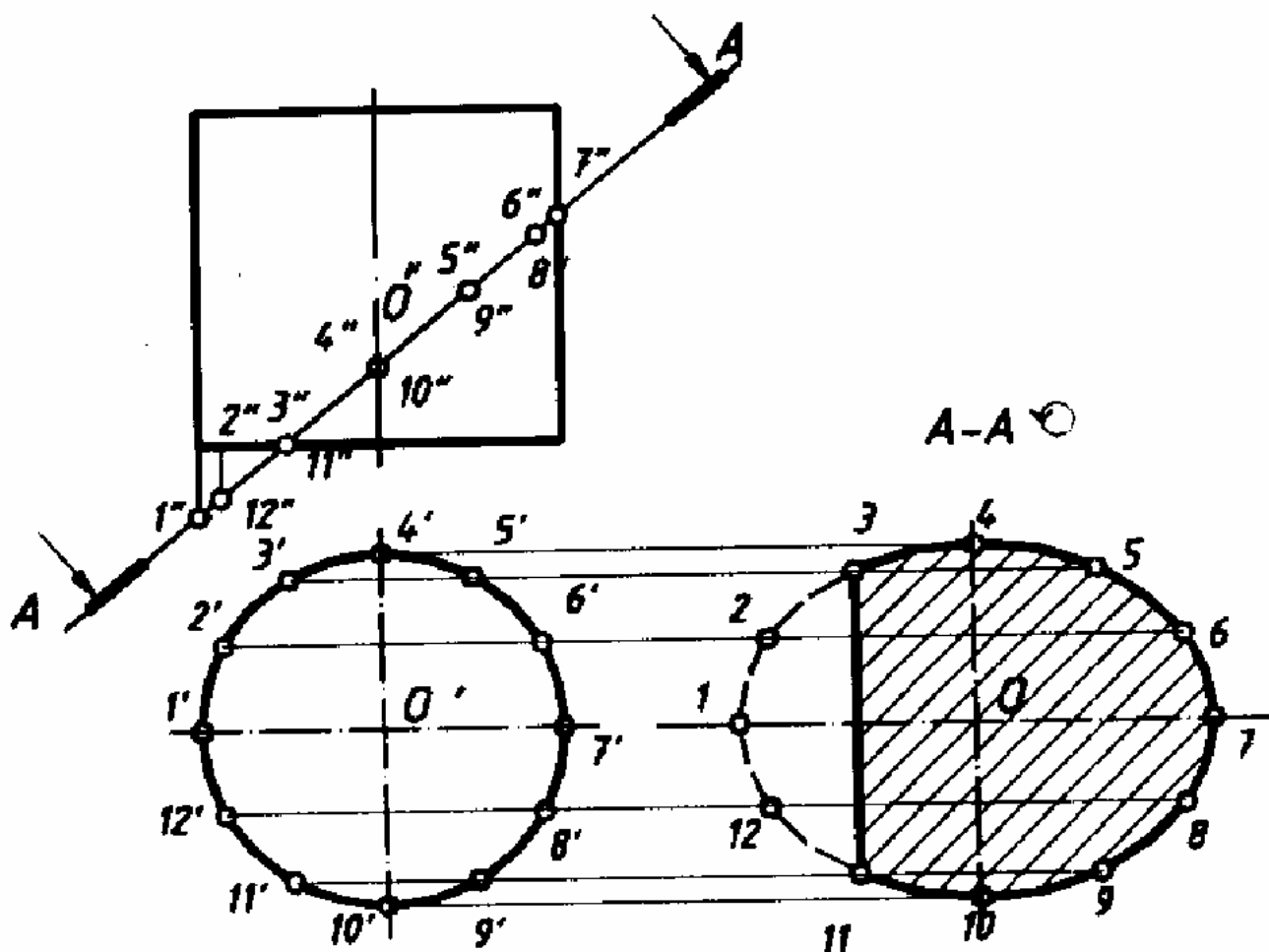
### 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СЕЧЕНИЯ ПРИЗМЫ.

Построение натуральной величины сечения начинаем с проведения линии симметрии истинного вида сечения, параллельной следу секущей плоскости, располагая его на свободном месте чертежа и от нее ведут построение фигуры. На оси симметрии откладываем расстояние  $L$ , равное расстоянию на фронтальной проекции и проводим линии связи, перпендикулярные к оси симметрии. На этих линиях связи наносим от оси симметрии размеры  $(l_1; l_2)$ , взятые на виде сверху. Линии сечения соединяем и подписываем А-А.



## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СЕЧЕНИЯ ЦИЛИНДРА.

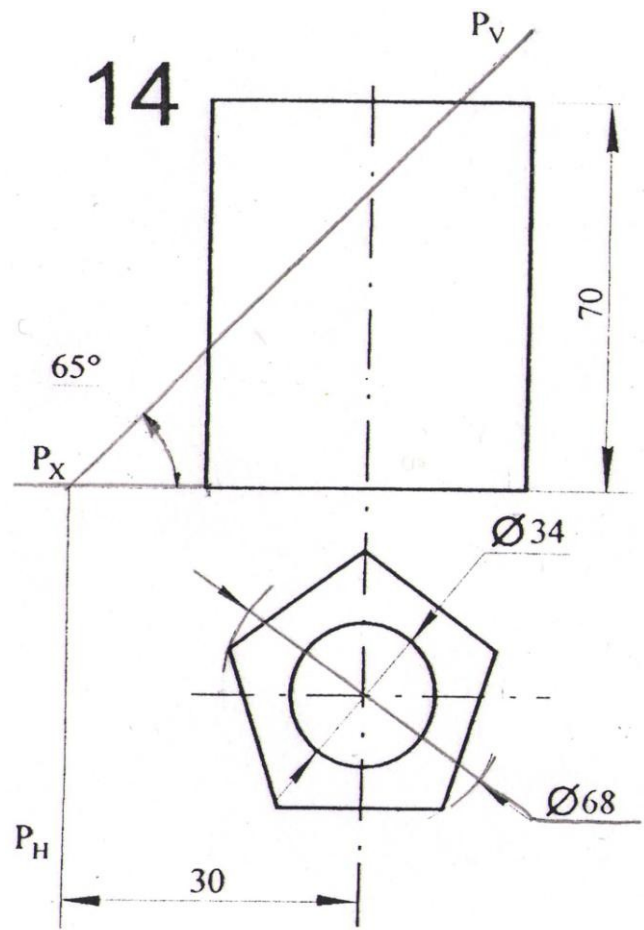
Натуральная величина наклонного сечения цилиндра представляет собой эллипс. Его оси выражены на чертеже отрезками: большая – отрезок  $1-7=1''-7''$ ; малая – отрезок  $4-10=4'-10'$ , равный диаметру цилиндра. Для построения эллипса необходимо найти еще несколько промежуточных точек способом, предложенным для нахождения большой и малой осей эллипса. Наклонное сечение А-А можно повернуть, при этом нужно добавить условное графическое обозначение – знак «повернуто».



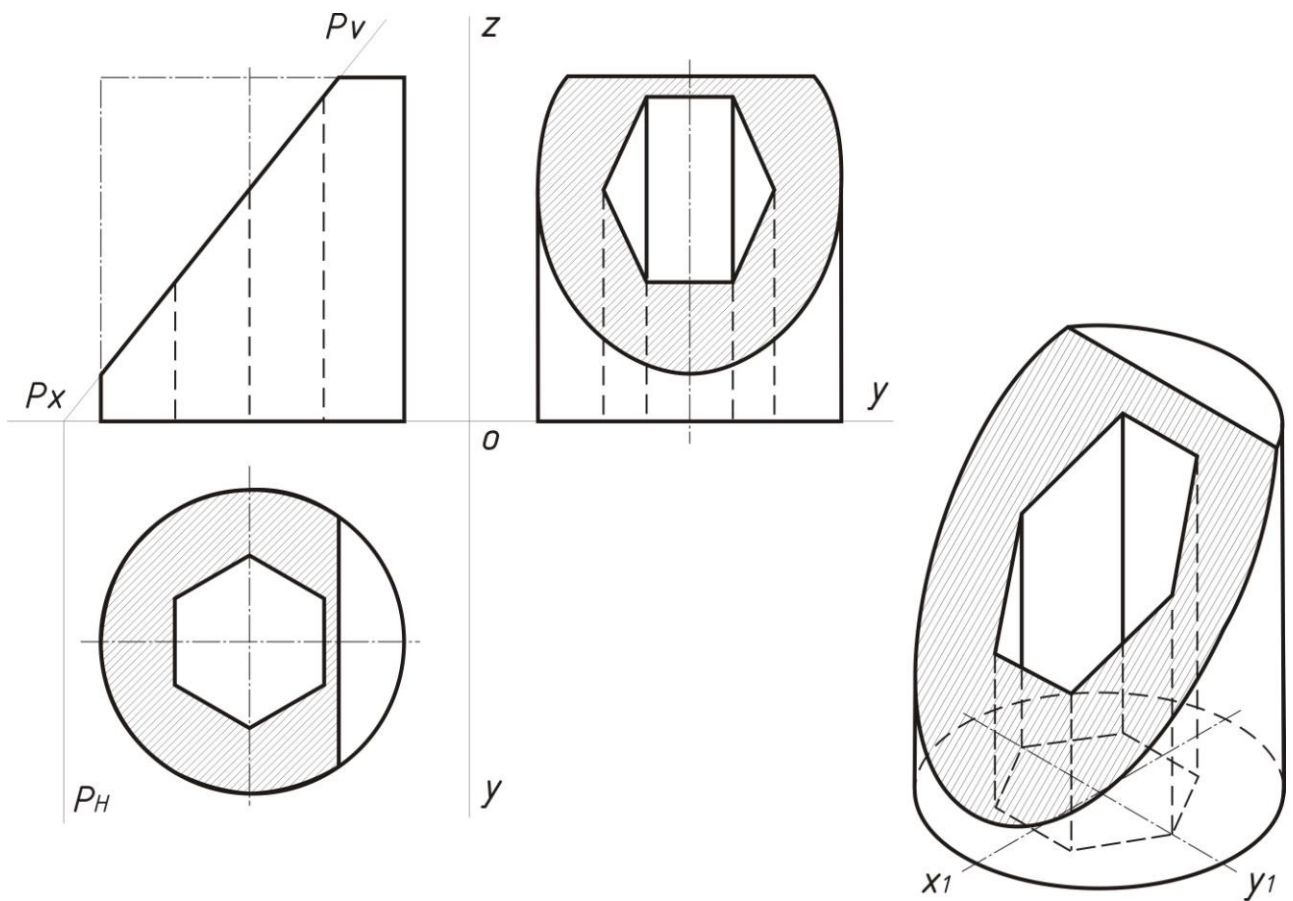
**Занятие 34-36. Графическая работа №8 «Сечение геометрического тела с соосным сквозным отверстием проецирующей плоскостью».**  
**Формат А3. Масштаб 1:1**

1. Вычертить фронтальную и горизонтальную проекции цилиндрического тела с соосным гранным сквозным отверстием (гранного тела с соосным сквозным цилиндрическим отверстием).
2. Построить недостающую профильную проекцию.
3. Выполнить сечение фронтально-проецирующей плоскостью Р.
4. Построить изометрическую проекцию усеченного тела.
5. Выполнить обводку чертежа.
6. Работа выполняется по индивидуальным заданиям в соответствии с вариантом.

# Пример задания



# Пример выполнения



## *Занятие 17-18. Проецирование моделей. Понятие о разрезе. Простые и сложные разрезы.*

### **1. ПРОЕЦИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ**

Согласно **ГОСТ 2.305 – 2008** при построении трех проекций существуют определенные правила. Построение проекций геометрических тел, имеющих отверстия и вырезы, - очень полезные упражнения не только на составление, но и на чтение комплексных чертежей. Особенно важно усвоить построение третьей проекции по двум заданным. Рекомендуется самостоятельно построить по две проекции нескольких моделей с натуры, а третью проекцию построить не глядя на модель, используя свое пространственное воображение и применяя линии связи проекций. Без таких упражнений нельзя освоить и чтение готовых комплексных чертежей.

При построении третьей проекции модели по двум заданным следует мысленно разделить модель на элементарные геометрические тела и представить себе, как эти тела будут изображаться в отсутствующей третьей проекции.

После этой подготовки можно приступить к построению третьей проекции модели, вычерчивая ее постепенно, в порядке возрастания сложности отдельных геометрических элементов.

Если необходимо построить вид слева, то изображение начинают рассматривать слева, постепенно двигаясь к правому краю изображения. Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается быть расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

Выше было сказано, что предмет необходимо располагать на чертеже так, как он располагается на производстве. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

**Например:** если нам даны вид спереди и вид сверху, то мы должны построить вид слева. Для этого на виде слева мы должны совместить высоту, взятую с вида спереди и ширину взятую с вида сверху.

Двигаясь от левого края нашего предмета, сначала рассмотрим левый край предмета (стрелка 1). Затем, передвигаемся дальше вправо, до следующей высоты (стрелка 2) (**рис.126**).

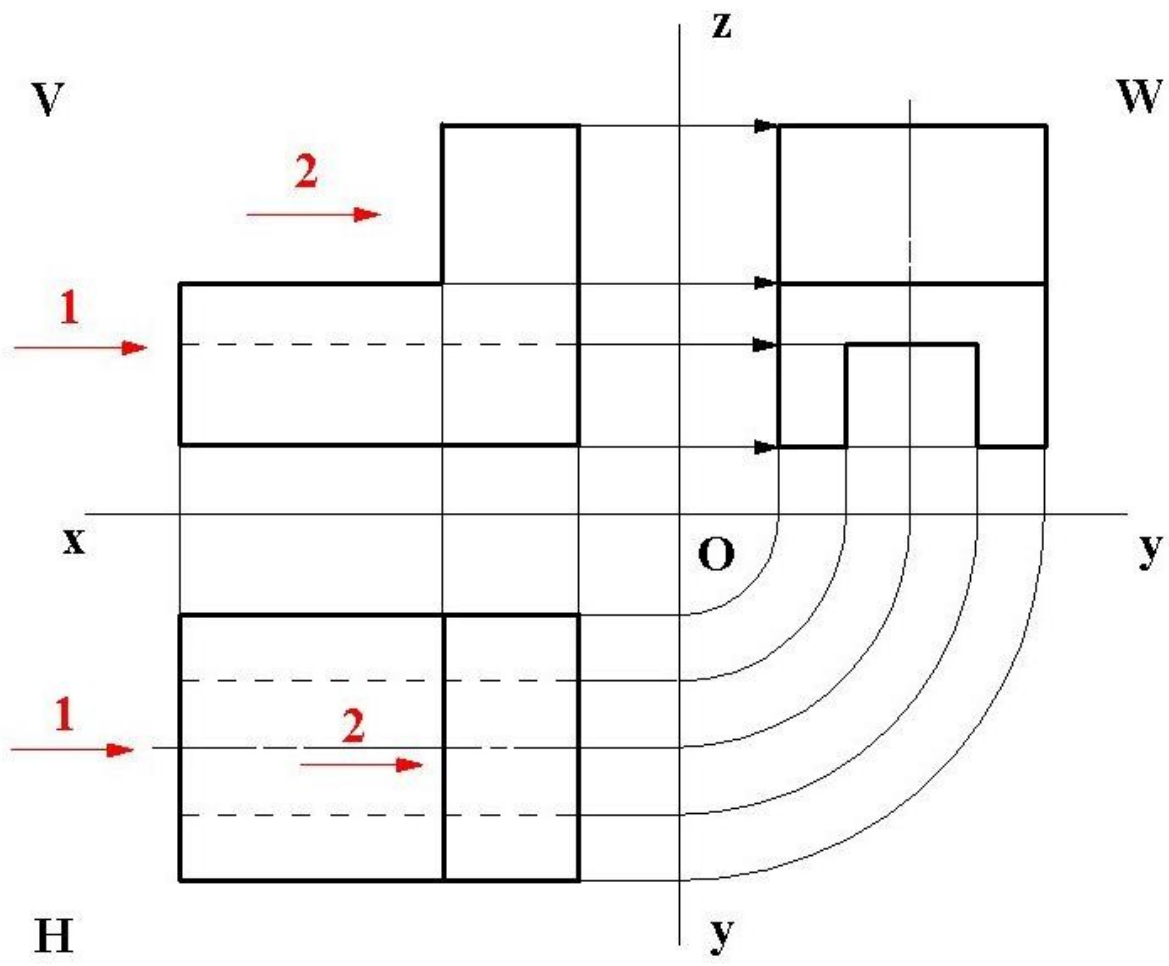


Рис.126

На рисунке 127 дан пример построения трех проекций.

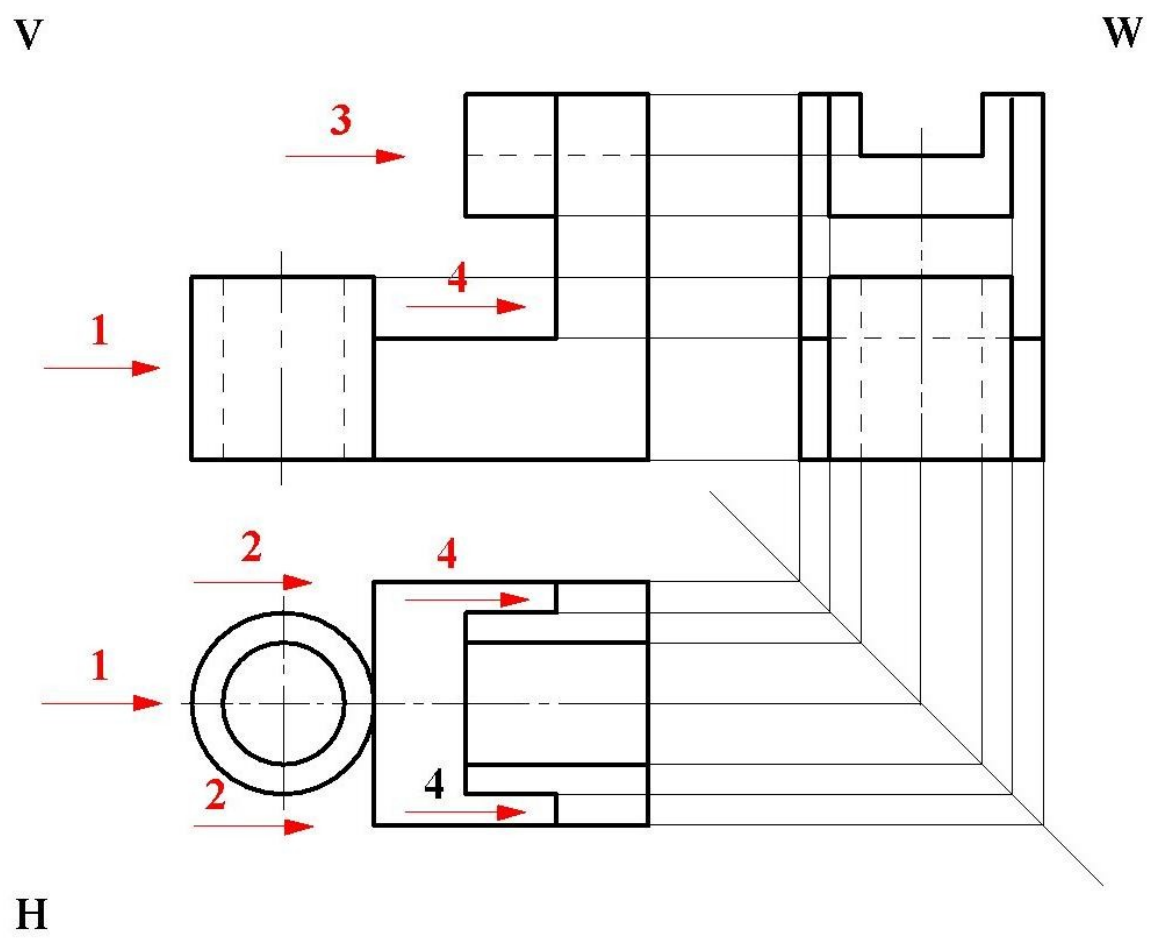


Рис.127

## **Занятие 19-20. Графическая работа №10 «Технический рисунок модели».**

**1. ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК** это аксонометрическое изображение предмета, выполненное от руки на глаз, без применения инструментов, но с соблюдением пропорций.

Для рисования контура технических форм карандаш затачивают остро на конус. Бумагу рекомендуется применять чертежную, с шероховатой поверхностью. Глянцевая бумага для рисования не годится. Для рисования рекомендуется использовать мягкие карандаши М, М1 или М2 и мягкую резинку.

Изображение должно быть четкими и простыми. Нельзя допускать небрежность в рисунке. Рисунки выполняют на листах заданного формата (А3 или А4). Рамку и основную надпись наносят при помощи чертежных инструментов. Надписи делают стандартным чертежным шрифтом.

Технический рисунок в практике конструирования имеет большое значение. Для проектировщика технический рисунок является средством выявления и закрепления технической мысли. Наглядность технического рисунка зависит от выбранного вида аксонометрической проекции, что в значительной степени зависит от формы изображаемого предмета.

Для технического рисунка **рекомендуется применять прямоугольную изометрию или диметрию.**

Например, если в детали преимущественно окружности, параллельные горизонтальной плоскости проекций, то можно рекомендовать прямоугольную изометрию (рис.184).

