

1.1. Порядок выполнения контрольной работы

Программа дисциплины «Инженерная графика» предусматривает изучение правил графического оформления чертежей, теоретических основ геометрического черчения, начертательной геометрии и проекционного черчения, машиностроительного и специального черчения, а также приобретение студентами практических навыков по технике выполнения чертежей.

Изучив дисциплину, студент должен уметь графически грамотно в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) выполнять и свободно читать чертежи.

Изучают программный материал в следующей последовательности: детально знакомятся с общими методическими указаниями и содержанием рабочей программы дисциплины, изучают материал каждой темы, пользуясь приводимой литературой и интернет – ресурсами, при необходимости выполняют в рабочей тетради необходимые упражнения для закрепления теоретического материала.

После изучения соответствующих разделов, приступают к выполнению контрольной работы. Для этого знакомятся с содержанием листов, определив свой вариант, выполняют чертежи в соответствии с методическими указаниями.

Чертежи контрольной работы брошюруют в альбом формата А3 (297 × 420) или А4 (210×297) с обложкой в виде листа чертежной бумаги. Чертежи выполняют на чертежной бумаге. Листы с чертежами должны иметь основную надпись.

Номера заданий контрольной работы выбираются по порядковому номеру в журнале.

1.2. Основные рекомендации по выполнению чертежей

1. Все чертежи выполняют в соответствии со стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

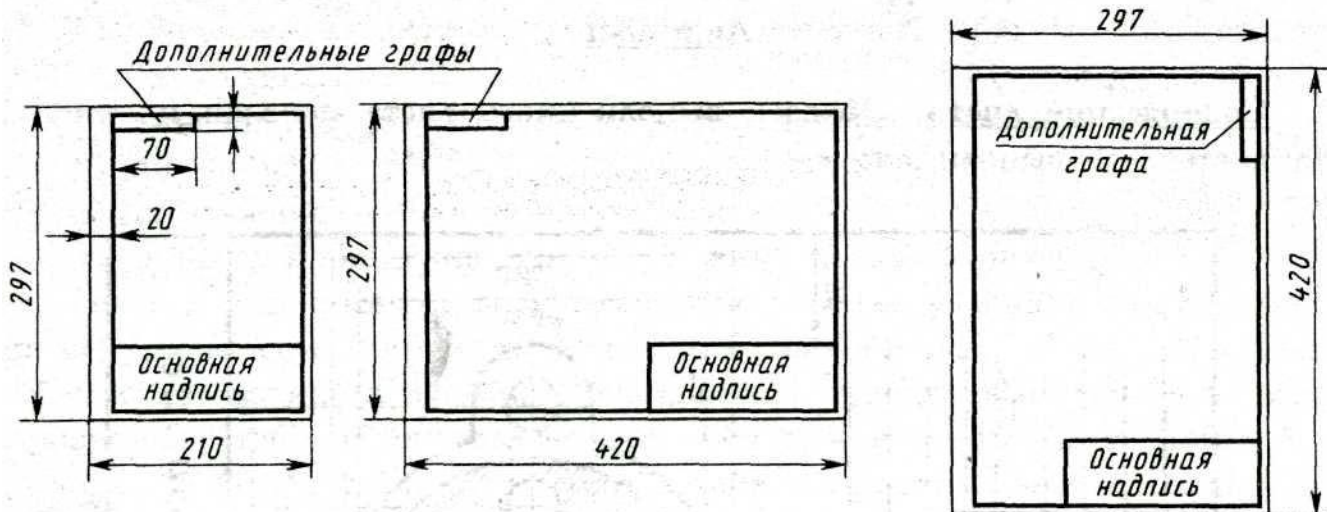
2. Тонкие линии чертежа выполняют карандашами твердости 2Т, Т.

3. Чертежи контрольной работы выполняют на листах чертежной бумаги.

В таблице 1 приведены обозначения и размеры сторон стандартных форматов листов согласно ГОСТ 2.301-68.

Таблица 1 - Стандартные форматы

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841×1189
A 1	594×841
A2	420×594
A 3	297×420
A4	210×297



В соответствии с ГОСТ 2.104-68 чертеж имеет рамку (рис 1). Рамка выполняется сплошной основной линией. Чертеж сопровождается основной надписью, которую располагают в правом нижнем углу (рис. 2). На листе формата А4 (210 × 297) основную надпись располагают только вдоль короткой стороны.

Рисунок 1. Расположение основной надписи на листе.