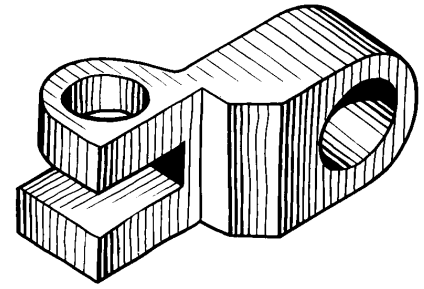


Рис.184

Если дана фигура, у которой в центре квадратная форма, то при изображении в изометрии такая фигура будет выглядеть плохо и в этом случае ее следует изображать в прямоугольной диметрии (рис.185).

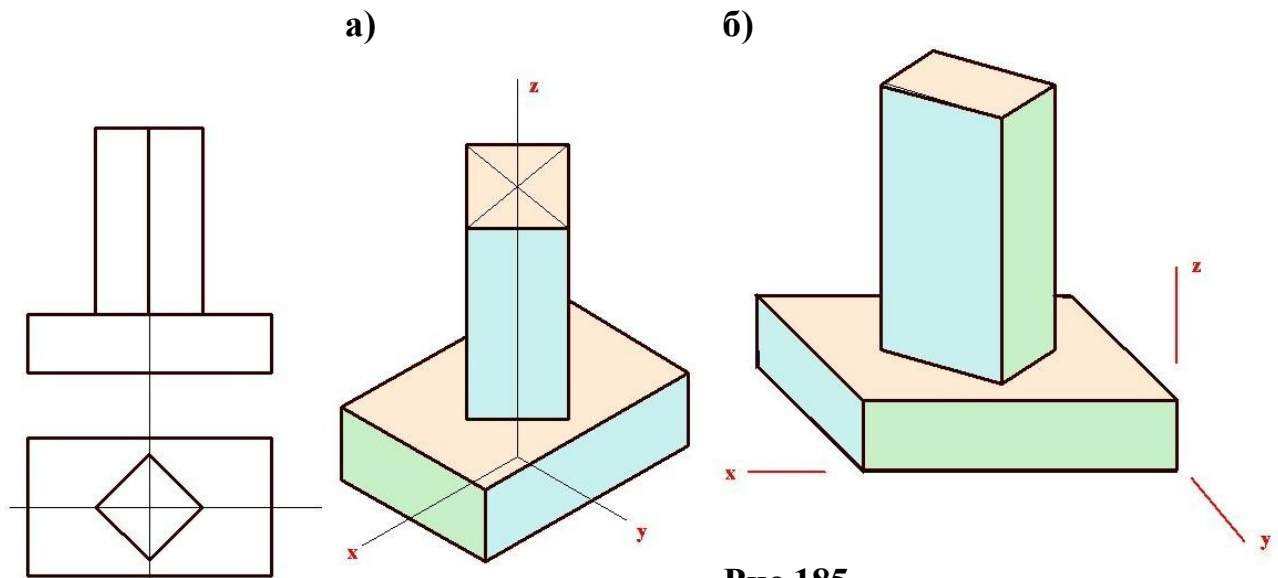


Рис.185

Если деталь цилиндрической формы и расположена так, что все окружности параллельны фронтальной плоскости проекций, то ее лучше изображать во фронтальной (кабинетной) диметрии. (рис.186)

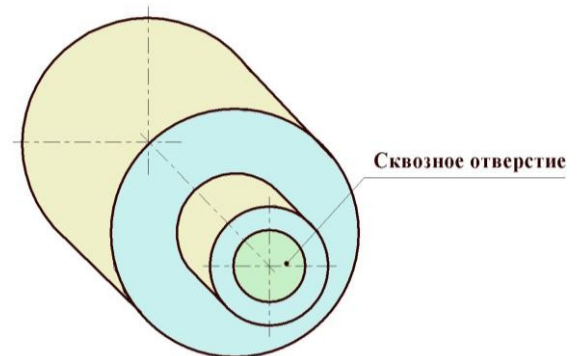


Рис.186

### **ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РИСУНКА КАРАНДАШОМ**

Умение и навыки в техническом рисовании приобретаются тренировкой. Рисовать необходимо карандашом и только от руки без применения каких-либо инструментов и измерительных принадлежностей.

Приступая к техническому рисованию, необходимо приобрести некоторые навыки в проведении от руки различного вида линий и изображений простейших геометрических фигур. Особенно важно овладеть навыком проведения линий с углами наклона в  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ . Тренируясь, следует периодически проверять наклон проведенных линий.

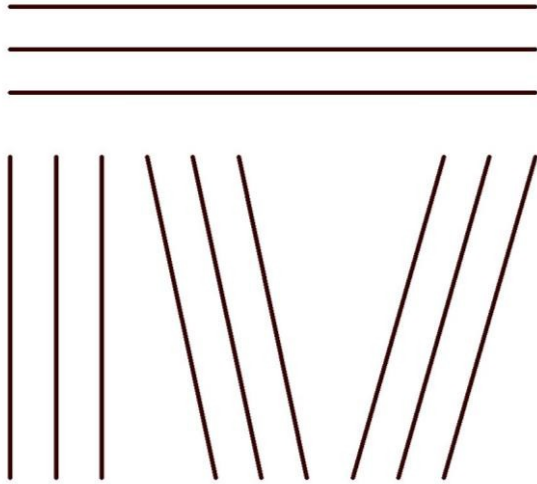


Рис.187

**УПРАЖНЕНИЕ.**

1. Проведите параллельные прямые несколько раз, затем можно поменять направление на вертикальные в сочетании с горизонтальными и наклонными (рис.187). При этом необходимо, чтобы рука не напрягалась и вырабатывалась привычка к правильным и удобным движениям.

2. Нарисуйте кривые линии - замкнутые и петлеобразные (рис.188) и др.

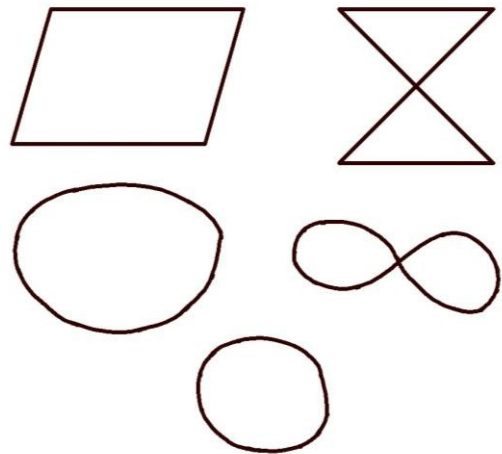


Рис.188

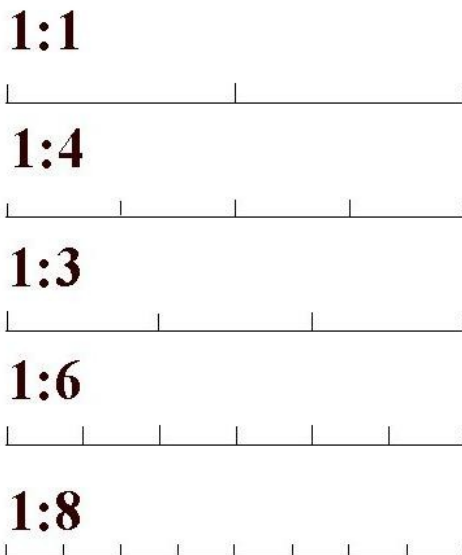


Рис.189

3. Прodelайте ряд упражнений на деление линий на 2, 4, 8 частей, на 3 и 6 или на 5 частей (рис.189).

4. Нарисуйте окружность и эллипс (рис.190).

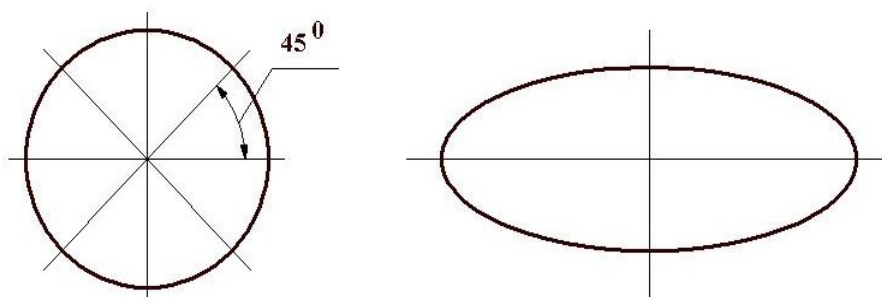


Рис.190



## РИСОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Начинается рисование с проведения аксонометрических осей.

### Оси для построения изометрии

Построим два конгруэнтных прямых угла. Из точки  $O$  отложим вправо и влево по 5 одинаковых отрезков, получим точки 5 и 5. Из этих точек опустим вниз прямые, на которых отложим по 3 одинаковых отрезка, равных отрезкам выше, получим точки 3 и 3. Проведем через точки  $3O$  и  $3O$  прямые. Получим оси  $X$  и  $Y$ . (рис.191)

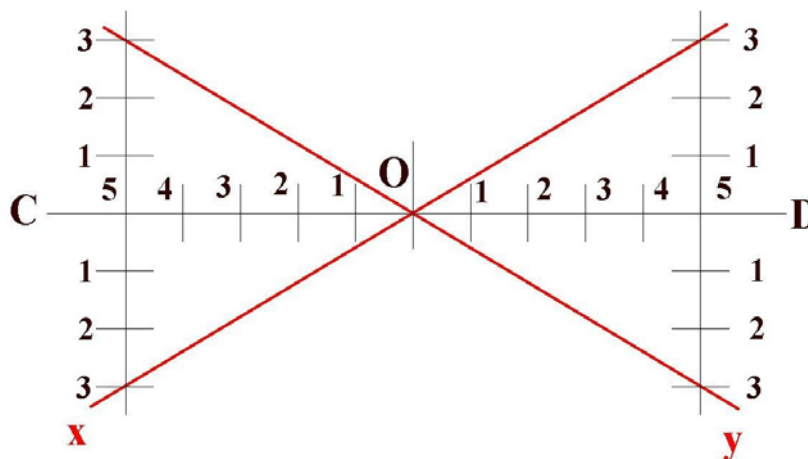


Рис.191

При построении диметрии необходимо построить два конгруэнтных угла. Затем на прямой  $OA$  отложить отрезок  $O1$ . Из точки 1 опустить прямую и на ней отложить отрезок равный отрезку  $O1$ , получим точку 2. Соединим точки 2 и  $O$ , получим ось  $Y$  (рис.192).

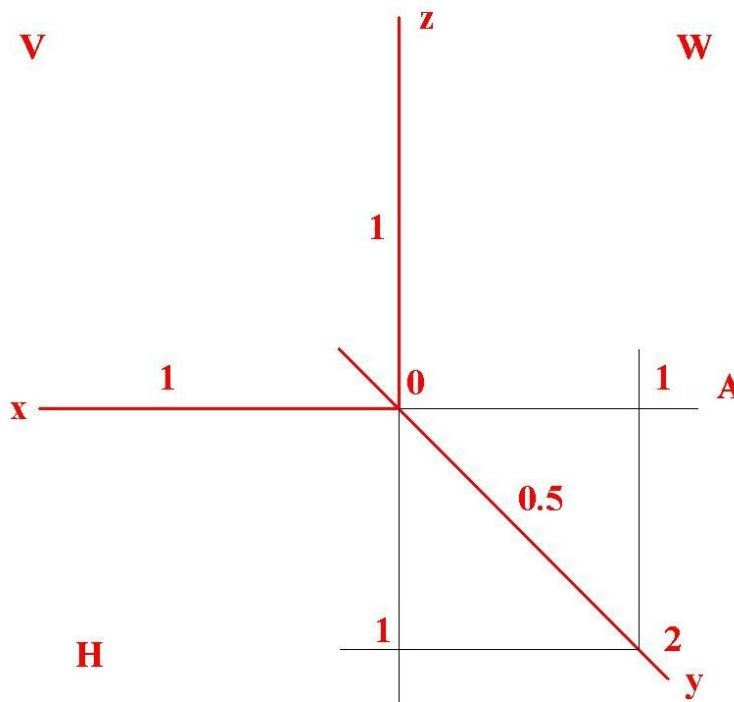


Рис.192

Рисование по ортогональному чертежу является эффективным методом для развития объемно – пространственного мышления, зрительной памяти, активного анализа конструкции форм, чувства пропорции, профессиональной наблюдательности и художественного вкуса.

*При изображении детали с натуры или с чертежа не следует делать никаких измерений, необходимо приучиться соблюдать соотношение размеров на глаз.*

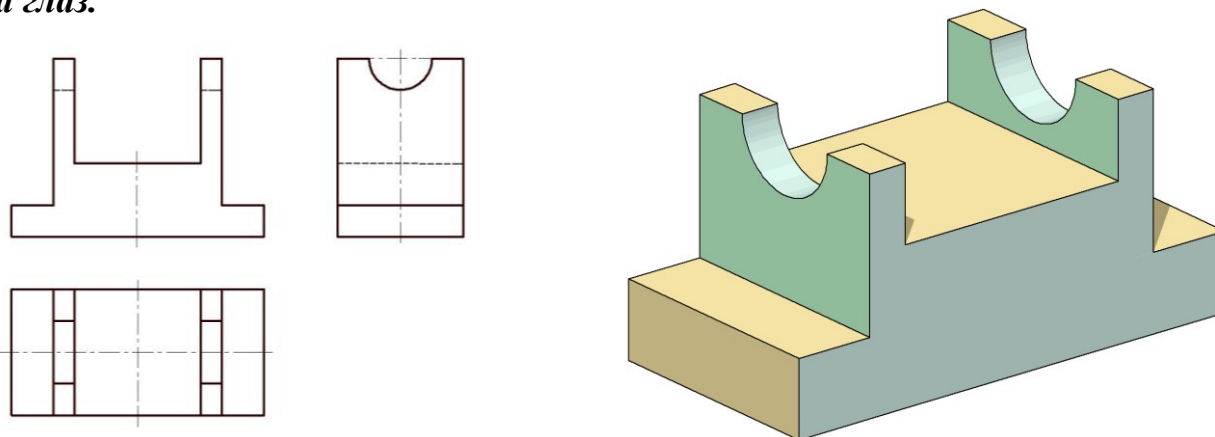


Рис.193

*Рекомендуется выполнять рисунок в четыре этапа:*

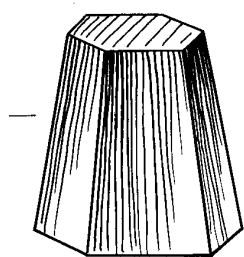
*1. Быстро набросать тонкими линиями черновик рисунка. Проанализировать его, отметить для себя недостатки, обратить внимание на рациональный порядок выполнения рисунка.*

*2. Сделать тонкими линиями предварительный набросок (крок) или рисунок, которые дают полное представление о внешних формах, внутренней конструкции и правильном взаиморасположении отдельных его частей.*

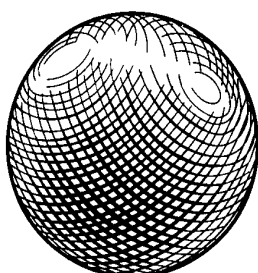
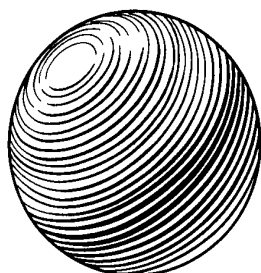
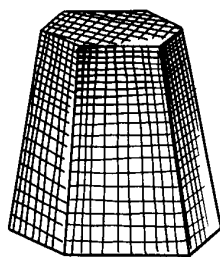
*3. Выполнить рисунок, после чего более толстыми линиями выделить тона и полтона так, чтобы придать изображению рельефность.*

*4. Стереть линии построения, подчеркнуть рельеф форм штриховкой или шраффировкой.*

б) штриховка



в) шраффировка



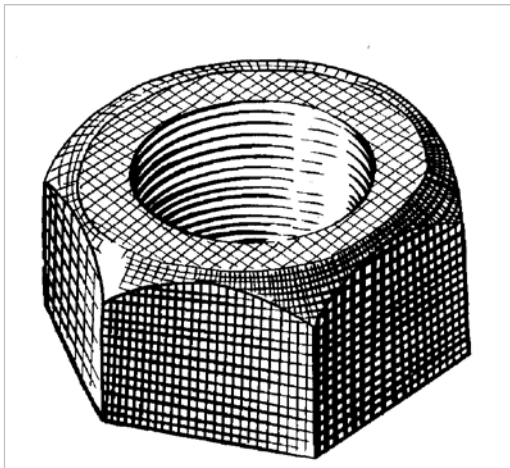
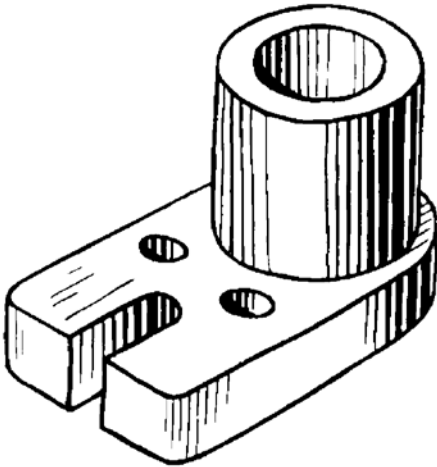
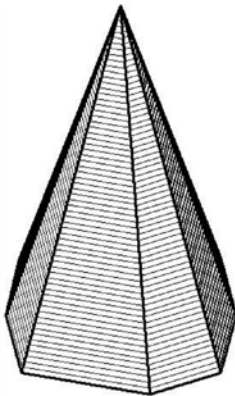
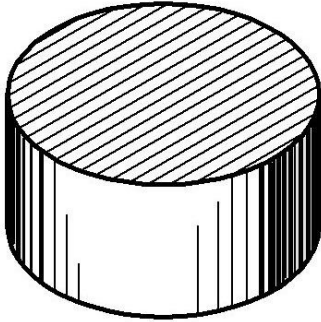
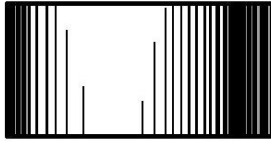
**Штриховку** наносят прямыми параллельными линиями.

Под **шраффировкой** понимают сетчатую штриховку.

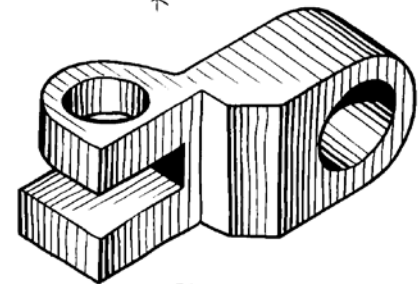
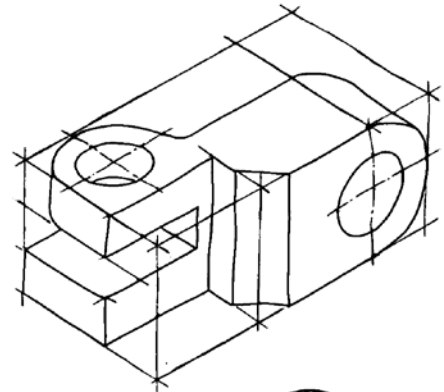
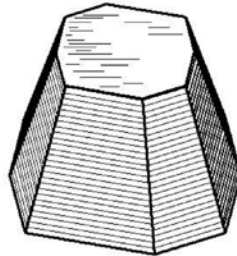
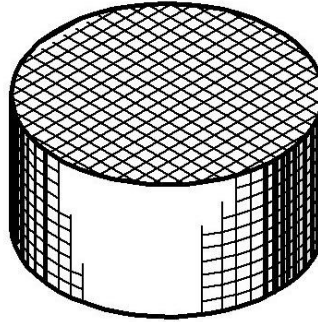
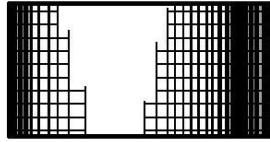
В зависимости от насыщенности тона штриховку наносят линиями различной частоты и толщины. В большинстве случаев штриховку наносят по форме предмета. На цилиндрической или конической поверхности, например, штрих кладут по направлению вращательного движения или параллельно образующим цилиндрической или конической поверхности, что сильнее подчеркивает

объемность этих тел; у пирамиды - параллельно основанию и лучам, идущим к вершине

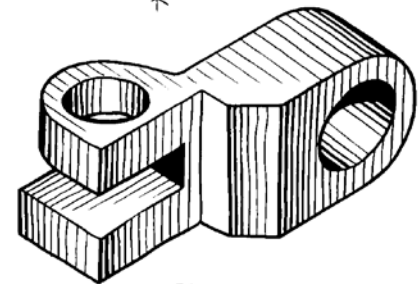
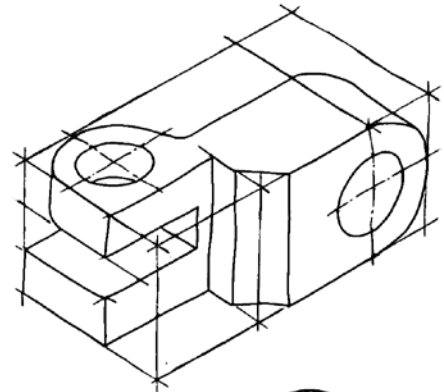
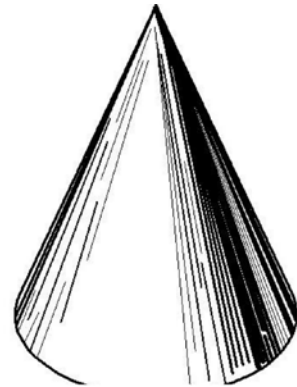
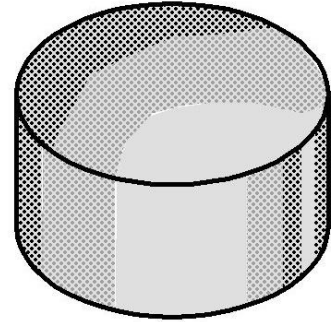
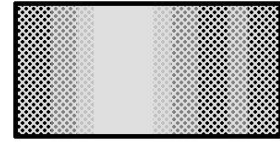
Штриховка



Шрафировка



Тушевка



## **1. ПОНЯТИЕ О РАЗРЕЗЕ**

Для представления о внутренней форме предмета на чертеже применяются линии невидимого контура. Это затрудняет чтение чертежа и может приводить к ошибкам. Применение условных изображений – разрезов – упрощает чтение и построение чертежей. Если предмет или модель имеет сложные внутренние очертания, то большое количество штриховых линий, которые часто пересекаются со сплошными контурными линиями и между собой, затрудняет чтение чертежа и часто ведет к неправильному представлению о внутренних формах модели. Поэтому на чертежах применяют условные изображения моделей – разрезы. В этом случае полую модель разрезают (рассекают) плоскостью, параллельной какой – либо плоскости проекций – Н, V или W.

**Разрезом называется изображение предмета, полученное при мысленном рассечении его одной или несколькими секущими плоскостями. При этом часть предмета, расположенная между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляется, а на плоскости проекций изображается то, что получается в секущей плоскости (фигура сечения предмета секущей плоскостью) и что расположено за ней (рис.128).**

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на *горизонтальные, вертикальные и наклонные*.

Разрезы называются продольным, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета, и поперечными, если секущие плоскости перпендикулярны длине или высоте предмета.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на простые (при одной секущей плоскости) и сложные (при нескольких секущих плоскостях)

В результате выполнения разреза линии внутреннего контура, изображавшиеся на виде штриховыми линиями, становятся видимыми и должны быть изображены сплошными основными линиями.

Мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета.

На всех примерах, приведенных ниже, условно принято, что предметы – металлические и для графического обозначения материала в сечениях детали применена штриховка тонкими линиями с наклоном под углом  $45^{\circ}$  к линиям рамки чертежа. Штриховка на всех изображениях выполняется, как правило, в одном направлении (с правым или левым наклоном). Расстояние между линиями штриховки принимается от 2...3 мм).

**ПРОСТЫМ РАЗРЕЗОМ** называется разрез, получаемый при применении одной секущей плоскости.

Наиболее часто применяются вертикальные и горизонтальные разрезы.

Вертикальными называются разрезы, образованные секущими плоскостями, перпендикулярными горизонтальной плоскости проекций.

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

Горизонтальными разрезами называются разрезы, образованные секущими плоскостями, параллельными горизонтальной плоскости проекций.

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

На (рис.129) деталь рассечена плоскостью Р, параллельной фронтальной плоскости проекций. Часть детали, расположенная перед секущей плоскостью, мысленно удалена, а оставшаяся часть, полностью изображенная на месте главного вида, представляет собой фронтальный разрез детали. Все контурные линии, расположенные в секущей плоскости и за ней, показаны на разрезе как видимые.

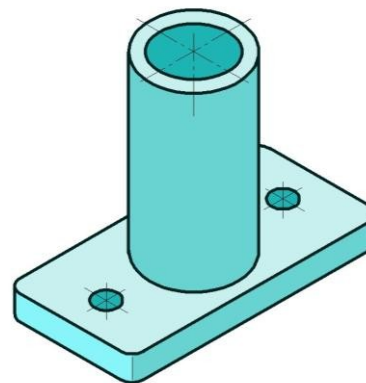


Рис.128

На (рис.128) изображена цилиндрическая втулка в аксонометрической проекции. Втулка имеет сквозное отверстие переменного сечения и фланец прямоугольной формы с двумя отверстиями.

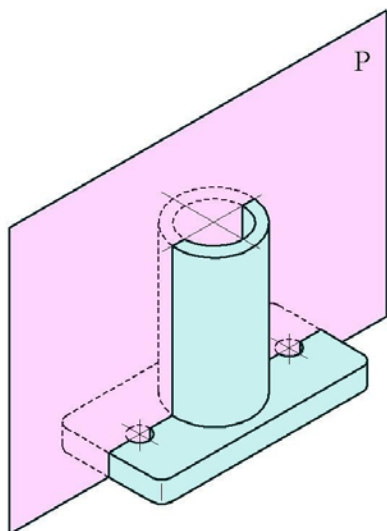


Рис. 129

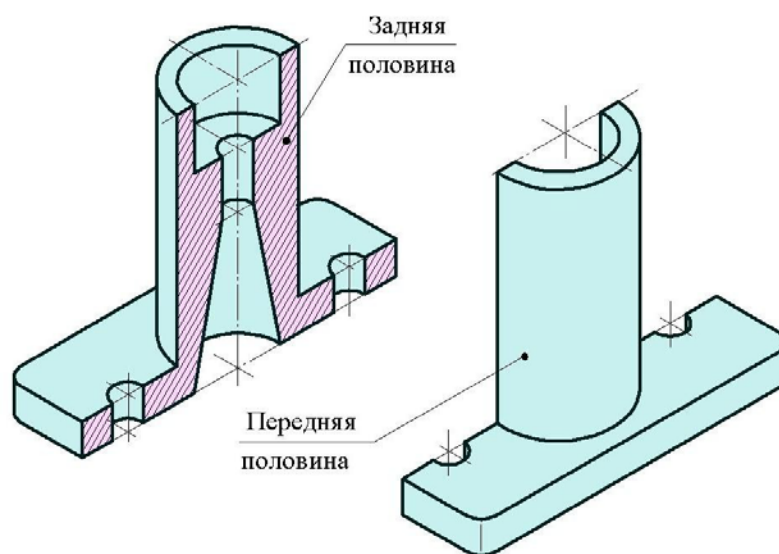


Рис. 130

На (рис.131) эта же втулка изображена в двух видах со всеми линиями невидимого контура на главном виде. На (рис.129) показана плоскость, которая рассекает втулку, а на (рис.130) – втулка в разрезе, плоскость Р рассекла втулку на две части. Переднюю половину втулки мысленно удаляем, а на чертеже воспроизводим изображение ее задней половины (рис.132).

На виде сверху втулка должна быть показана полностью, так как разрез делается условно, а не фактически.

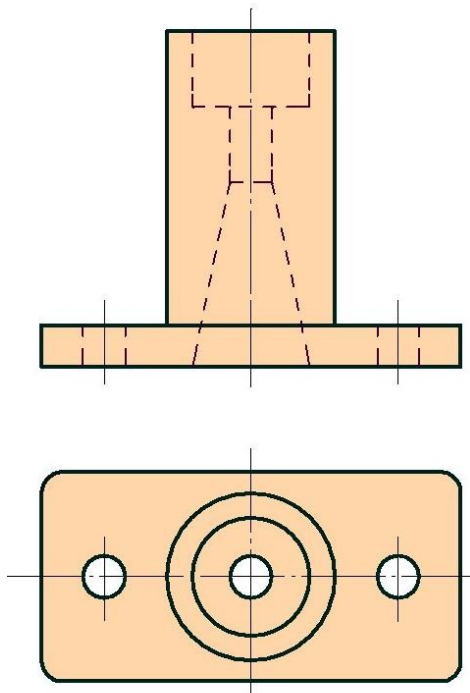


Рис. 131

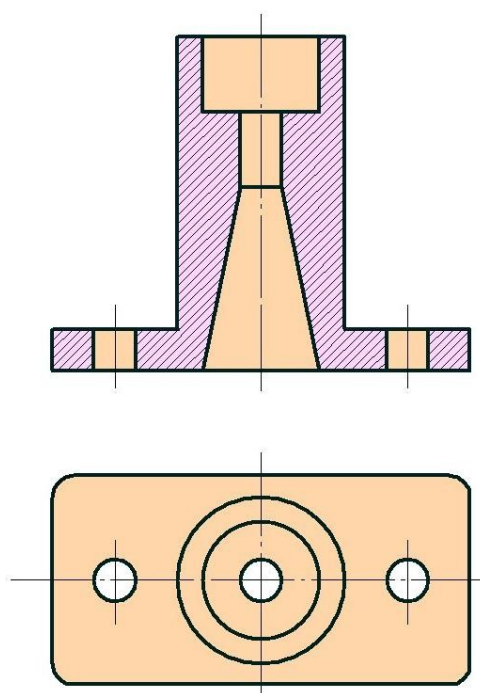


Рис. 132

На (рис.133) деталь рассекается секущей плоскостью Р, параллельной профильной плоскости проекций. Получающая в этом случае профильный разрез расположен на месте вида слева.

В каждом из разобранных примеров секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали в целом, а разрез расположен в непосредственной проекционной связи с видом и они не разделены какими-либо другими изображениями. В таких случаях при выполнении горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов положение секущей плоскости на чертеже не отмечается и разрез надписью не сопровождается.

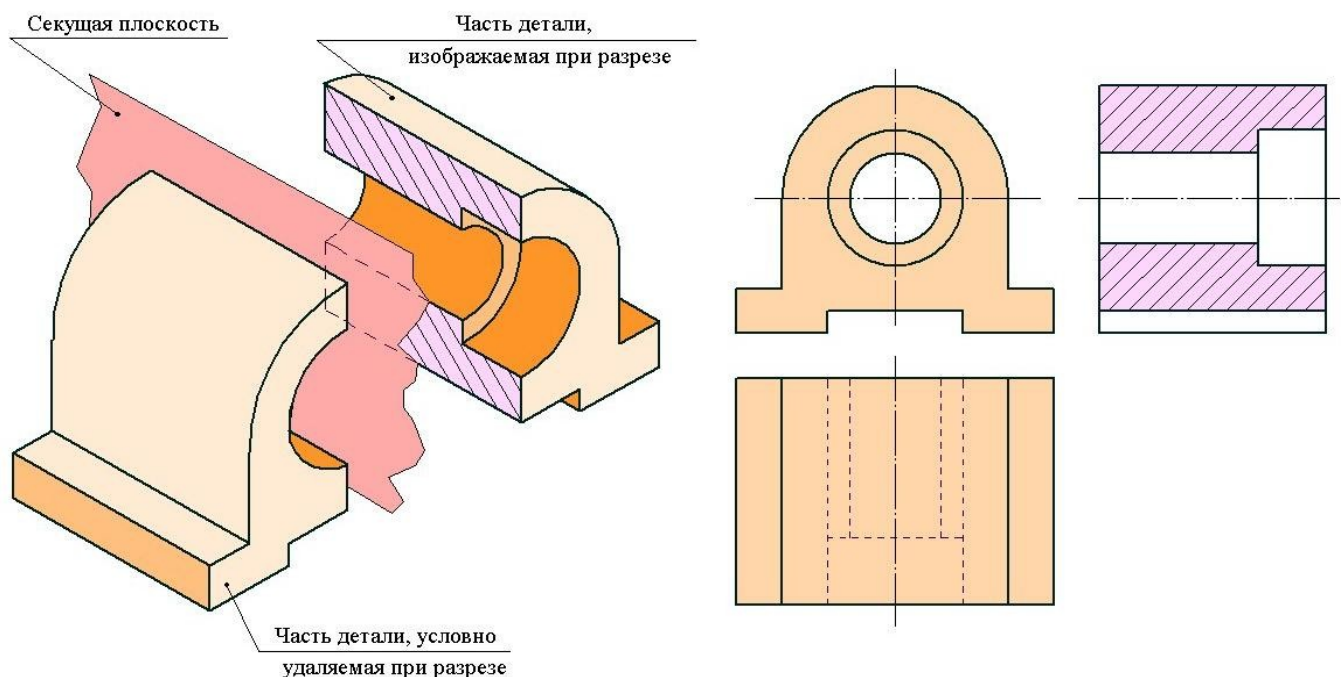


Рис.133

На (рис.135) выполнены два вертикальных разреза: фронтальный (А-А) и профильный (Б-Б), секущие плоскости которых не совпадают с плоскостями симметрии детали в целом (в данном случае вообще нет). Поэтому на чертеже указано положение секущих плоскостей, а соответствующие им разрезы сопровождаются надписями.

Положение каждой секущей плоскости указывается линией сечения, выполненной разомкнутой линией. Толщина штрихов разомкнутой линии равна от  $S$  до  $1.5S$ , где  $S$  - толщина сплошной основной линии: длина штрихов  $8...20$  мм (рис. 135).

Начальные и конечные штрихи разомкнутой линии сечения не должны пересекать контур изображения и размерные линии изображения. На штрихах линии сечения перпендикулярно к ним ставят стрелки, указывающие направление взгляда, выполняемые в соответствии с (рис.134). Стрелки наносят на расстоянии  $2-3$  мм от внешнего конца штриха линии сечения.

Около каждой стрелки, со стороны выступающего за них на  $2-3$  мм внешнего конца штриха линии сечения, наносится одна и та же прописная буква русского алфавита. Буква должна быть крупнее, чем цифры на чертеже.

Надпись над разрезом содержит две буквы, которыми обозначена секущая плоскость, написанные через тире (рис.135).

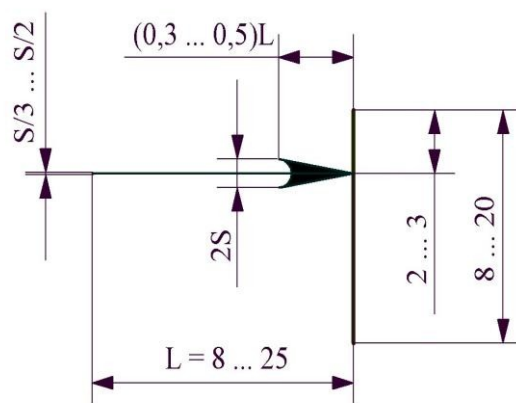
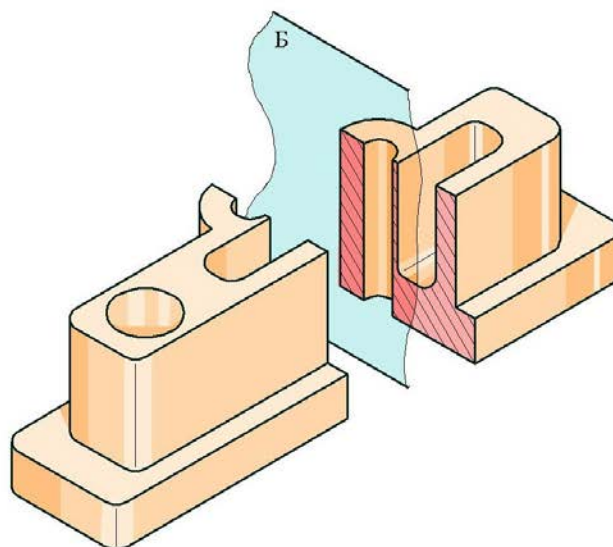
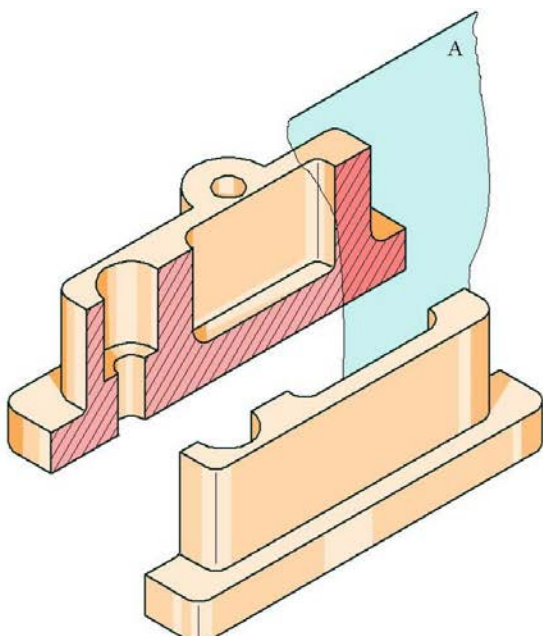


Рис.134



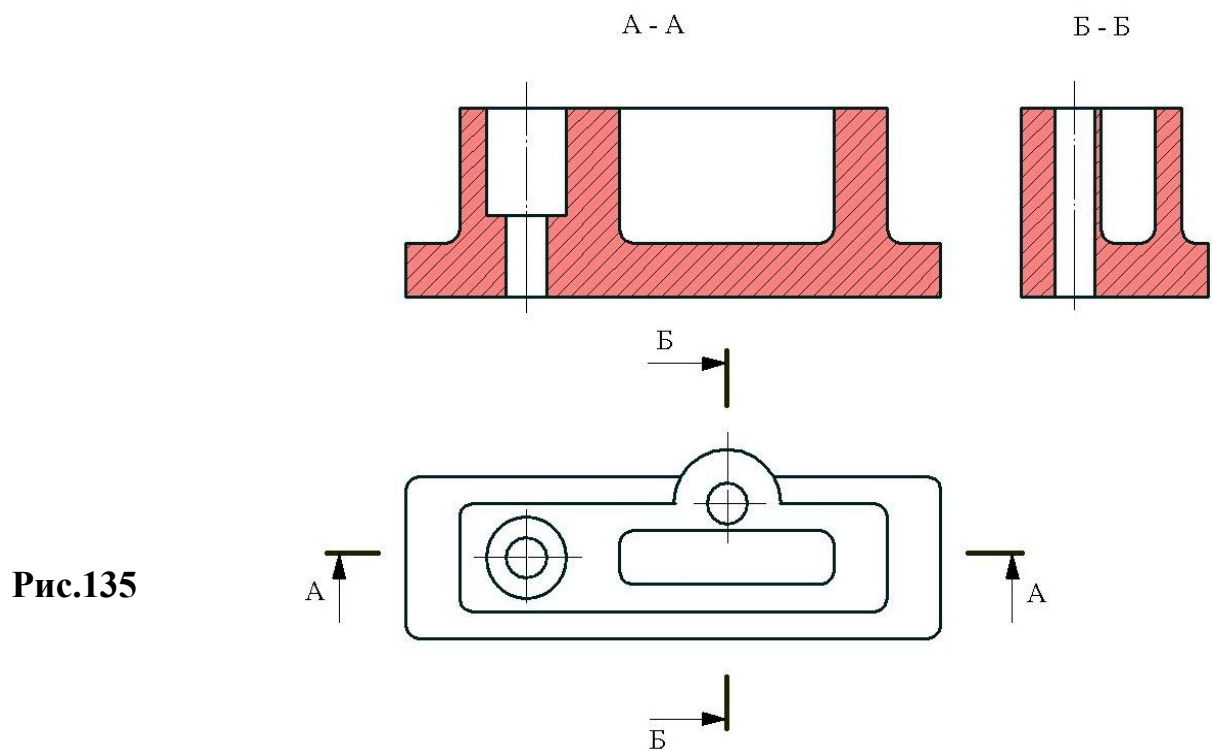


Рис.135

На практике встречаются случаи, когда вертикальный разрез выполняется секущей плоскостью, непараллельной ни фронтальной, ни профильной плоскостям проекций (**рис.136**). В этом случае разрез строится и располагается в соответствии с направлением взгляда, указанным стрелками на линии сечения. Допускается поворот разреза до положения, соответствующего положению, принятому для предмета на главном изображении.