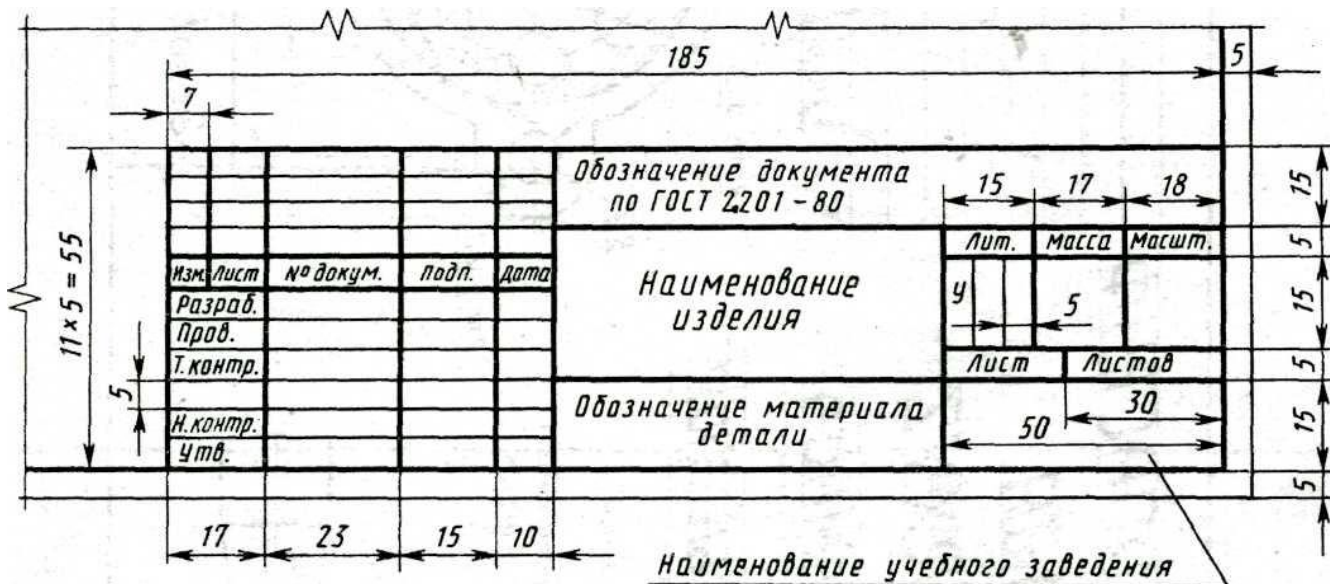


Рисунок 2. Основная надпись чертежа (ГОСТ 2.104 – 68)

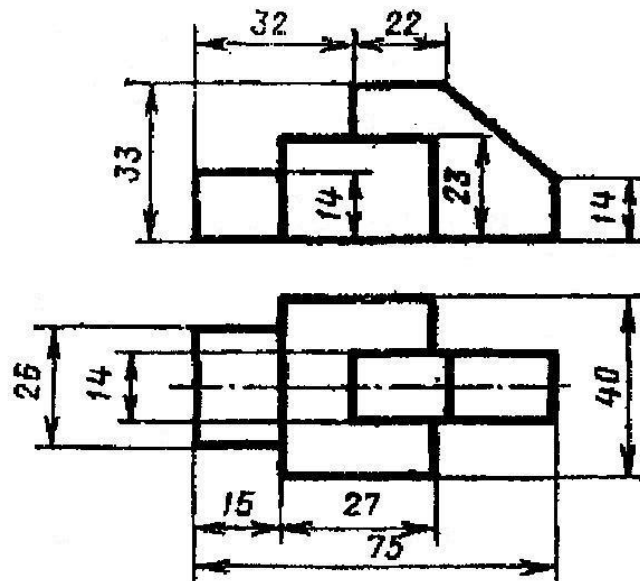
Обозначение документа составляют следующим образом: указывают наименование раздела дисциплины – «ИГ» – инженерная графика, далее указывают номер варианта (двухзначная цифра, например, - 08), номер листа. Например, обозначение чертежа «ИГ.01.03.» означает: инженерная графика, первый вариант, третий лист.

В графе «Наименование изделия» указывают название изделия (если название состоит из нескольких слов, начинают с имени существительного, например, «Колесо зубчатое», «Цилиндр гидравлический» и т.п.).

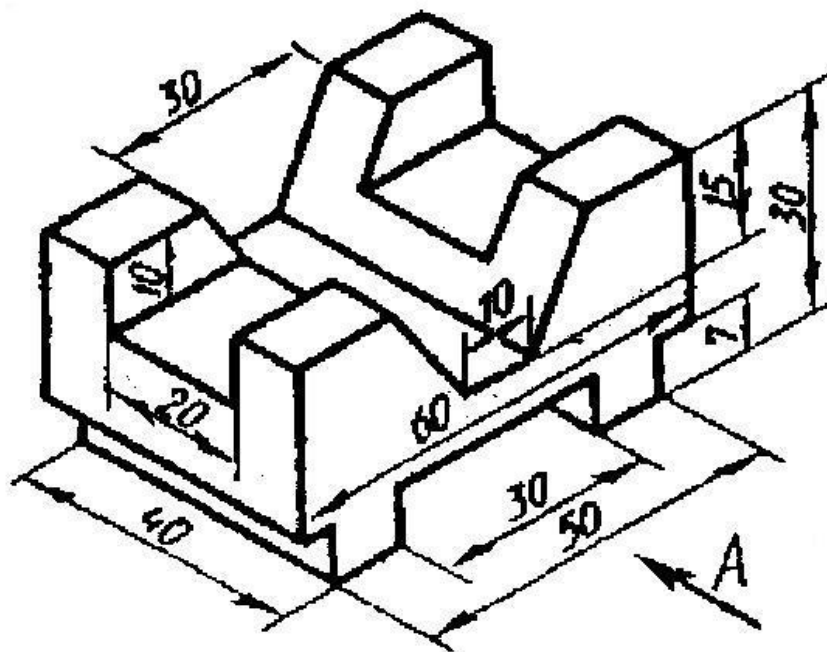
В графе «Наименование учебного заведения» следует записать «ВПТКР» и указать номер группы.