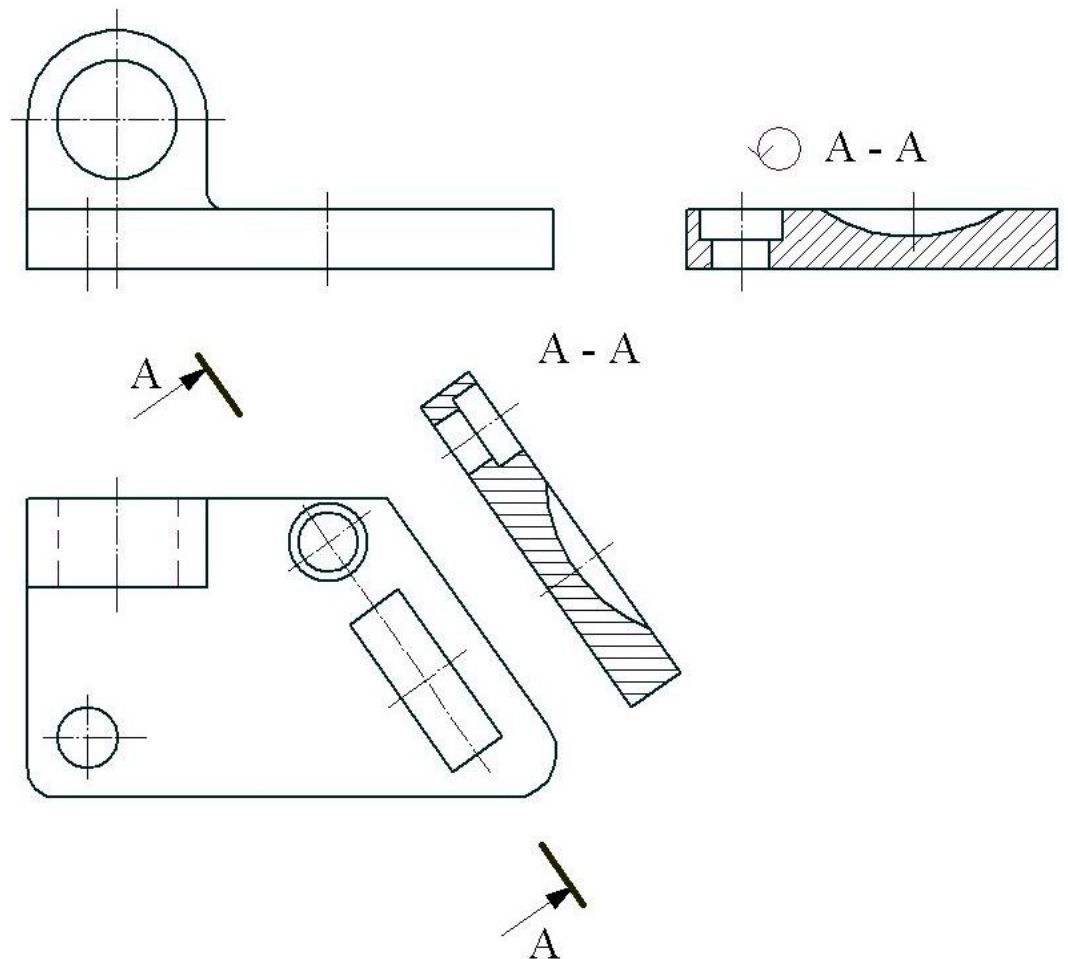
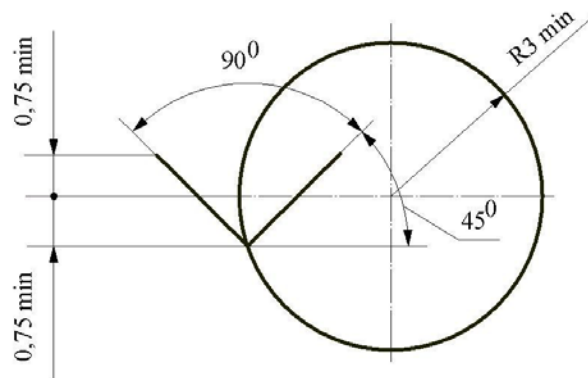


Рис.136



В этом случае к надписи над разрезом должно быть добавлен знак, заменяющий слово «повернуто» (**рис.137**)

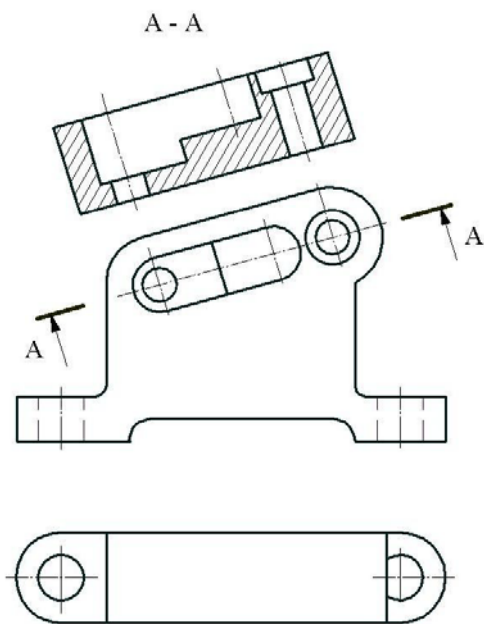


**Рис.137**

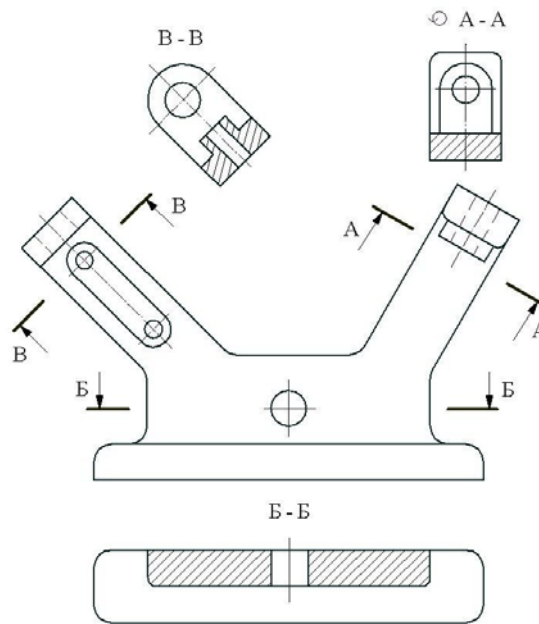
**НАКЛОННЫМИ** называются разрезы, образованные секущими плоскостями, составляющими с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Пример наклонного разреза приведен на (**рис.138**). Положение секущей плоскости отмечается линией сечения со стрелками, указывающими направление взгляда.

Наклонные разрезы должны строиться и располагаться в соответствии с направлением взгляда (**рис.138**). При необходимости допускается располагать наклонные разрезы на любом месте поля чертежа (**рис.139**) вне проекционной связи с видом, но с учетом направления взгляда, указанного стрелками на линии сечения. Следует отдавать предпочтение разрезам, выполненных по типу В-В.



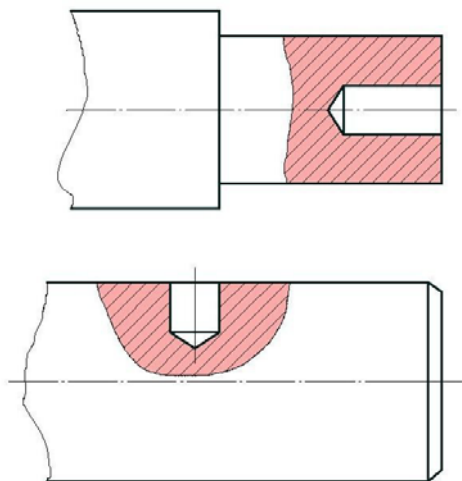
**Рис. 138**



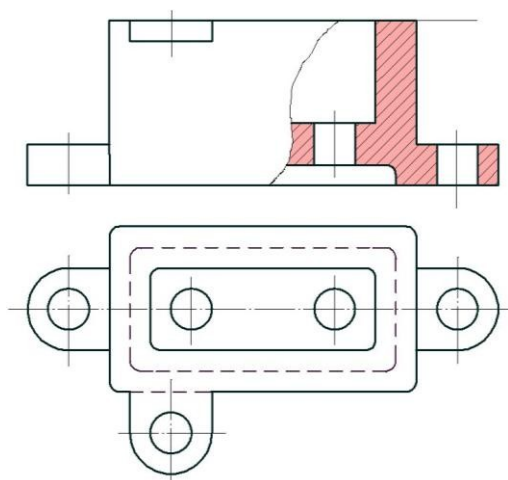
**Рис. 139**

Разрез, служащий для выявления формы предмета лишь в отдельном ограниченном месте, называется **МЕСТНЫМ** и ограничивается на виде сплошной волнистой линией, причем эта линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения (**рис.140,141**)

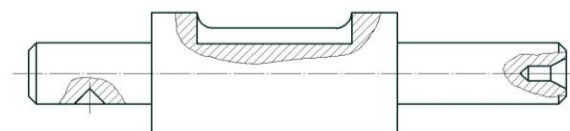
Если местный разрез выполняется на чисти предмета, представляющий собой тело вращения (**рис.142**) и, следовательно изображенной с осевой линией, то местный разрез с видом могут разделяться этой осевой линией или линией обрыва.



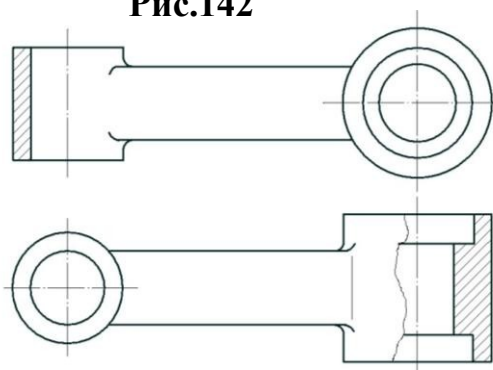
**Рис.141**



**Рис.142**



**Рис.143**



**СЛОЖНЫМИ** называются *разрезы, получаемые с помощью двух и более секущих плоскостей.*

Они применяются в тех случаях, когда количество элементов деталей, их форма и расположение не могут быть изображены на простом разрезе одной секущей плоскостью и это вызывает необходимость применения нескольких секущих плоскостей.

Сложные разрезы разделяются на ступенчатые и ломанные. Они могут быть так же, как и простые разрезы, горизонтальными, фронтальными и профильными.

Сложные разрезы могут быть и комбинированными, т.е. состоящими из ступенчатого и ломанного разрезов.

## **РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ СТУПЕНЧАТЫЕ**

**Ступенчатыми разрезами** называются разрезы, выполненные несколькими параллельными секущими плоскостями.

На **рисунке 144** приведен пример выполнения фронтального ступенчатого разреза. Разрез осуществлен тремя секущими фронтальными плоскостями. Положение секущих плоскостей указывается штрихами линии сечения со стрелками, отмеченными одной и той же буквой. Эти штрихи принимаются за начальный и конечный штрихи линии сечения. Линия сечения имеет также перегибы, показывающие места перехода от одной секущей плоскости к другой.

Перегибы линии сечения выполняются также штрихами разомкнутой линии. Наличие перегибов в линии сечения не отражается на графическом оформлении сложного разреза: в данном случае все секущие плоскости совмещены с одной фронтальной плоскостью и сложный разрез оформляется как простой. Над разрезом наносится надпись, указывающая обозначение плоскостей, в результате применения которых получен разрез.

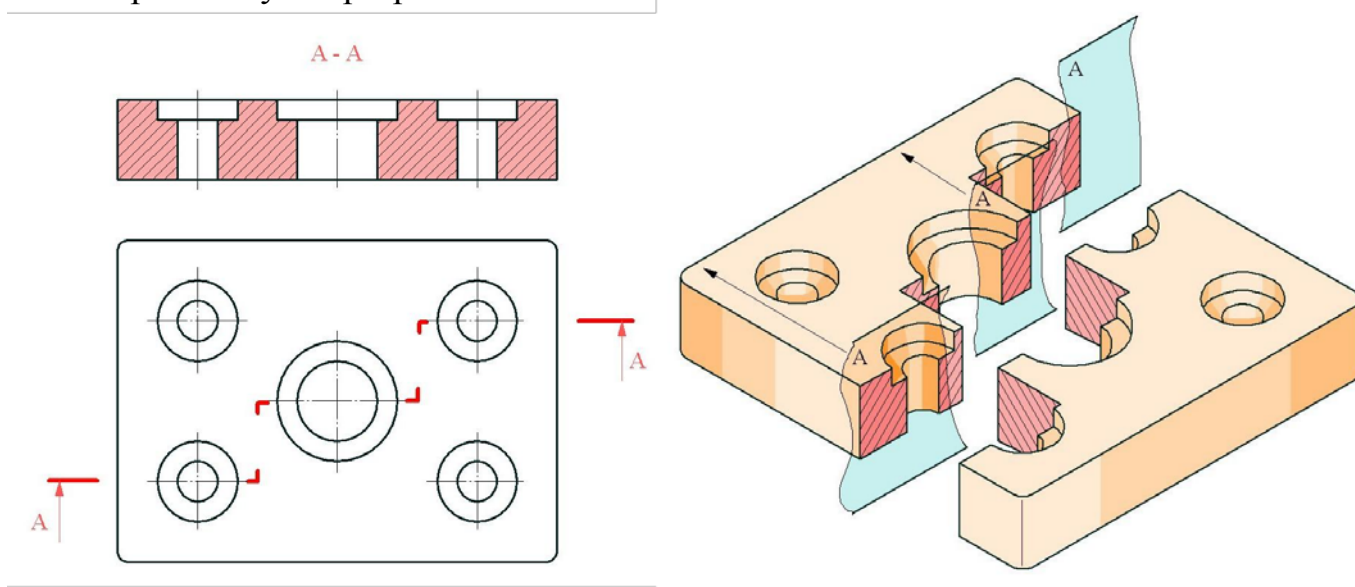


Рис.144

## РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ ЛОМАННЫЕ

**Ломанными** называются разрезы, полученные от пересечения предмета не параллельными, а пересекающимися плоскостями (рис.145).

Секущие плоскости условно поворачивают около линии взаимного пересечения до совмещения с плоскостью, параллельной какой-либо из основных плоскостей проекций, поэтому ломанные разрезы могут быть фронтальными, горизонтальными или профильными.

На (рис.145) рычаг мысленно рассечен двумя пересекающимися секущими плоскостями, одна из которых является фронтальной плоскостью. Секущая плоскость, расположенная левее, мысленно поворачивается вокруг линии пересечения секущих плоскостей до совмещения с фронтальной секущей плоскостью. Вместе с секущей плоскостью поворачивается расположенная в ней фигура сечения детали.

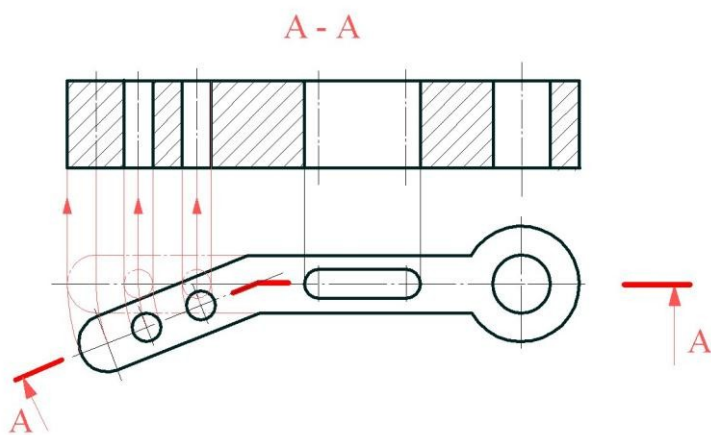


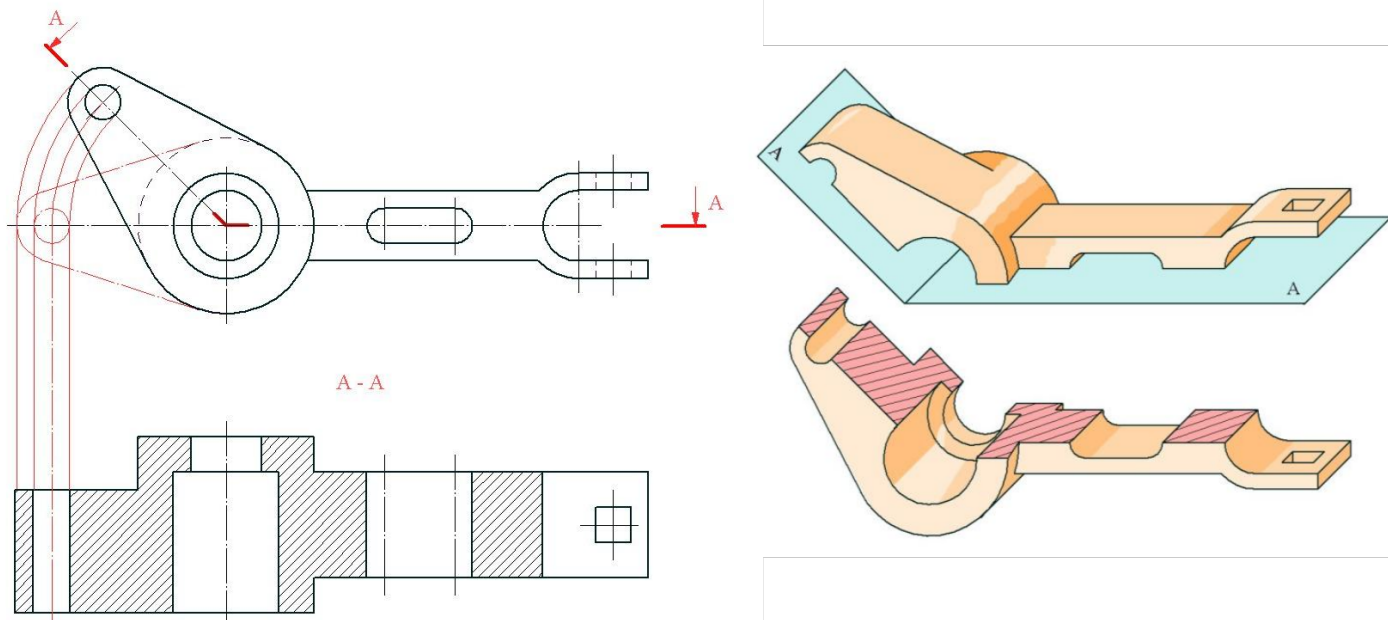
Рис.145

На виде спереди дано изображение рассеченной детали после выполнения указанного поворота. На (рис.145) для наглядности нанесены линии связи и

положение части детали после поворота. Эти построения на чертеже показываться не должны.

Ломанные разрезы могут быть помещены и на месте других видов, например, на виде сверху (**рис.146**) при условии, что совмещенные плоскости окажутся параллельными горизонтальной плоскости проекций.

В данном случае ломанный разрез называется горизонтальным.



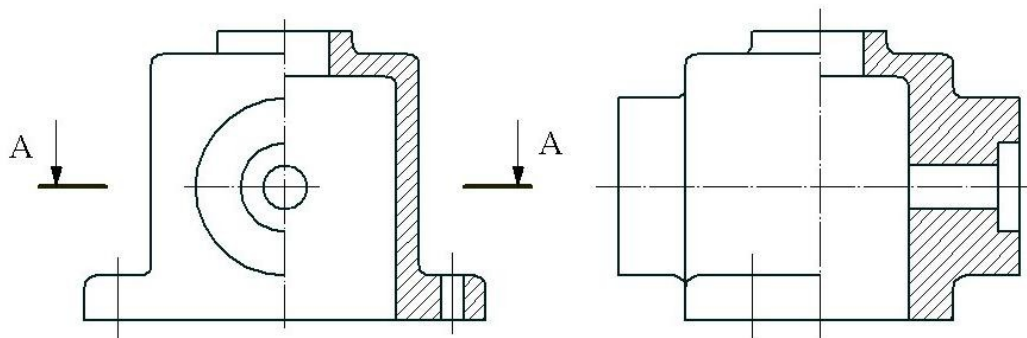
**Рис.146**

## 2. СОЕДИНЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА И ЧАСТИ РАЗРЕЗА

При изображении видов, разрезов, сечений необходимо стремиться к тому, чтобы их было как можно меньше, но вместе с тем чтобы их число обеспечивало полное представление о предмете или конструкции при применении условных обозначений, знаков и надписей. Для этого применяются некоторые упрощения.

**На одном изображении допускается соединять часть вида и часть разреза.**

Если вид и располагаемый на его месте разрез представляют собой симметричные фигуры, то можно соединить половину вида и половину разреза, разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии. Линии невидимого контура на соединяемых частях вида и разреза не показываются. Разрез показывается на правой стороне изображения, на виде спереди и виде слева или ниже на виде сверху от оси симметрии, разделяющей часть вида с частью разреза (**рис.147**).



**Рис.147**

### 3. СОЕДИНЕНИЕ ВИДА И РАЗРЕЗА ПРИ СОВПАДЕНИИ ЛИНИИ ВИДИМОГО КОНТУРА С ОСЬЮ СИММЕТРИИ

При соединении симметричных частей вида и разреза, если с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии (например, ребра (рис.148), то вид от разреза отделяется тонкой сплошной волнистой линией.

А) Если проекция линии совпадает с осью симметрии изображения и располагается снаружи, показываю большую часть вида (рис.148, б).

Б) Если проекция линии совпадает с осью симметрии изображения и располагается внутри, показываю большую часть разреза (рис.148, а).

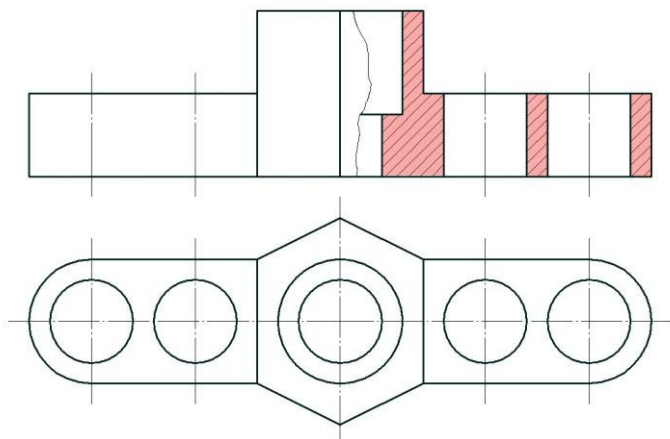


Рис.148, а

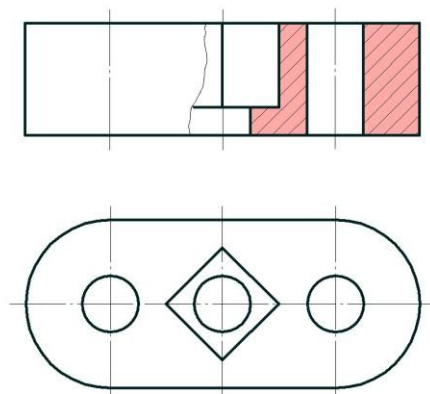


Рис.148, б

### 4. УСЛОВНОСТИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ РАЗРЕЗОВ

1. *Тонкие стенки, ребра жесткости, ушки*, и т.п., показываются на разрезе **не заштрихованными**, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента (рис.149).