Вариант 1

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

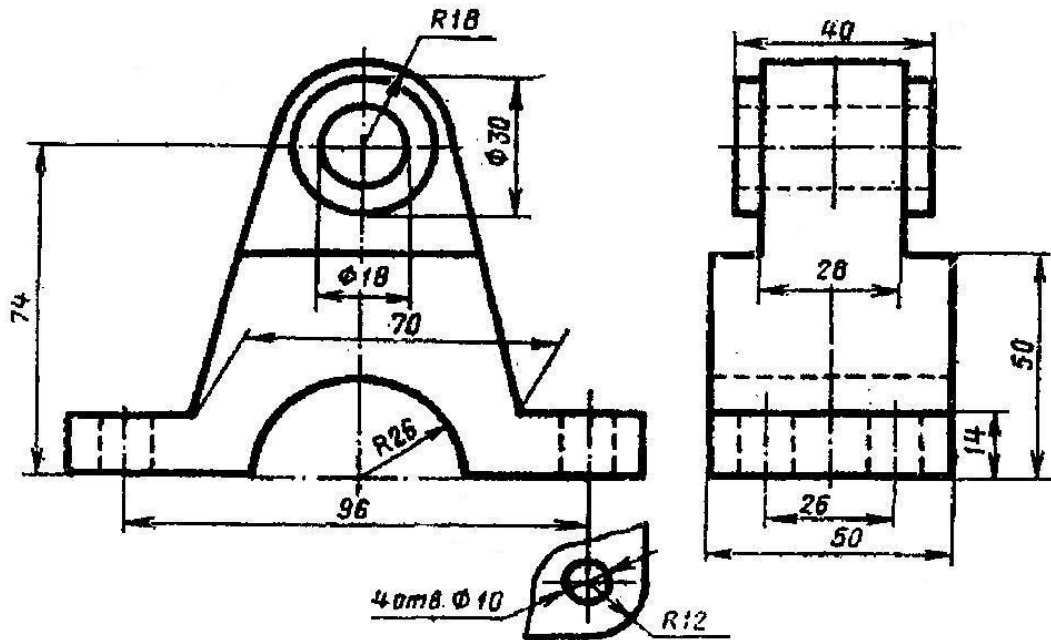


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

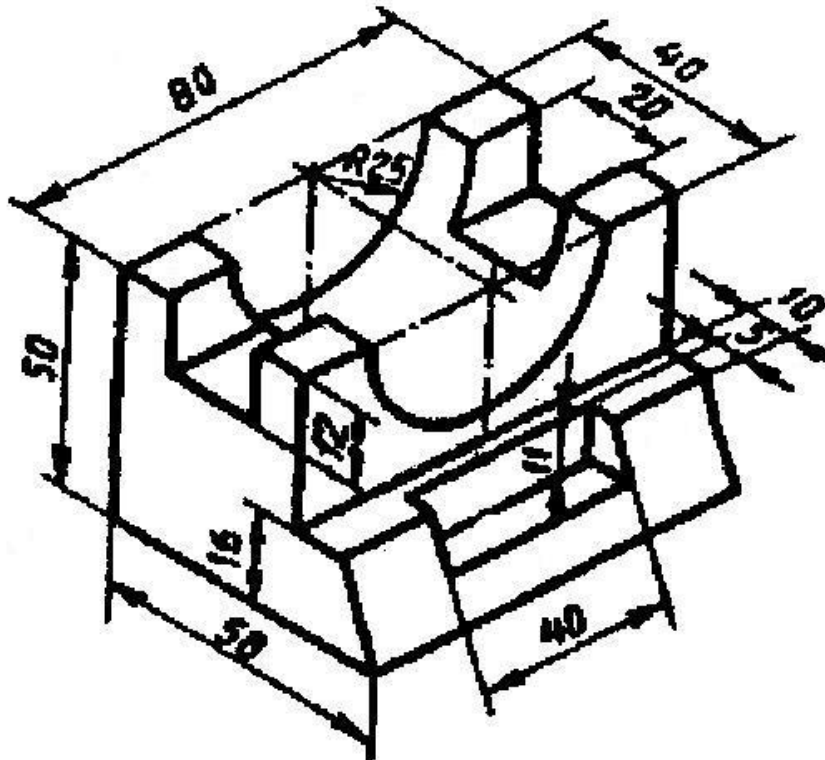


Вариант 2

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

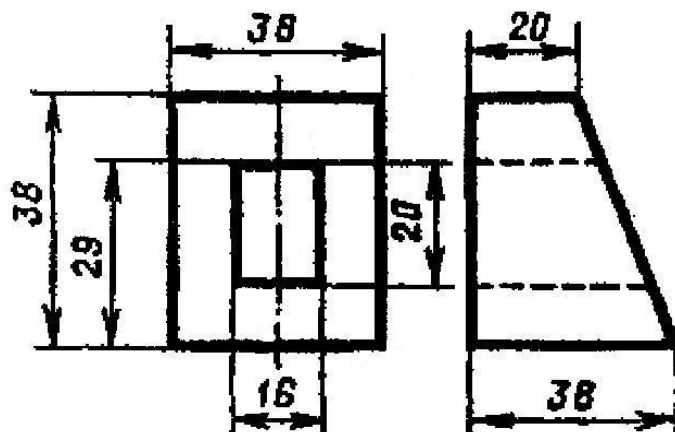


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

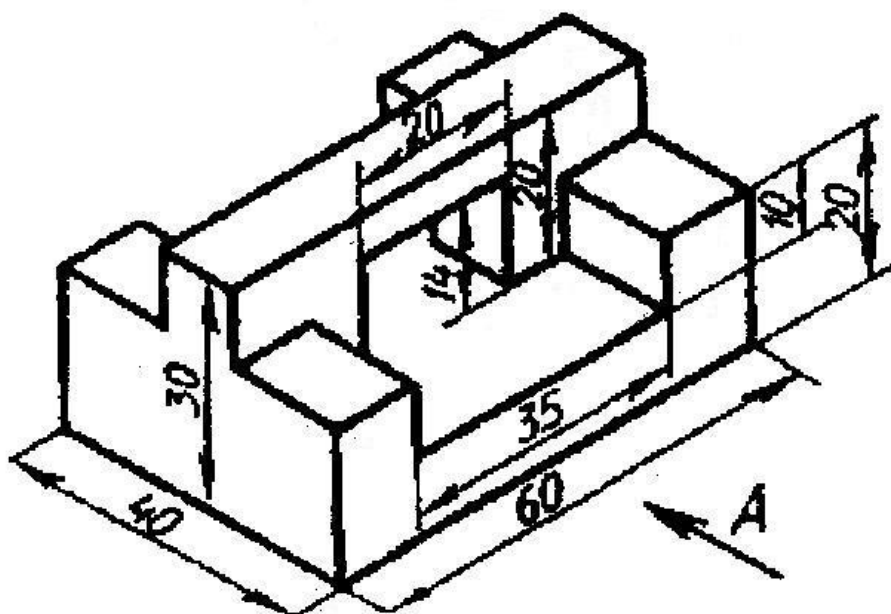


Вариант 3

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

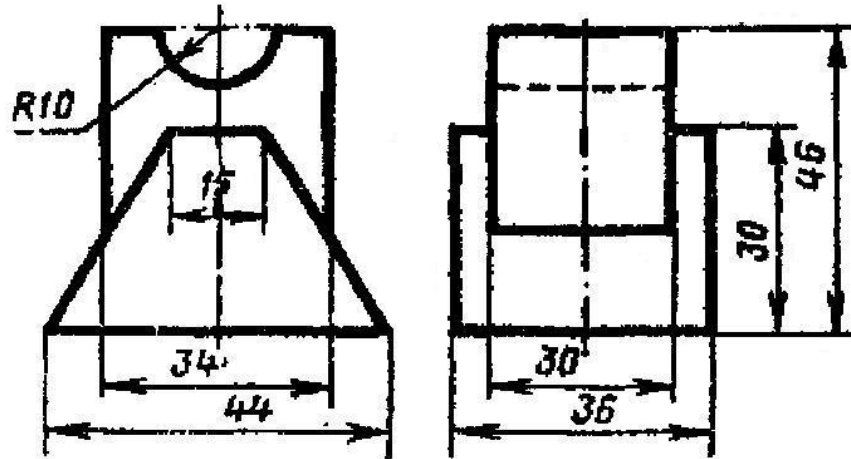


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

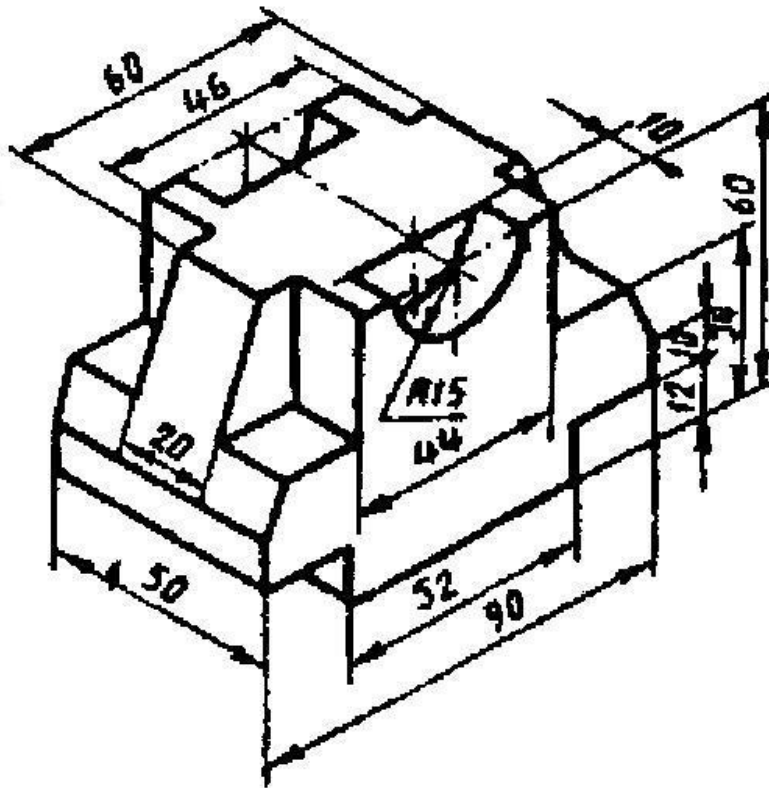


Вариант 4

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