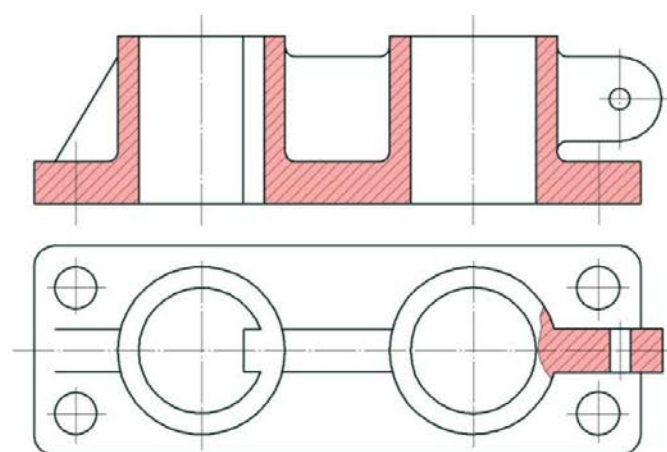
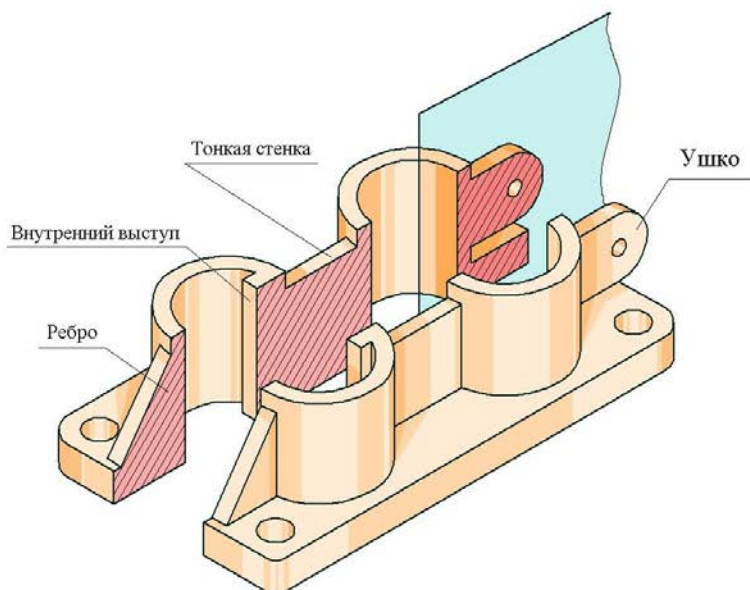
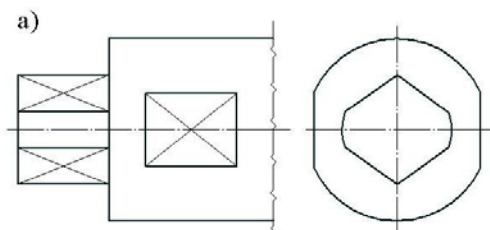


Рис.149



2. Спицы штурвалов, маховичков и прочих деталей на разрезах показываются **не заштрихованными**, если секущая плоскость совпадает с осью спицы. Поперечные сечения спиц заштриховываются (рис.150).

3. Шарики всегда показывают не заштрихованными, а также гайки и шайбы на сборочных чертежах.

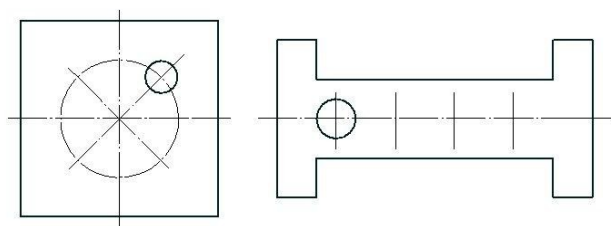


**Рис.151**

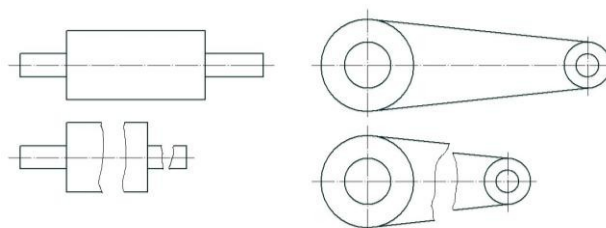
5. При выделении на чертеже плоских поверхностей предмета проводят диагонали сплошными тонкими линиями (рис.151)

4. В случае равномерно повторяющихся элементов, например окружностей, расположенных на прямых или окружностях, проводимых штрихпунктирными линиями, когда исключается неясность, их, как правило, чертят только один раз у остальных элементов обозначаются только оси (рис.152).

5. Деталь большой длины можно показать с разрывом, используя для этого сплошную волнистую линию или сплошную волнистую линию с изломом. Причем размерную линию не прерывают, а размерное число должно соответствовать действительному размеру детали (рис.153).



**Рис. 152**

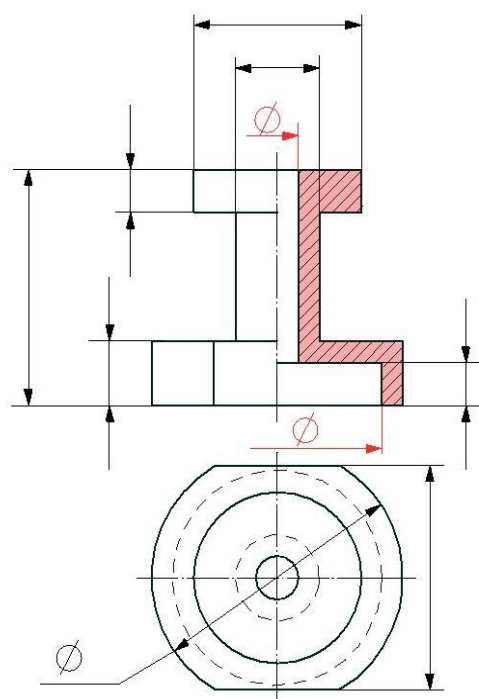


**Рис. 153**

## 6. ОСОБЕННОСТИ НАНЕСЕНИЯ РАЗМЕРОВ

Размер отверстия всегда ставится на месте разреза. В этом случае размерную линию проводят несколько дальше оси симметрии и ограничивают стрелкой только с одной стороны.

Размеры внешней формы детали нанесены со стороны вида, а внутренней – со стороны разреза (рис.154).



**Рис.154**

## 7. ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

При построении аксонометрических проекций деталей используют все правила построения аксонометрических проекций точек, линий, фигур и геометрических тел.

Аксонометрические оси обозначаются  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

Как и на комплексных чертежах, полые детали выполняют в аксонометрии с разрезами. Это показано на (рис.155), где изображена деталь с отверстиями, в разрезе.

Если окружность неполная, то для ее изображения вычерчивают тонкой линией полный овал или эллипс, а затем обводят контурной линией нужную часть овала (рис.155).

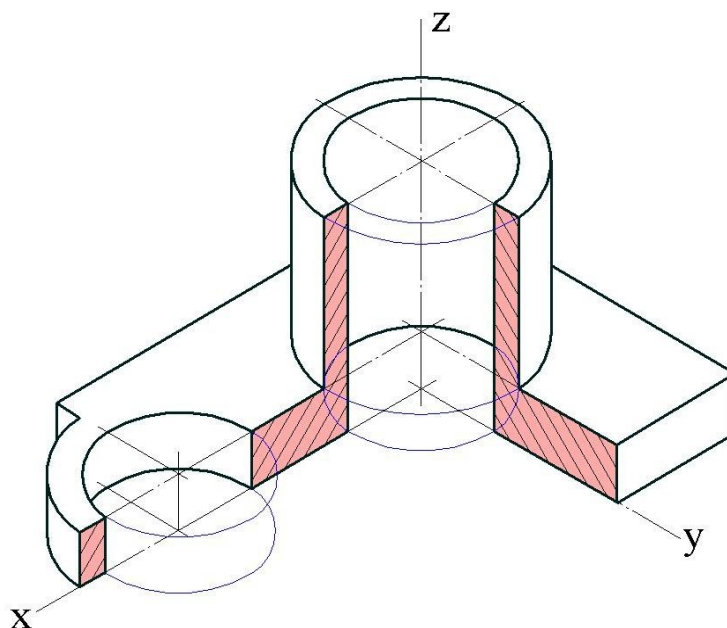


Рис. 155

Если деталь имеет ось симметрии, то на аксонометрическом изображении может быть вырезана четверть детали двумя плоскостями. На (рис.156) показаны три проекции фигуры. Так как на виде спереди, т.е. на фронтальной проекции изображения, на оси симметрии проецируются два ребра: одно внешнее, а другое внутреннее, то необходимо соединить часть вида и часть разреза. В нижней части сделать разрез немного больше половины, а в верхней части немного меньше половины с тем, чтобы показать ребра.

На рисунке 157 показан разрез двумя плоскостями – фронтальной  $P_2$  и профильной  $P_1$ . Расположение секущих плоскостей на аксонометрической проекции должно быть таким, чтобы места разреза были видимы полностью.

Разрезы заштриховывают тонкими параллельными прямыми линиями под углом  $60^\circ$  к горизонтальной прямой или параллельно ей.

В аксонометрических проекциях спицы колес, шкивов, ребра жесткости, перегородки и подобные элементы, попавшие в разрез, штрихуют.

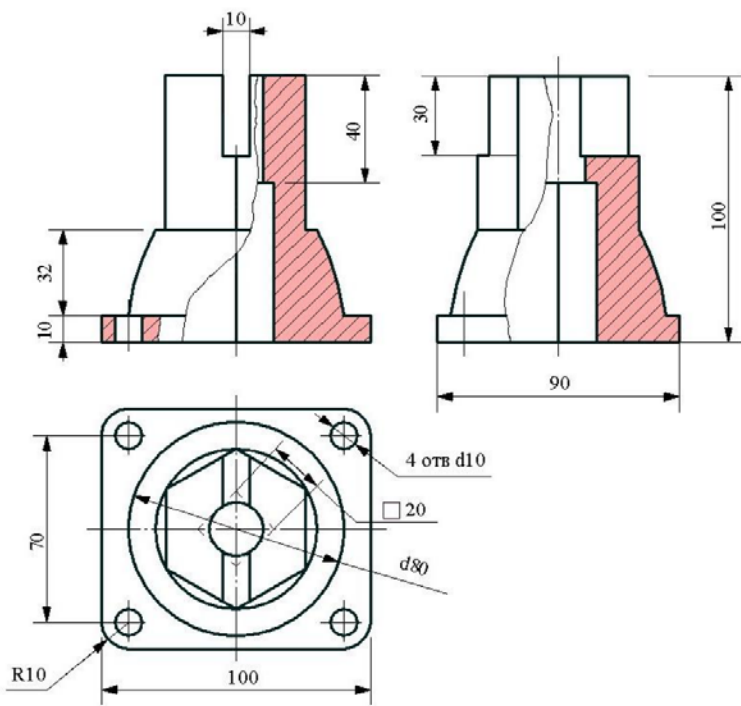


Рис.156

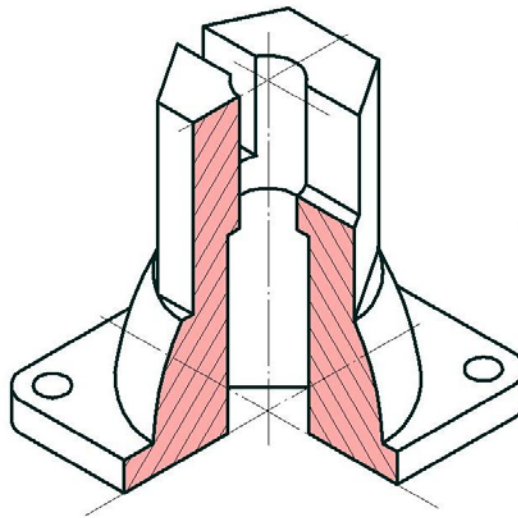
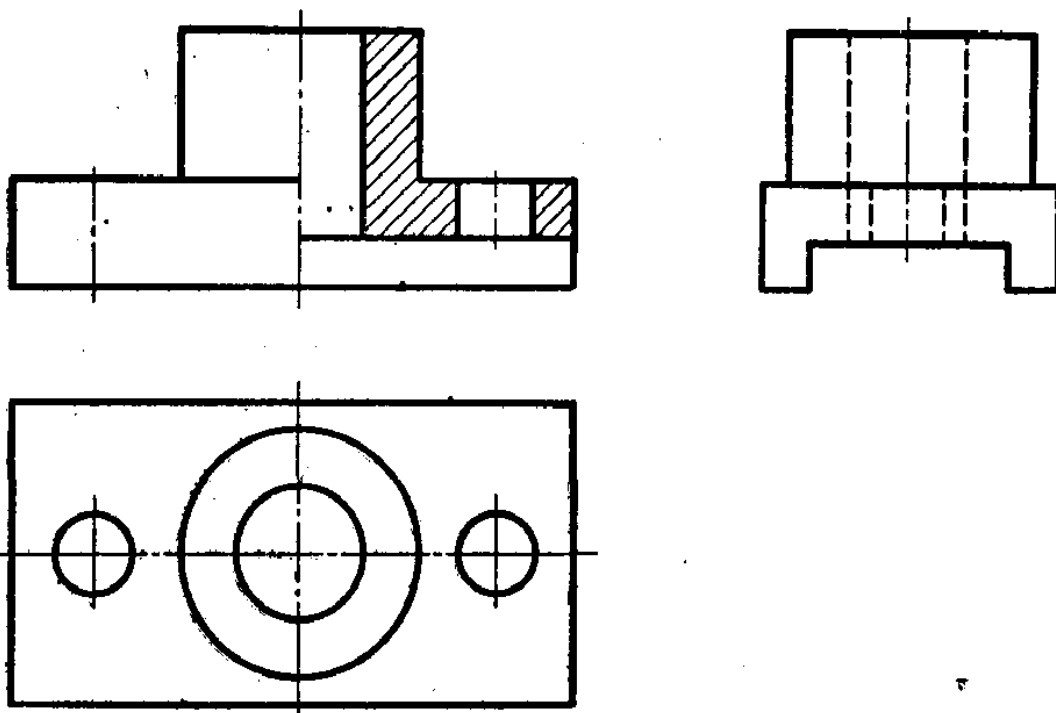
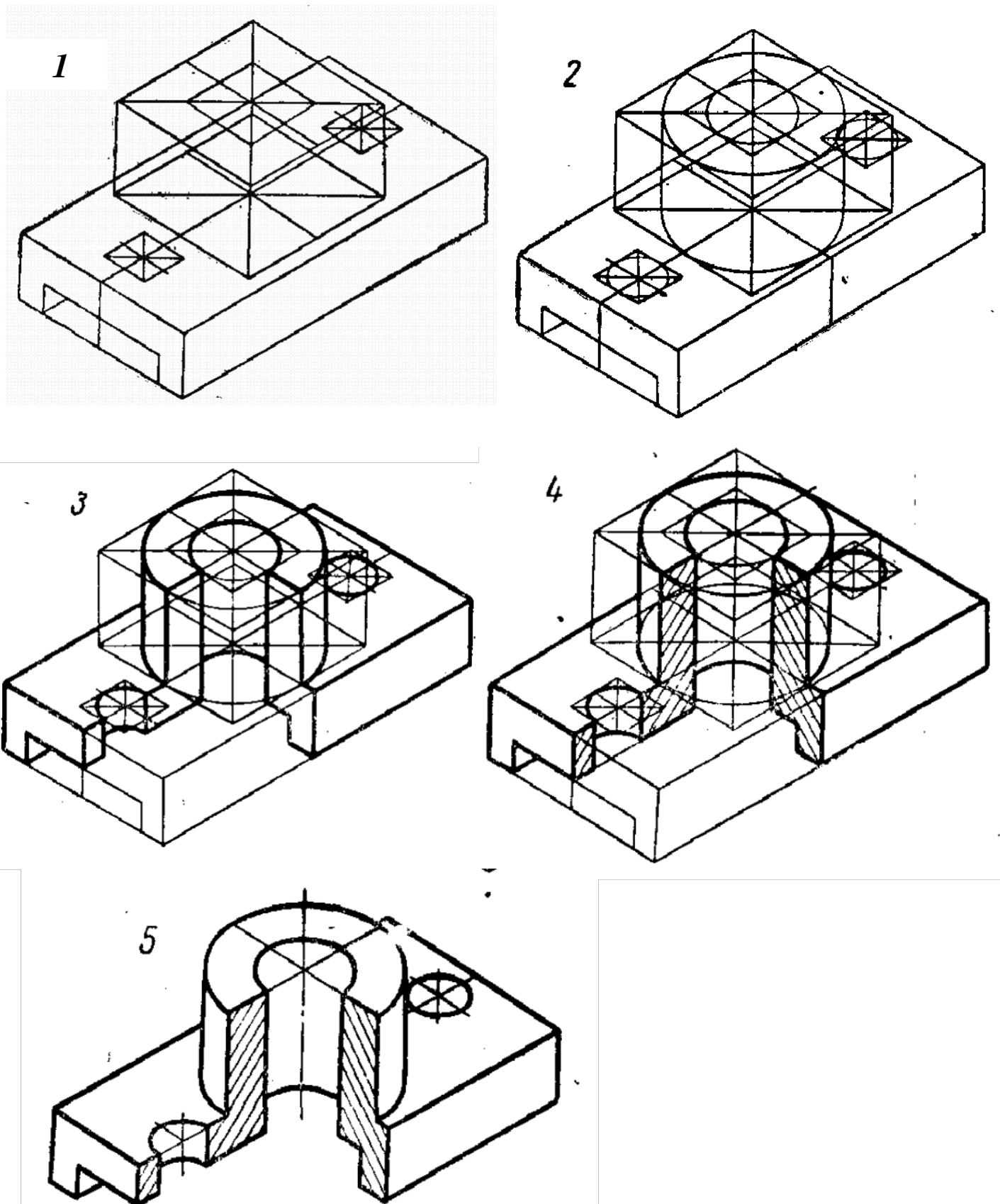


Рис.157

## 8. ЭТАПЫ ПОСТРОЕНИЯ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ МОДЕЛИ С ВЫРЕЗОМ $\frac{1}{4}$ .





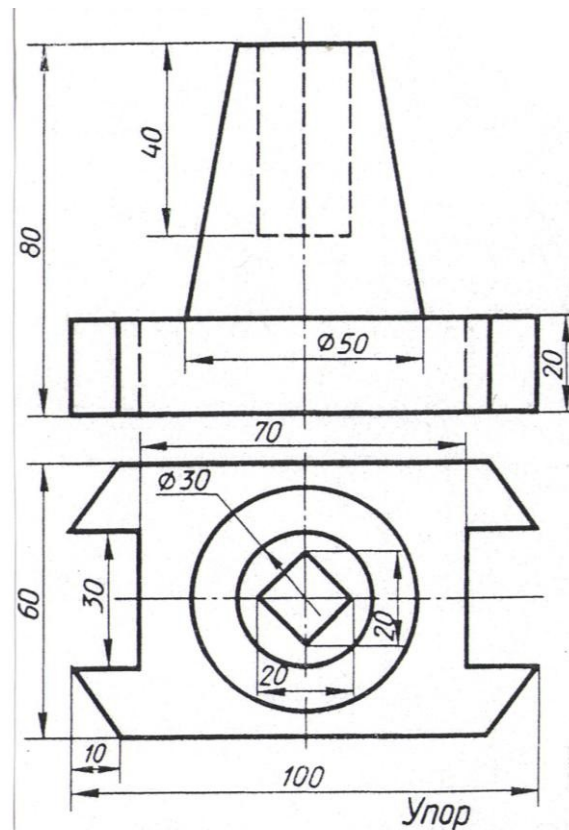


**Занятие 22-23. Графическая работа № 9 «Построение комплексного чертежа модели с разрезом. Аксонометрическая проекция модели с вырезом  $1/4$ ». Формат А3. Масштаб 1:1**

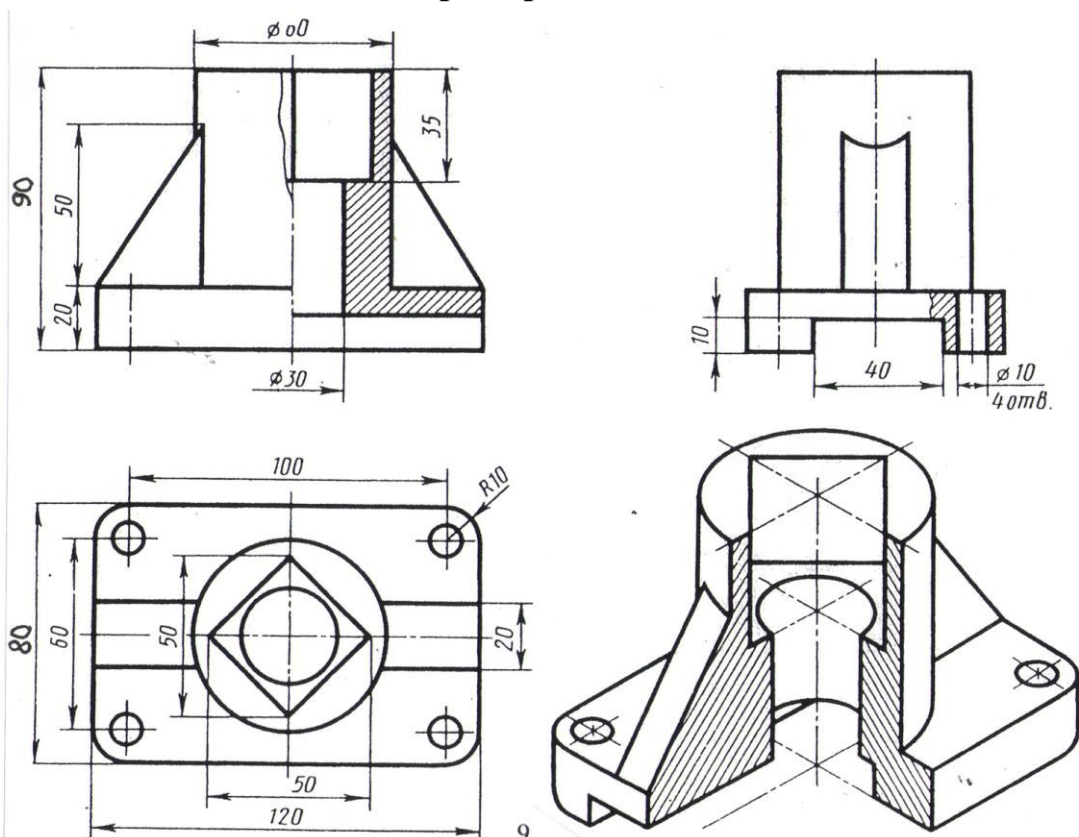
1. Вычертить фронтальную и горизонтальную проекции модели.
2. Построить недостающую профильную проекцию модели.

3. Выполнить совмещение вида и разреза на фронтальной и профильной проекциях.
4. Вычертить аксонометрическую проекцию модели с вырезом  $\frac{1}{4}$ .
5. Выполнить обводку чертежа.
6. Работа выполняется по индивидуальным заданиям в соответствии с вариантом.

### Пример задания



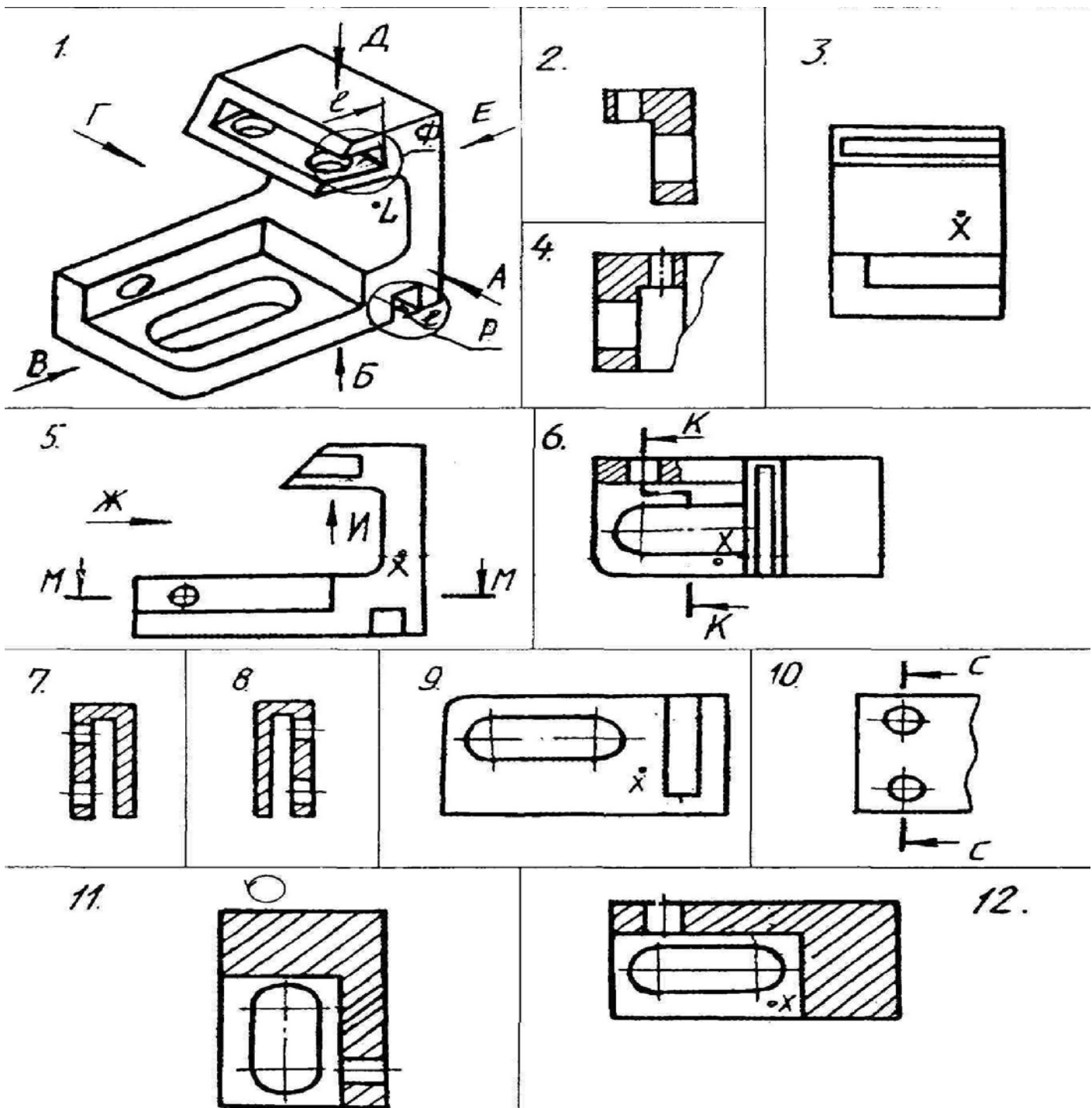
### Пример выполнения



### Тест №3 «Изображения: виды, разрезы, сечения»

Тест состоит из 17 вопросов. На его выполнение отводится 25 минут. Чтобы ответить на вопросы, приведенные в таблице, нужно ознакомиться с ГОСТ 2.305-68. Затем внимательно изучить предложенные изображения детали. Обратите внимание, что каждое изображение имеет номер, следовательно ответ должен соответствовать ему.

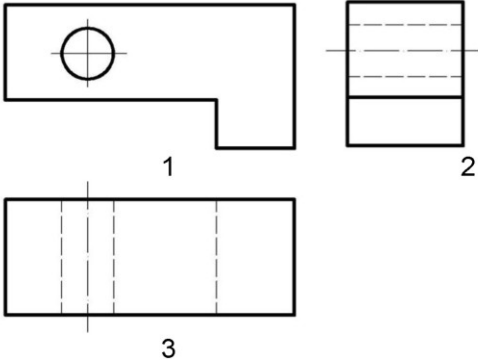
№	Вопросы	Ответы
1	Какое изображение соответствует направлению А (рис.1)?	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
2	Какое изображение соответствует направлению Д (рис.1)	
3	Какое изображение соответствует направлению И (рис.5)	
4	Какое изображение соответствует положению секущей плоскости М-М (рис.5)?	
5	Какое изображение соответствует положению секущей плоскости С-С (рис.10)?	
6	Какое изображение соответствует положению секущей плоскости К-К (рис.6)?	
7	На каком изображении глубина $l$ элемента Р (рис.1) определена?	
8	На каком изображении глубина $l$ элемента Ф (рис.1) определена?	
9	Как называется изображение на рисунке 12?	1-вид
10	Как называется изображение на рисунке 3?	2-разрез
11	На каком изображении точка Х соответствует точке L?	3-сечение
12	Какое основное назначение изображения на рисунке 5?	4-аксонометрия
13	Какое основное назначение изображения на рисунке 10?	3,5,6,9,12
14	Какое основное назначение изображения на рисунке 1?	1-выяснить количество и расположение отверстий
15	Что означает знак над изображением (рис.11)?	2-выяснить наружную форму детали
16	Какое изображение соответствует направлению Ж (рис.5)	3-дать наглядное представление о детали
17	Какое изображение соответствует главному виду?	4-для уменьшения количества изображений
		1-изображение упрощено
		2-изображение повернуто
		3-направление штриховки
		3;6;9;10
		3;5;9



**Тест №4 «Изображения: виды, разрезы, сечения»**

Тест состоит из 9 вопросов. На его выполнение отводится 6 минут.

№	Вопросы	Ответы
1	Вид – это...	1. изображение предмета на плоскости, непараллельной ни одной из основных плоскостей проекций; 2. изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета 3. изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета

2	Количество видов на чертеже для данного предмета должно быть...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. минимальным</li> <li>2. максимальным</li> <li>3. минимальным, но обеспечивающим ясность чертежа</li> </ol>
3	Основных видов существует...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3</li> <li>2. 6</li> <li>3. 2</li> <li>4. 1</li> </ol>
4	В разрезе на чертеже изображают то, что...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. попало в секущую плоскость</li> <li>2. попало в секущую плоскость и то, что находится за ней</li> <li>3. находится за секущей плоскостью</li> </ol>
5	Соответствие обозначенного вида и его названия 	<ol style="list-style-type: none"> <li>А – вид сверху</li> <li>Б – вид сбоку</li> <li>В – вид главный</li> </ol>
6	Простой разрез выполняется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. одной секущей плоскостью</li> <li>2. несколькими секущими плоскостями, расположенными параллельно друг другу</li> <li>3. несколькими секущими плоскостями, расположенными под углом друг к другу</li> </ol>
7	Сечения и разрезы мнимой плоскостью (А) на чертеже обозначаются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. А</li> <li>2. А-А</li> <li>3. (А)</li> </ol>
8	Главное изображение чертежа...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. можно не чертить совсем</li> <li>2. определяется положением детали в механизме</li> <li>3. выбирается так, чтобы равномерно заполнить формат чертежа</li> <li>4. выбирается произвольно</li> <li>5. должно давать наибольшее представление о форме и размерах детали</li> </ol>
9	При выполнении рабочих чертежей деталей масштаб изображений должен быть...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. натуральным</li> <li>2. произвольным</li> <li>3. увеличен в несколько раз</li> <li>4. принят в соответствии со стандартом</li> </ol>

## **Занятие 24. Графическая работа №11 «Эскиз детали с натуры».**

**ЭСКИЗ** - чертеж, выполненный от руки с соблюдением соотношений отдельных частей детали.

При этом сохраняются все правила ортогонального проецирования.

При выполнении эскиза не рекомендуется пользоваться какими бы то ни было чертежными инструментами, за исключением циркуля.

Перед составлением эскиза следует осмотреть деталь, понять ее назначение, определить ее рабочее положение и обдумать, какие именно проекции следует выполнять, чтобы дать наиболее полное представление о конструктивных особенностях детали.

Эскиз необходимо выполнять очень аккуратно, не торопясь, с тем, чтобы он был понятен не только составителю его, но и всякому технически грамотному человеку. Чем больше эскиз будет по внешнему виду похож на чертеж, изготовленный при помощи чертежных инструментов, тем выше его ценность.

*Как правило, выполнять эскиз рекомендуется на простой писчей клетчатой бумаге, но обязательно стандартного формата по ГОСТ 2.301-68.*

**Применять миллиметровку не рекомендуется.**

Каждая деталь должна быть изображена в достаточном числе проекций, расположенных на одном листе чертежной бумаге. При выборе размера изображения руководствуются сложностью устройства каждой детали, а также возможностью и удобством простановки размеров с тем, чтобы изображения заняли лист на 75%.

При выполнении эскиза рекомендуется также соблюдать типы линий, согласно ГОСТ 2.303-68. Чем меньше плотность бумаги, тем мягче должен быть карандаш.

Детали изображаются в положении обработки их на станке или в рабочем положении, но иногда в положении выгодном с точки зрения его изображения.

Число проекций должно быть минимальным, но достаточным для передачи формы и устройства детали.

К каждому эскизу необходимо дать соответствующие пояснения в виде надписей, в которых указывается материал, из которого должна быть изготовлена деталь, некоторые пояснения, не видимые на чертеже, и т. д.

Для выполнения эскиза рекомендуется применять **два карандаша; мягкий М для обводки контурных линий; твердый Т для обводки осевых, центровых, размерных, выносных линий и штриховки.**

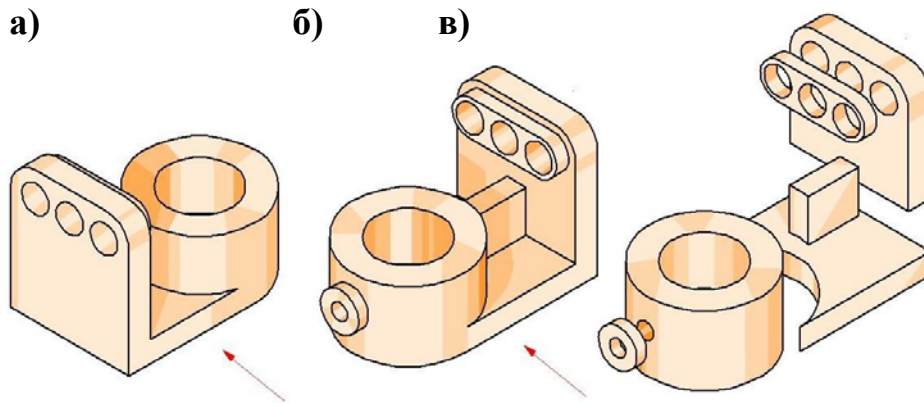
Каждый эскиз должен быть снабжен надписью установленного образца.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЭСКИЗОВ**

Процесс эскизирования можно условно разбить на отдельные этапы, которые тесно связаны друг с другом. На (рис.194) показано поэтапное эскизирование детали «Опора».

## ***А. Ознакомление с деталью***

При ознакомлении определяется форма детали и ее основных элементов, на которые мысленно можно расчлнить деталь. По возможности выясняется назначение детали и составляется общее представление о материале.



**Рис.194**

## ***Б. Выбор главного вида и других необходимых изображений***

Главный вид следует выбирать так, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах детали, а также облегчал пользование эскизом при ее изготовлении.

По возможности следует ограничить количество линий невидимого контура, которые снижают наглядность изображений. Необходимые изображения следует выбирать и выполнять в соответствии с правилами и рекомендациями ГОСТ 2.305-68. На (рис.194а, б) даны варианты расположения детали и стрелками показано направление проецирования, в результате которого может быть получен главный вид. Следует отдать предпочтение положению детали на (рис.194 б). В этом случае на виде слева будут видны контуры большинства элементов детали, а сам главный вид даст наиболее полное представление о ее форме.

## ***В. Выбор формата листа и масштабов***

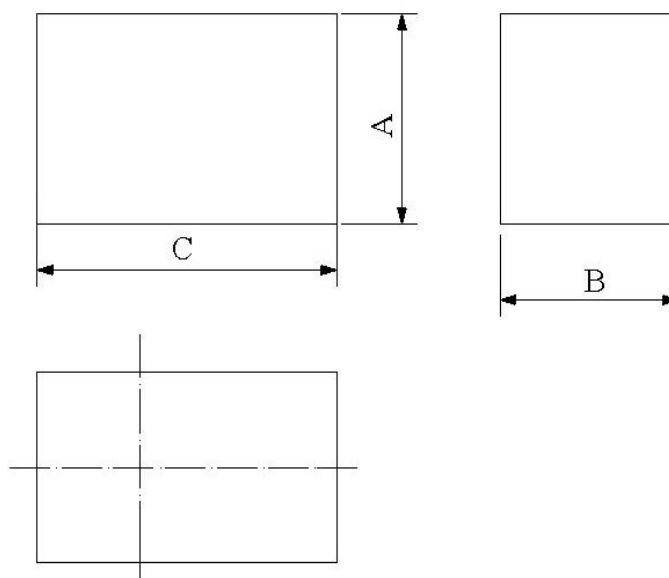
Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301-68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении этапа Б. Величина и масштаб изображения должны позволить четко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

## ***Г. Подготовка листа***

Вначале следует ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри ее провести рамку чертежа заданного формата. Расстояние между этими рамками должно быть 5мм, а слева оставляется поле шириной 20мм для подшивки листа. Затем наносится контур рамки основной надписи.

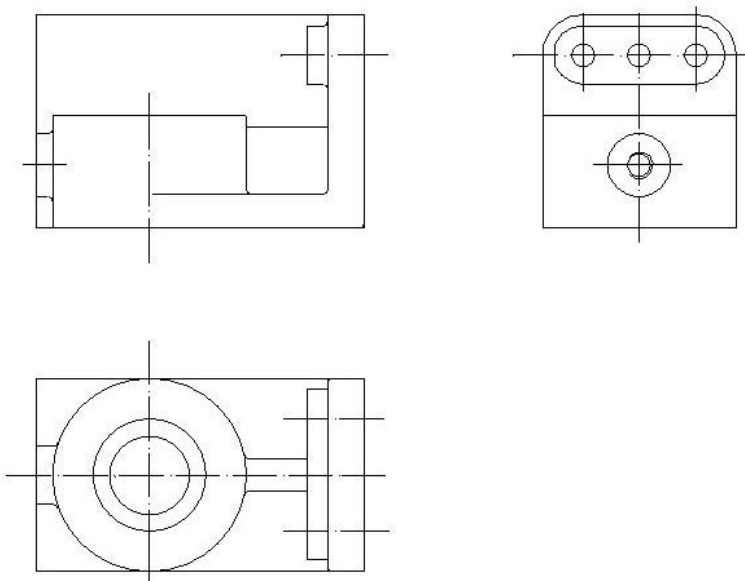
## ***Д. Компоновка изображений на листе***

Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают «на глаз» соотношение габаритных размеров детали. В данном случае, если высоту детали принять за  $A$ , то ширина детали  $B \sim A$ , а ее длина  $C \sim 2A$ . После этого на эскизе наносят тонкими линиями «габаритные прямоугольники» будущих изображений. Прямоугольники располагают так, чтобы расстояния между ними и краями рамки были достаточными для нанесения размерных линий и условных знаков, а также для размещения технических требований.



Осуществление компоновки изображений можно облегчить применением прямоугольников, вырезанных из бумаги или картона и имеющих стороны, соответствующие габаритным размерам детали. Перемещая эти прямоугольники по полю чертежа, выбирают наиболее удачное расположение изображений.

## ***Е. Нанесение изображений элементов детали***



Внутри «габаритных прямоугольников» наносят тонкими линиями изображения элементов детали. При этом необходимо соблюдать пропорции их размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

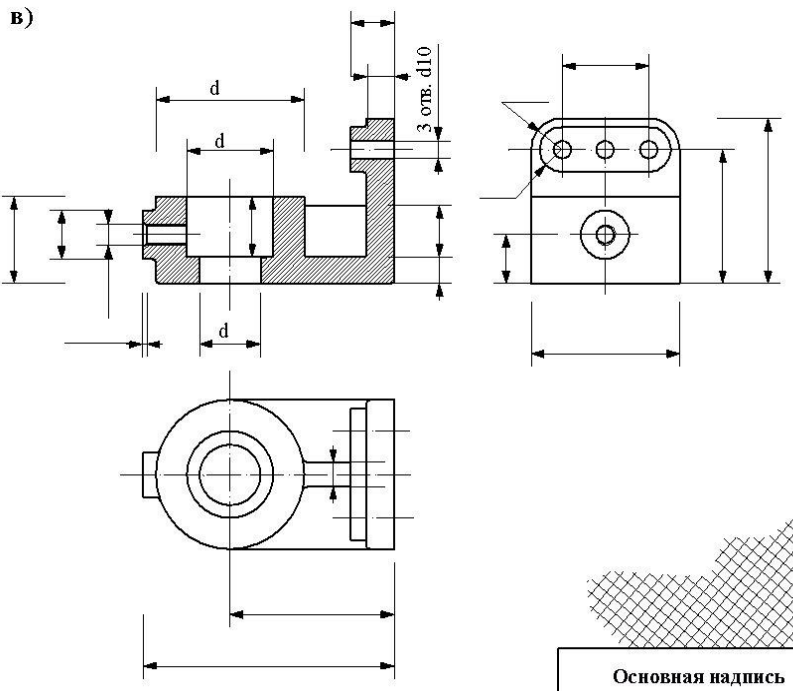
## ***Ж. Оформление чертежа***

В процессе оформления на всех видах уточняют подробности, неучтенные при выполнении этапа «Е» (например, скругления и т.д.), и удаляют вспомогательные линии построения. Производят обводку изображений соответствующими линиями по ГОСТ 2.305 – 68.