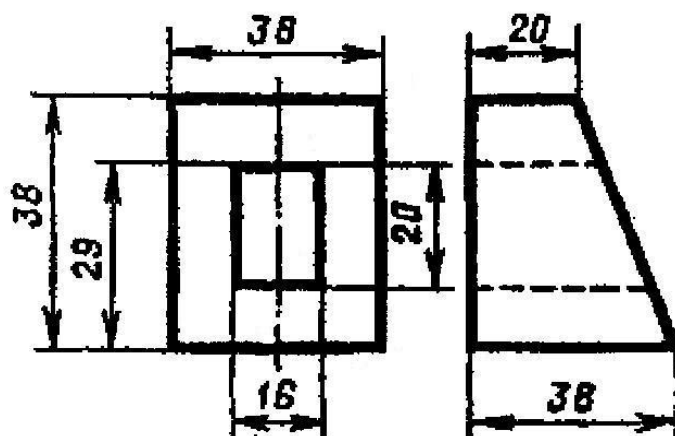


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

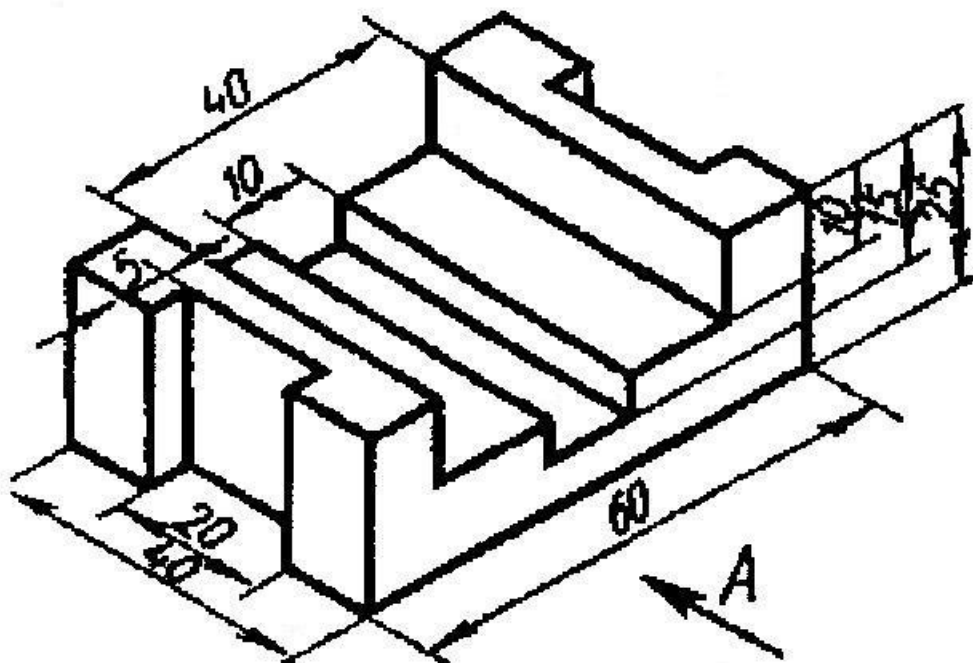


Вариант 5

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

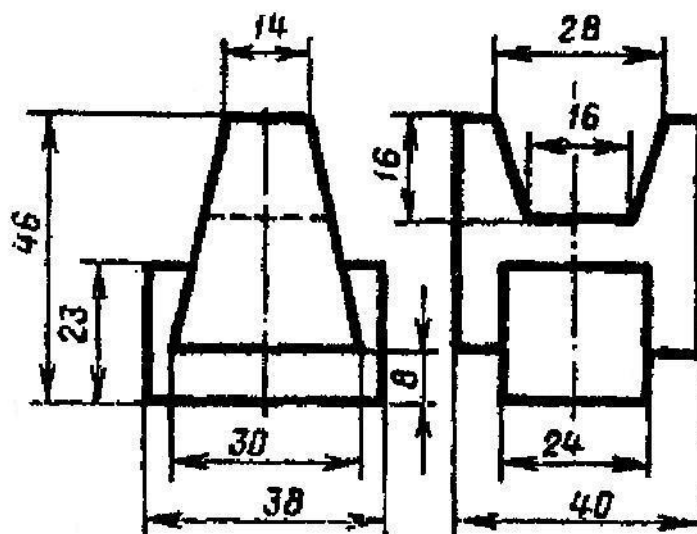


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

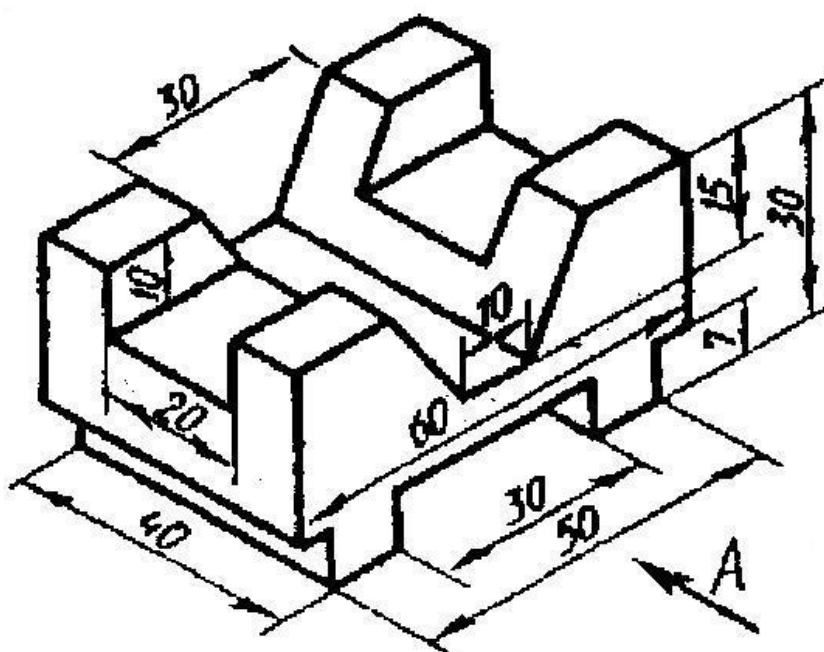


Вариант 6

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

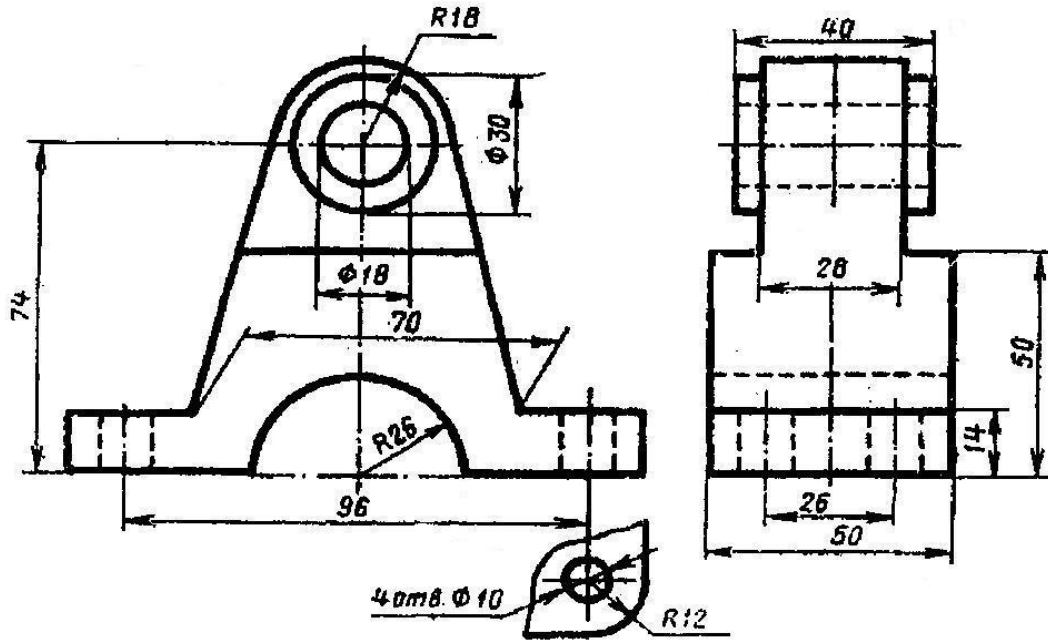


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

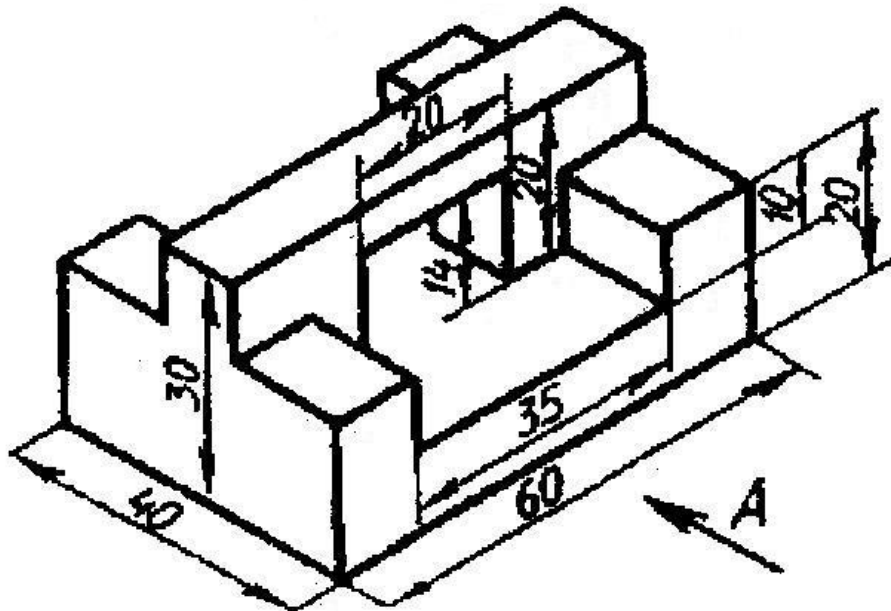


Вариант 7

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

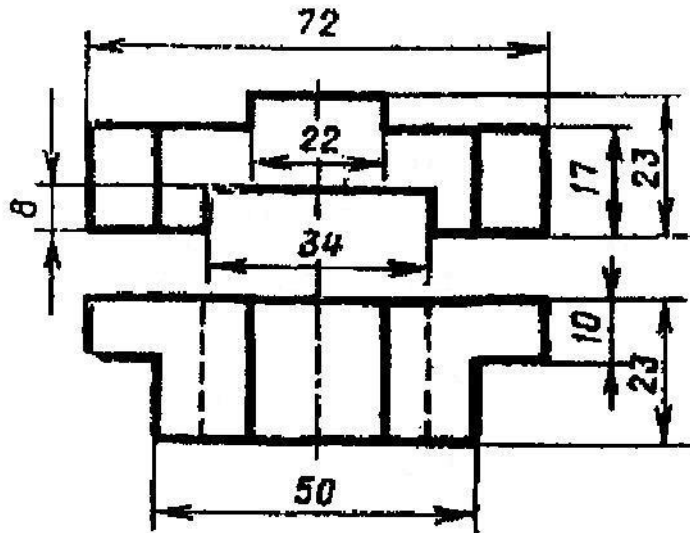