## ***З. Нанесение размерных линий и размерных чисел***

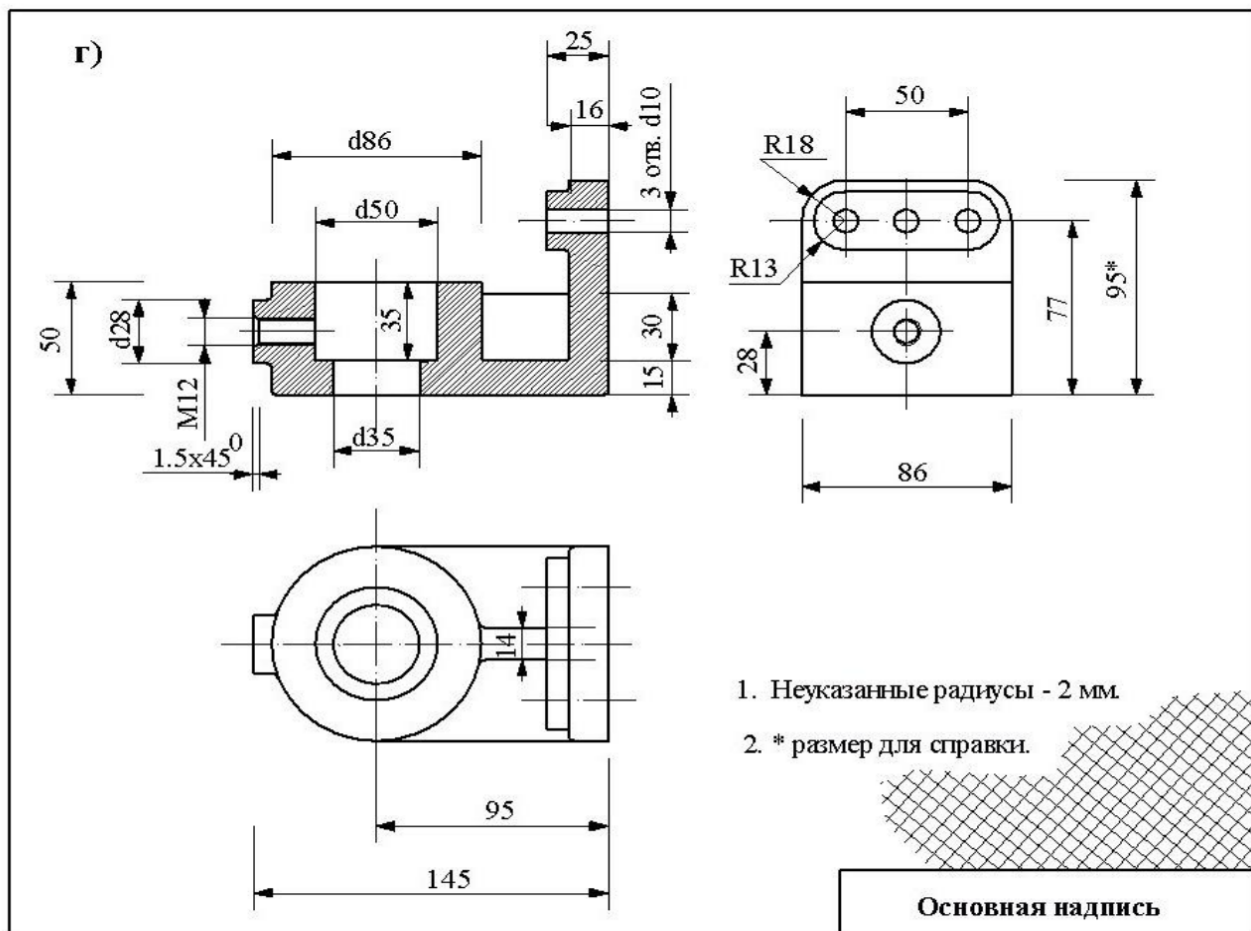
Размерные линии, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, тип резьбы и т.д.) наносят по ГОСТ 2.307 – 68. При помощи измерительных инструментов определяют размеры элементов и наносят размерные числа на эскизе. Если у детали имеется резьба, то необходимо определить ее параметры и указать на эскизе соответствующее обозначение резьбы.





## И. Окончательное оформление эскиза

При окончательном оформлении эскиза заполняется основная надпись. В случае необходимости выполняются пояснительные надписи. Затем проводится окончательная проверка выполненного эскиза и вносятся необходимые уточнения и исправления. Линии окружности допускается чертить циркулем с последующей обводкой от руки.



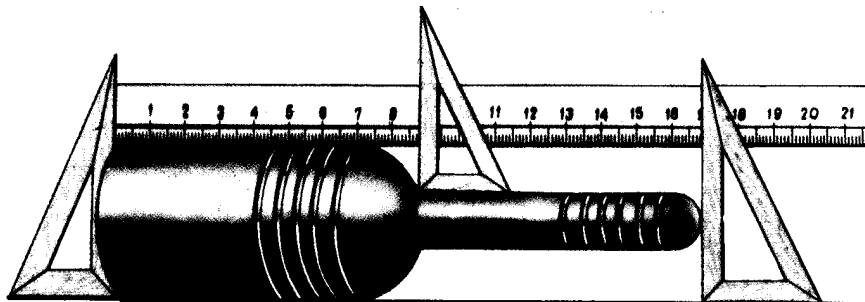
1. Неуказанные радиусы - 2 мм
2. \* размер для справки.

Рис.195

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭСКИЗОВ

Измерительные инструменты, применяемые при эскизировании: *металлическая линейка, штангенциркуль, а для обмера крупных предметов, складной метр и рулетку.*

**Металлическая линейка (рис.196)** применяется для измерения прямолинейных участков детали, ею пользуются при обмерах детали кронциркулем и нутромером. Цена деления линейки 1мм. Линейки совместно с угольниками позволяет измерить длины частей деталей, имеющих ступенчатую форму. Деталь кладется на ровную поверхность, а отсчет размеров производится по линейке.

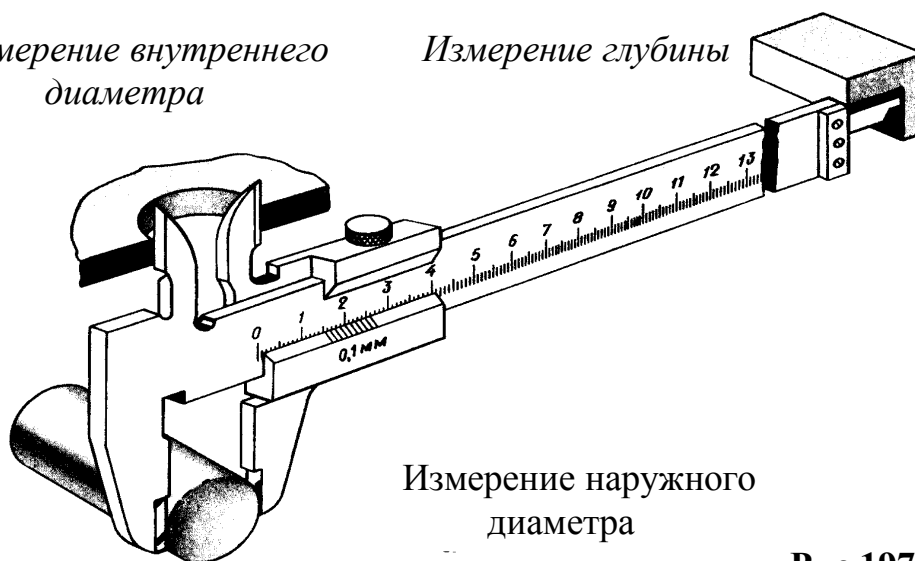


**Рис.196**

В производственной практике измерение длин, с большей точностью производится универсальным штангенциркулем (**рис.197**).

*Измерение внутреннего диаметра*

*Измерение глубины*



*Измерение наружного диаметра*

**Рис.197**

## **НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЭСКИЗАХ**

Необходимо стремиться к равномерному заполнению поля листа и не забывать, что на чертежах деталей должны быть проставлены все размеры, необходимые для их изготовления.

Размеры цифр обычно зависят от масштаба чертежа. На эскизе рекомендуется проставлять цифры высотой не менее 3,5 мм.

*После нанесения размеров эскиз обводится по контуру без помощи каких бы то ни было инструментов.*

## Тест №6 «Техническое рисование и эскизирование»

Тест состоит из 4 вопросов. На его решение отводится 3 минуты.

№	Вопросы	Ответы
1	Конструкторский документ, выполненный от руки, в глазомерном масштабе, с сохранением пропорций между элементами изделия и соблюдением всех требований стандартов ЕСКД.	1. чертеж детали 2. эскиз 3. чертеж общего вида 4. сборочный чертеж 5. технический рисунок
2	Масштаб эскиза детали...	1. указывают на поле чертежа 2. указывают в основной надписи 3. не указывают 4. указывают в скобках
3	При выполнении эскизов детали с натуры обмер детали производят...	1. перед началом эскизирования 2. после вычерчивания всех изображений и нанесения размерных линий 3. в любой момент выполнения эскиза
4	Последовательность выполнения эскиза детали	1. осмотр детали 2. выбор главного вида и количества изображений 3. расчленение детали на простые геометрические формы 4. вычерчивание детали 5. обмер детали, простановка размерных чисел 6. нанесение выносных и размерных линий

## Занятие 25. Разъемные и неразъемные соединения. Резьбы.

**1. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ** - соединения, которые можно разъединить, не разрушая формы основных деталей и их креплений – к таким соединениям относятся все резьбовые соединения и соединения с помощью шпонок, клиньев, шлицев.

Резьбовые детали имеют на своей наружной или внутренней поверхности резьбу определенного типа в зависимости от назначения этой детали, например болт (рис.168) или шпилька (рис.169).

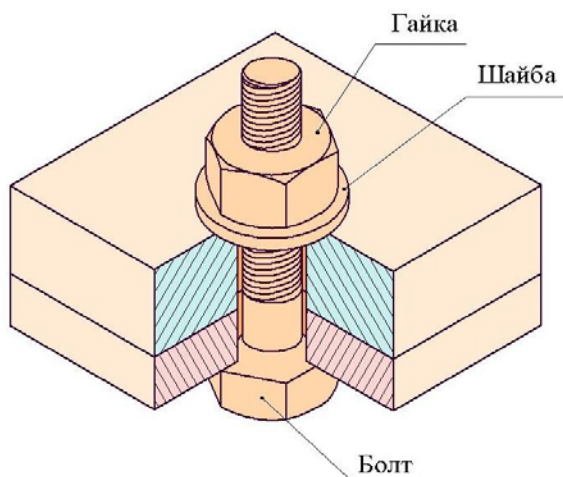


Рис.168

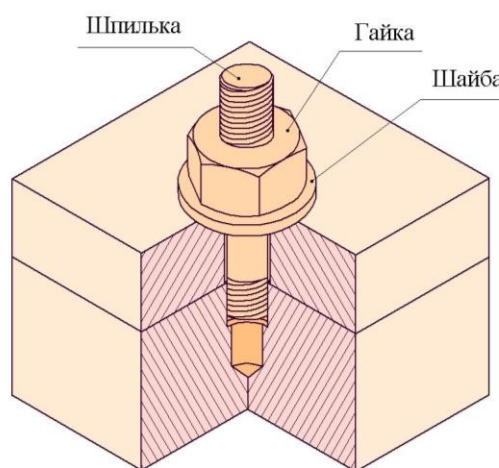


Рис.169

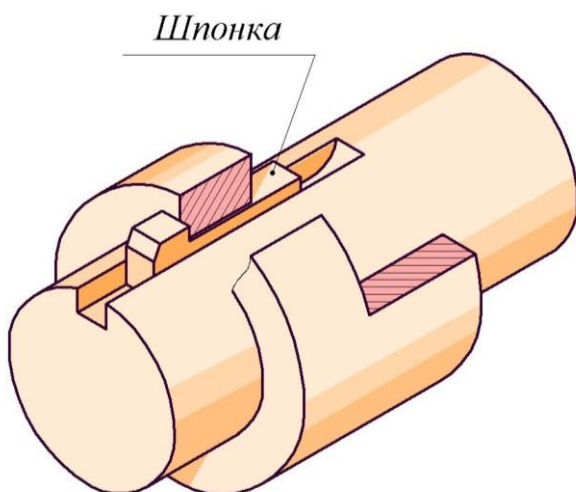


Рис.170

**Шпоночные соединения (рис.170)** применяются для закрепления на валах шкивов, муфт и т.д. при помощи шпонок, обеспечивающих передачу крутящего момента с одного вала на другой.

**Шлицевые (зубчатые) соединения** применяются для тех же целей, что и шпоночные соединения, но благодаря значительному числу выступов (зубцов), играющих роль шпонок, они способны передавать большие крутящие моменты, лучше осуществлять центрирование втулки и вала (рис.171).

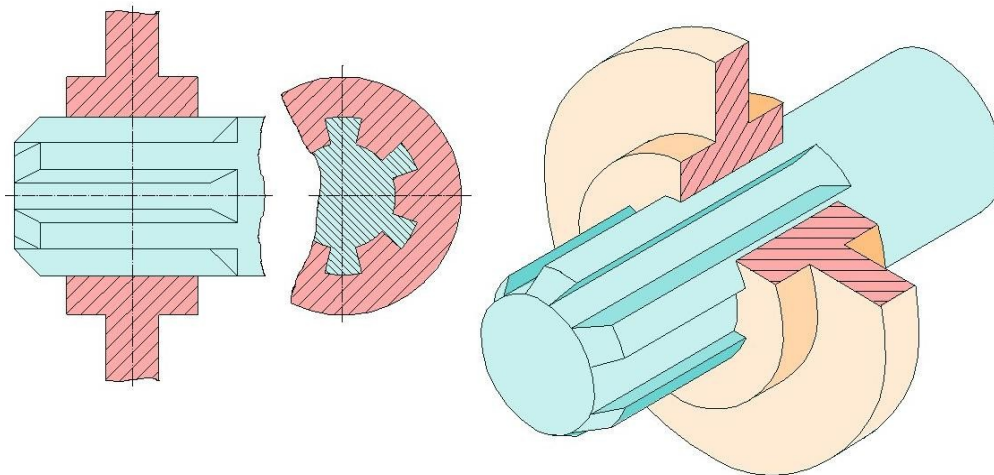


Рис.171

## 2. НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

К неразъемным соединениям относятся соединения сварные, клепанные, полученные пайкой, склеиванием и т.п.

**Клепанные соединения** образуются при соединении деталей заклепками. Заклепки – это стержень круглого сечения, имеющий с одной стороны головку (рис.172), форма которой может быть разной.

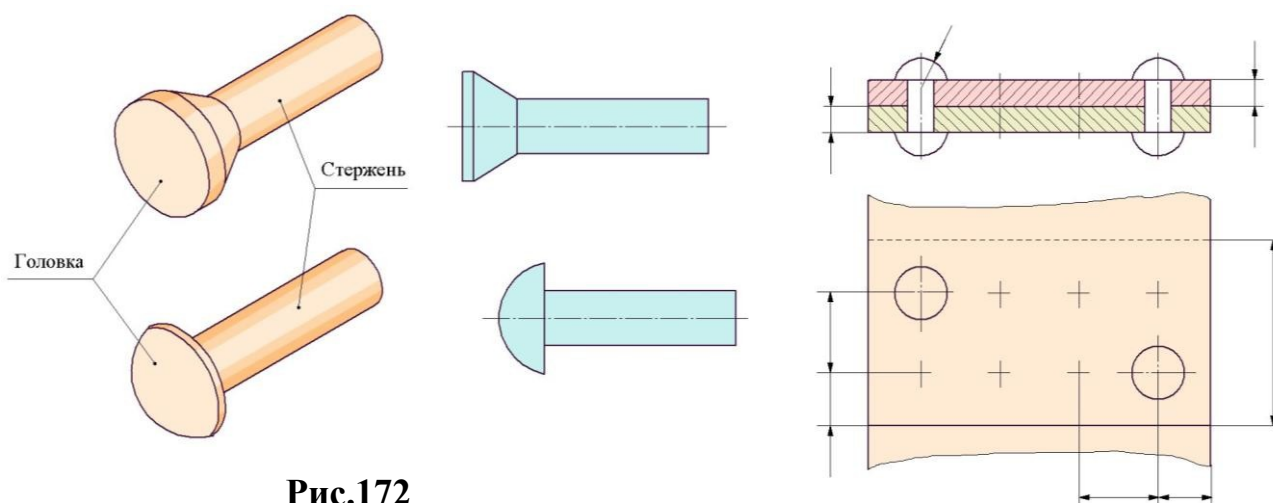


Рис.172

**Сварные соединения** образуются путем сваривания деталей в зоне соединения путем местного нагревания их до расплавленного или тестообразного (пластичного) состояния (без применения или с применением механического усилия). Сварные соединения изображаются так, как показано на (рис.173).

Швы неразъемных соединений, получаемых **пайкой** (рис.174), **склеиванием** (рис.175), изображают, как показано на рисунках.

Швы по периметру, выполненные пайкой или склеиванием, обозначают линией – выноской, заканчивающейся окружностью диаметром 3...4мм (рис.176).

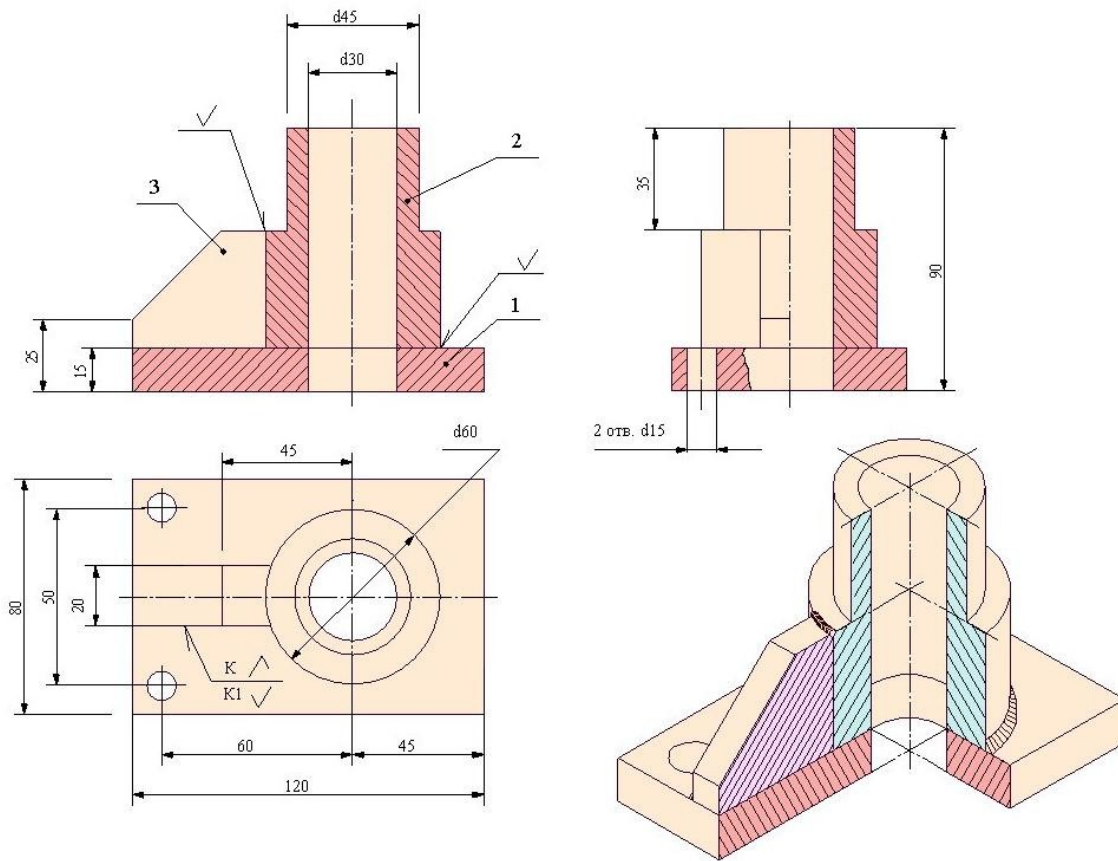


Рис.173

Рис.174

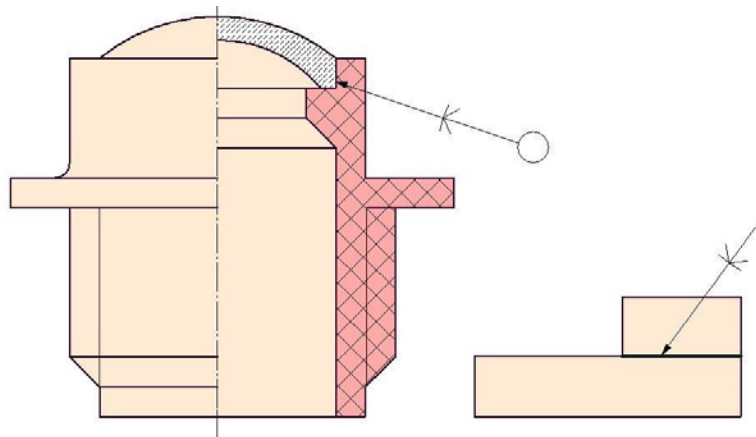
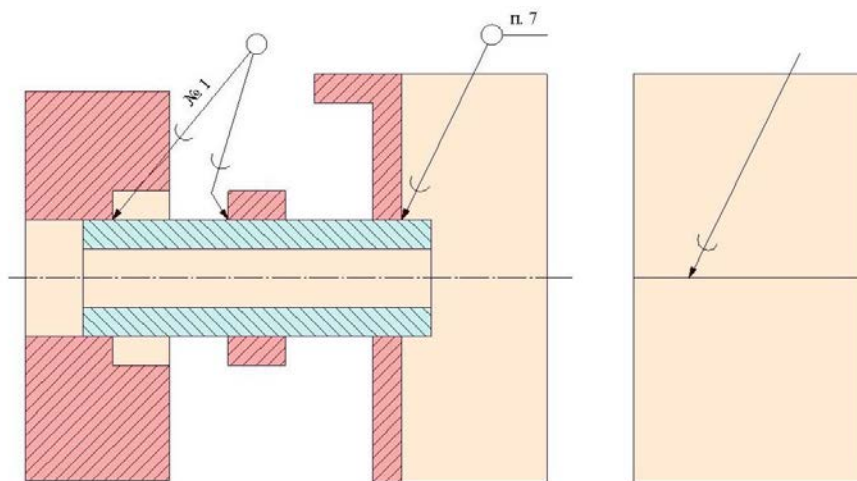


Рис.175

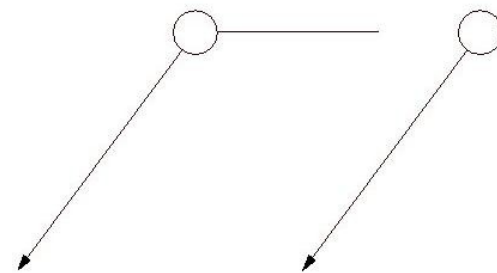


Рис.176

### 3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБЕ

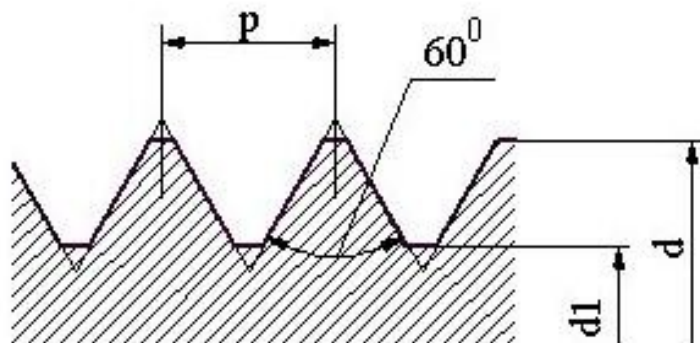
При резьбовом соединении двух деталей одна из них имеет наружную резьбу, выполненную на наружной поверхности (на стержне или на трубе), а другая – внутреннюю, выполненную в отверстии (в гайке или муфте). Наиболее распространенные резьбы можно разделить на цилиндрических поверхностях, и конические, выполняемые на конических поверхностях.