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

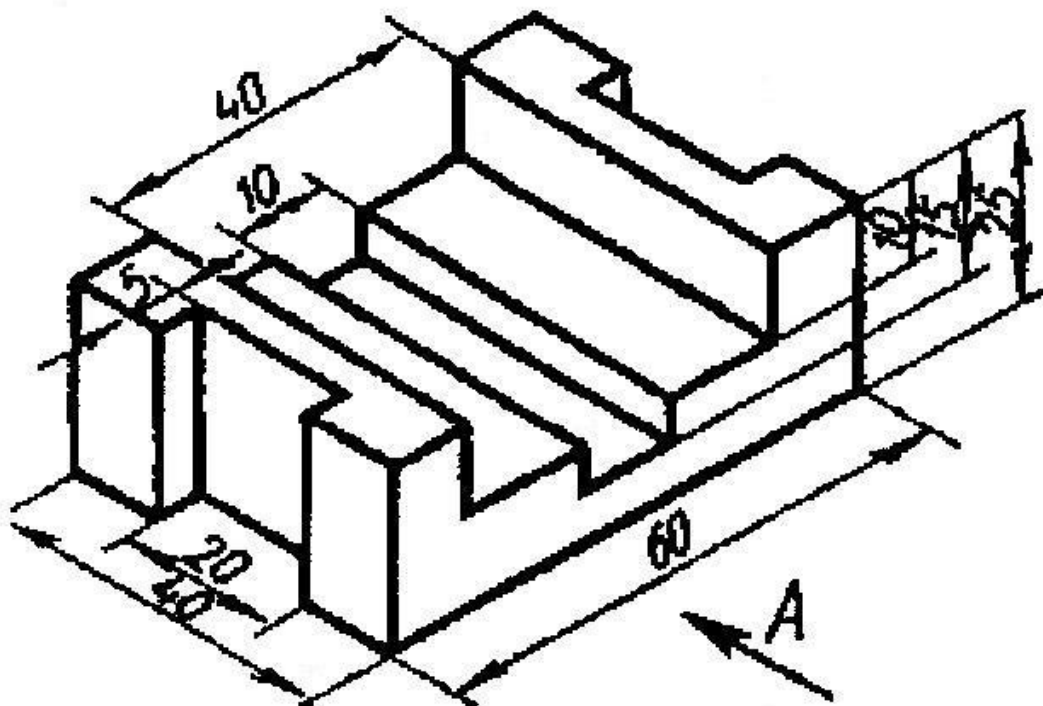


Вариант 8

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

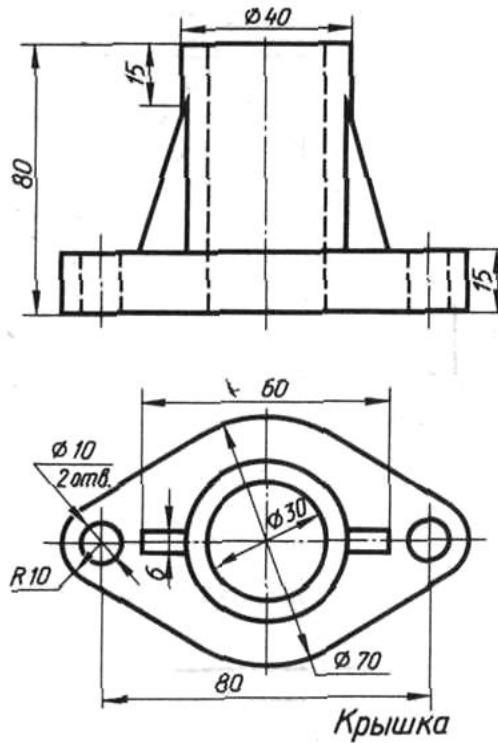


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

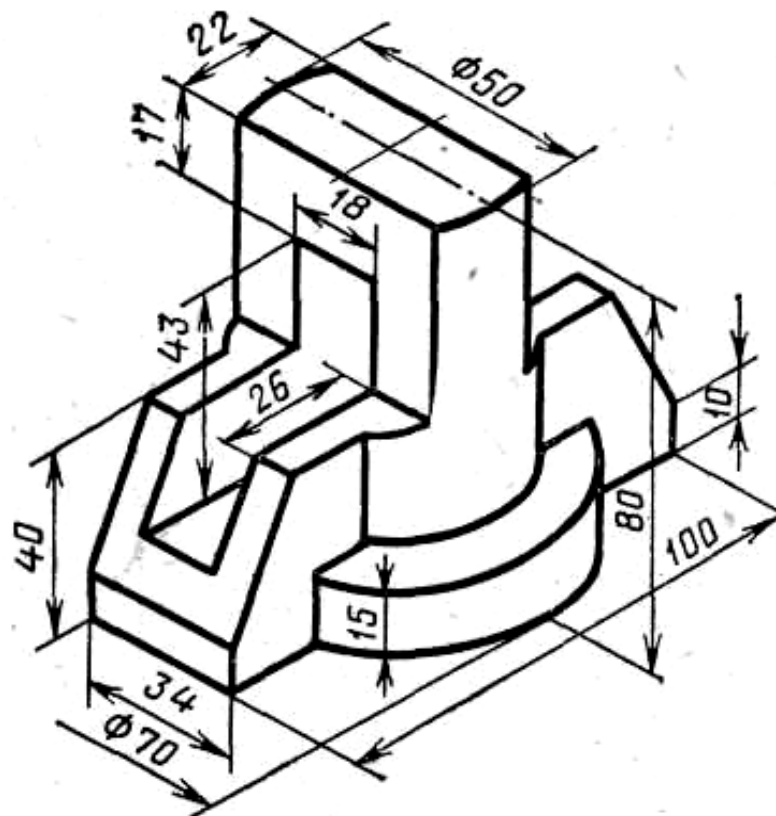


Вариант 9