Основными параметрами для резьб являются: форма профиля, наружный диаметр резьбы, ее шаг, направление и число заходов.

### 4. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РЕЗЬБ

В машиностроении применяются стандартные, типы резьб, отличающиеся друг от друга назначением и параметрами: метрическая, дюймовая, трубная цилиндрическая, трапециидальная, упорная, и т.д..

1. Метрическая резьба наиболее часто применяется в крепежных деталях (винты, болты, шпильки, гайки). Профиль такой резьбы – равносторонний треугольник с углом  $60^\circ$  при вершине.



В зависимости от назначения детали метрическую резьбу нарезают с крупным или мелким шагом. При одинаковых наружных диаметрах шаг мелкой резьбы может быть различным. Величина шага в обозначении резьбы с крупным шагом не входит, так как каждому наружному диаметру резьбы соответствует только одно значение крупного шага.

**Например**

M24

В обозначении метрической резьбы с мелким шагом должна указываться величина шага, так как он может быть различным при одном и том же наружном диаметре резьбы

Например, метрическая резьба с наружным диаметром 16мм и с мелким шагом, равным 1мм, обозначается:

M16X1

Для левой резьбы после условного обозначения ставят буквы LH,

**Например**

M24LH

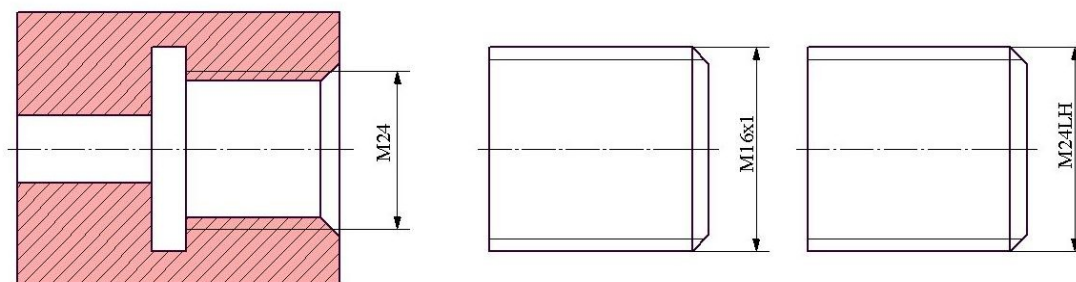
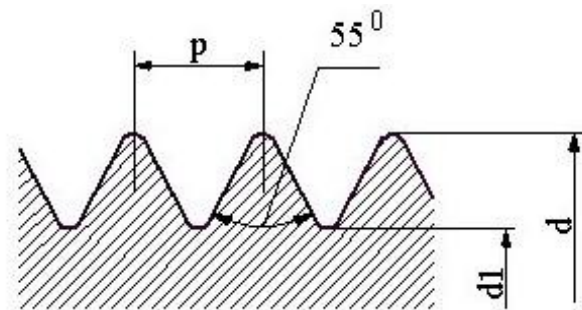


Рис.177

2. Трубная цилиндрическая резьба применяется в основном для соединения водо- и газопроводных труб. Профиль резьбы – равнобедренный треугольник с углом  $55^{\circ}$  при вершине; вершины и впадины закруглены.



Обозначение трубной цилиндрической резьбы состоит из обозначения размера резьбы с добавлением буквы G (например, G1") (рис.178)

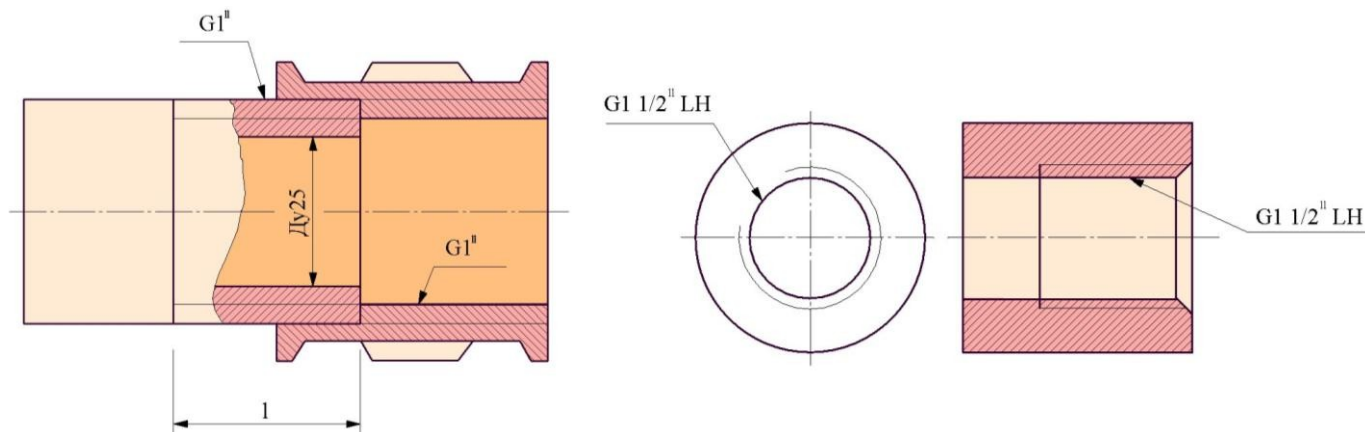
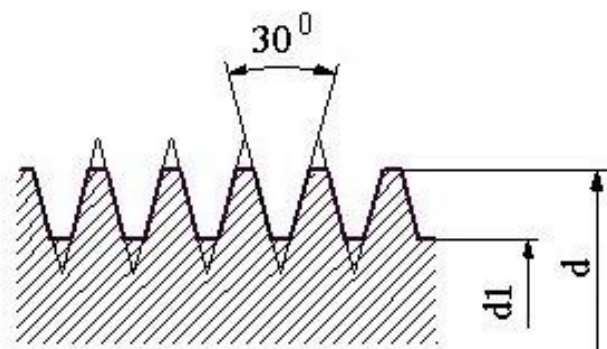


Рис.178

Условное обозначение для левой резьбы дополняют буквами LH.

**Примеры:** условное обозначение трубной резьбы: G1 ½ . Левая резьба: G1 ½ LH.

3. Трапецидальная резьба имеет профиль в виде равнобокой трапеции с углом между ее боковыми сторонами, равным  $30^{\circ}$ . Эта резьба применяется главным образом в деталях механизмов для преобразования вращательного движения в поступательное при значительных нагрузках.



**Например:** Tr32 (трапецидальная резьба с диаметром резьбы 32мм) или Tr32x12LH (номинальный диаметр резьбы (32мм), ее ход Рп=12мм и заход резьбы – левый) (рис.179)

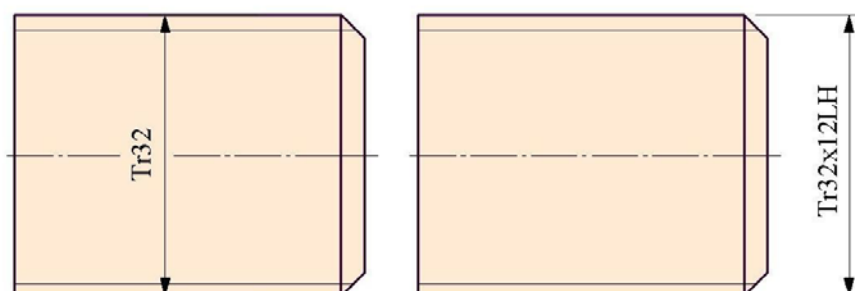
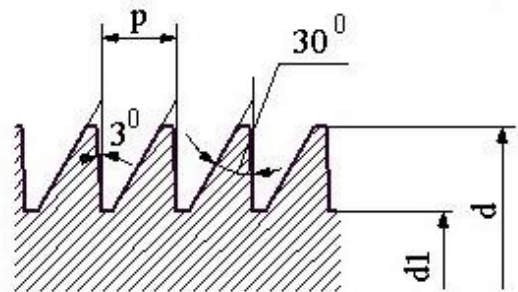


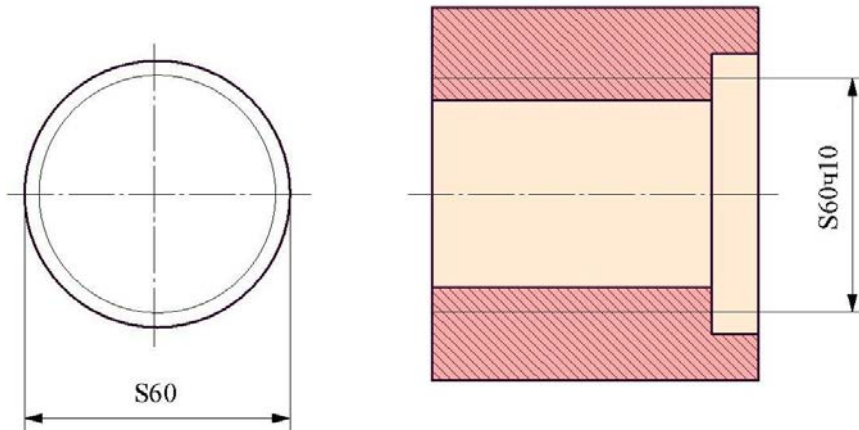
Рис.179



3. Упорная резьба применяется при больших односторонних усилиях, действующих в осевом направлении. Профиль резьбы представляет собой трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля, и ее положение определяется углом наклона ( $3^{\circ}$ ) к прямой, перпендикулярной оси.



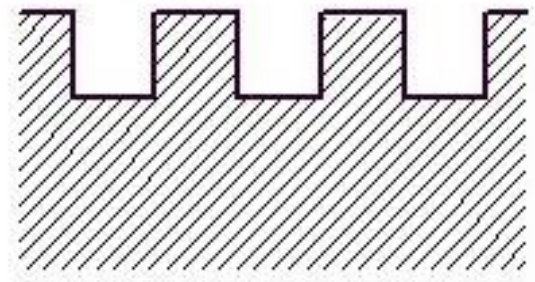
Другая сторона трапеции (нерабочая сторона профиля) имеет угол наклона  $30^{\circ}$ . Упорная резьба может выполняться с разными шагами при одном и том же диаметре (рис.180).



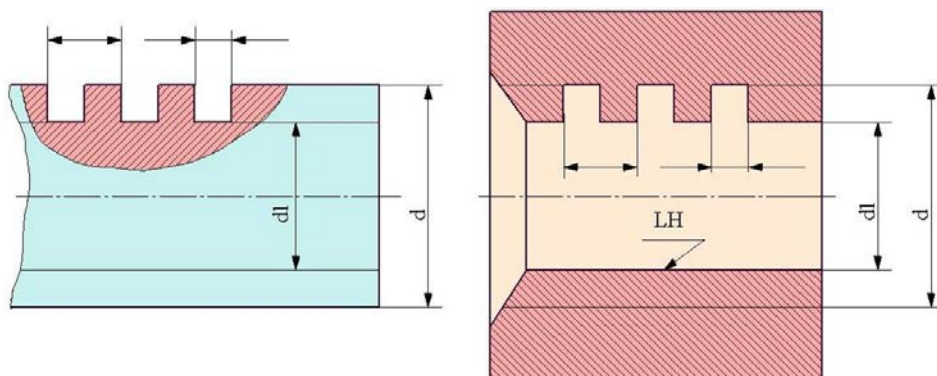
**Рис.180**

S60x10 (упорная резьба с наружным диаметром 60мм и шагом 10мм)

5. Прямоугольная резьба. Ходовые и грузовые винты (домкратов, прессов и других механизмов) часто выполняют с резьбой прямоугольного профиля. Этот вид резьбы не стандартизирован. Резьба с нестандартным профилем изображается одним из способов,



представленных на (рис.181), с нанесением всех размеров, необходимых для изготовления резьбы (форма профиля, наружный и внутренний диаметры, шаг).



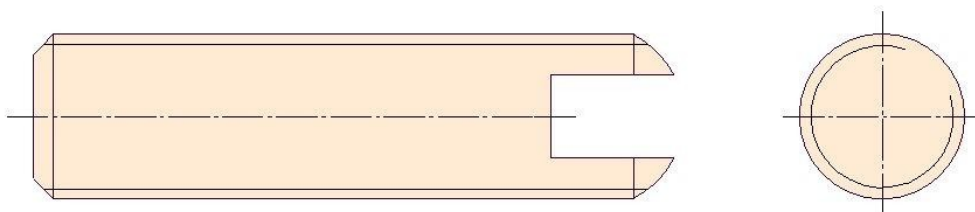
**Рис.181**

## 5. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЯХ

Все резьбы на чертежах изображают условно, согласно ГОСТ – 2.311-68 и СТ СЭВ 284-76. Этот стандарт устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

**Резьбу изображают на стержне** – сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы ( $d$ ) и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру ( $d_1$ ) (**рис.182**).

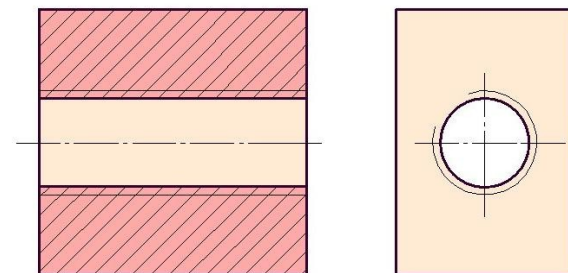
На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутую в любом месте, но не на осевых линиях (**рис.182**);



**Рис.182**

**Резьбу изображают в отверстии** – сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутую в любом месте, но не на осевых линиях (**рис.183**).



**Рис.183**

**Занятие 26. Графическая работа №12**  
**«Соединение фитингом».**

## Пример выполнения

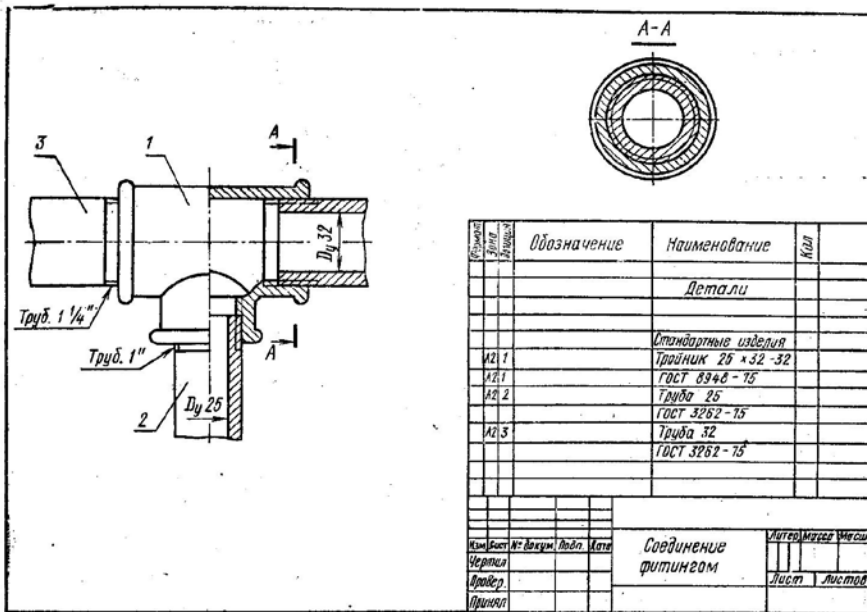


РИС. 157

### Тест №5 «Соединение деталей»

Тест состоит из 9 заданий. На его решение отводится 6 минут.

№	Вопросы	Ответы
1	Соединения, которые нельзя разобрать без повреждения их составных частей, называются...	1. неразъемные 2. разъемные 3. сборочные
2	Поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности это...	1. профиль резьбы 2. резьба 3. шаг резьбы 4. сбеги резьбы
3	Контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось	1. профиль резьбы 2. ось резьбы 3. шаг резьбы 4. сбеги резьбы
4	Наружная резьба изображена на чертежах....	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>1</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>2</b></p> </div> </div>
5	Внутренняя резьба изображена на чертеже....	<div style="text-align: center;"> <p><b>2</b></p> </div>
6	Резьбу нарезают на... поверхности	1. призматической 2. торовой 3. цилиндрической 4. сферической

7	Профиль упорной резьбы изображен на рисунке...	
8	Запись M20 обозначает	<p>1. резьба метрическая с крупным шагом номинальным диаметром 20</p> <p>2. резьба метрическая с мелким шагом номинальным диаметром 20</p> <p>3. резьба трубная цилиндрическая номинальным диаметром 20</p>
9	Подчеркнутое условное обозначение указывает M24×3 <u>LN</u>	<p>1. резьба левая</p> <p>2. правая резьба</p> <p>3. ход резьбы</p>

## *ЛИТЕРАТУРА*

1. ЕСКД ГОСТ 2.104 - 68 (Переиздание август 1985г. с Изменениями утвержденными в декабре 1972г, августе 1981г, сентябре 1985г.) СТ СЭВ 6306 – 88 Основные надписи. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1995.
2. ЕСКД ГОСТ 2.301 - 68 ( Переиздание ноябрь 1987г.). Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29. 03. 89 № 825) СТ СЭВ 1181 - 78 Форматы. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1988.
3. ЕСКД ГОСТ 2. 302 - 68 (Переиздание ноябрь 1987г.), утвержденным в феврале 1980г.) СТ СЭВ 1180 - 78 Масштабы. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1988.
4. ЕСКД ГОСТ 2.303 - 68 ( Переиздание ноябрь 1987г.). Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.03.89 № 825) СТ СЭВ 6306 - 88. Линии чертежа. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1988.
5. ЕСКД ГОСТ 2.304 - 81 (Переиздание ноябрь 1987г.). Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.03.89 № 825) СТ СЭВ 6306 - 88. Шрифты чертежные. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1988.
6. ЕСКД ГОСТ 2.305 - 68 ( Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.03.89 №825) СТ СЭВ 6306 - 88. Изображения - Виды. Разрезы. Сечения. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1988.
7. ЕСКД ГОСТ 2.307 - 68 (Переиздание ноябрь 1987г.); Постановление 2650 от 22.06.83, сентябрь 1987г.) СТ СЭВ 1976 - 79, СТ СЭВ 2180 - 80. Нанесение размеров и предельных отклонений. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1988.
8. ЕСКД ГОСД 2.317 - 69 (Переиздание ноябрь 1987г.). Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.03.89 №825) СТ СЭВ 1979 - 79. Аксонометрические проекции.- М.: ИПК Издательство стандартов, 1988.
9. Березина Н.А., Инженерная графика, М. Альфа-М, 2010.
10. Горбунов П.А., Учебное пособие для углубленного изучения черчения в 8-11 классах общеобразовательных школ, технических лицеев, колледжей, для поступающих в технические ВУЗы, Самара, 2004.
11. Короев Ю.И., Черчение для строителей, М. Высшая школа, 2000.
13. Кириллов А.Ф., Черчение и рисование, М. Высшая школа, 2008.
14. Лагерь А.И., Инженерная графика, М. Высшая школа, 2009.
15. Сорокин Н.П., Инженерная графика, СпБ. Лань, 2008.
16. Чекмарев А.А., Начертательная геометрия и черчение, М. Высшее образование, 2008.
17. Интерактивные уроки на сайте <http://www.kab-18.narod.ru>