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

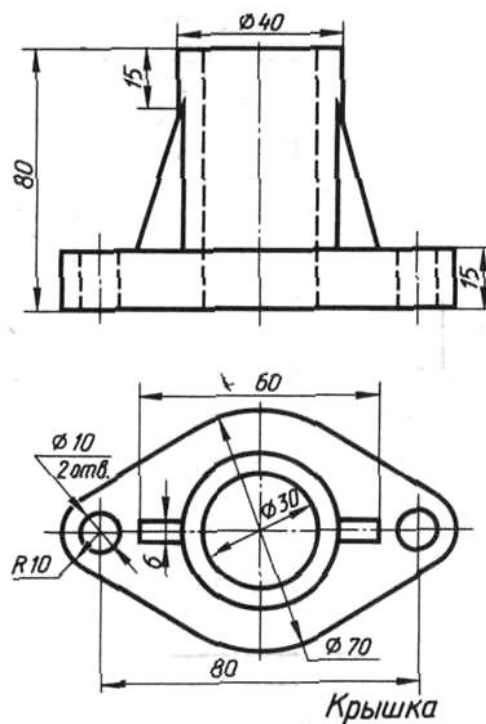


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

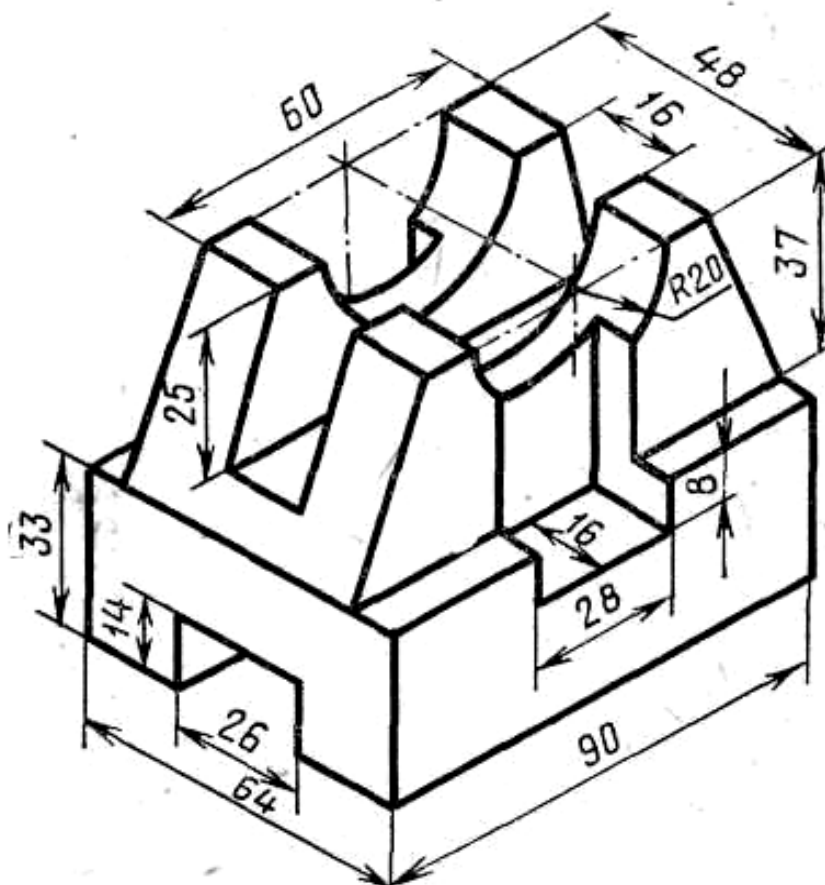


Вариант 10

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

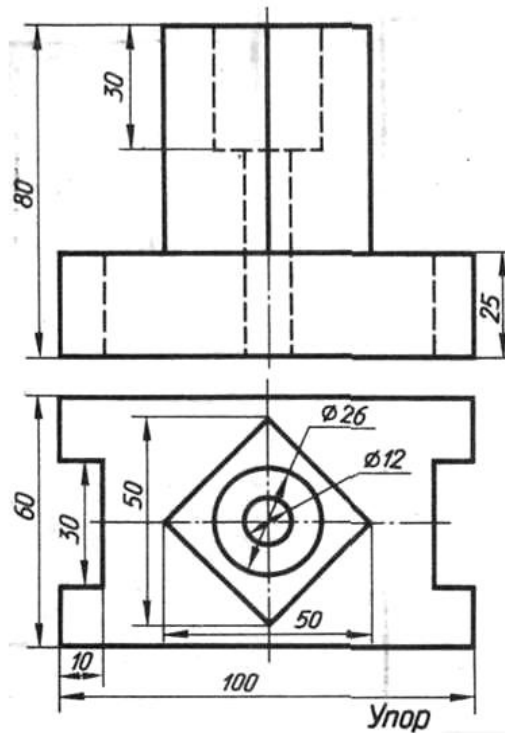


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

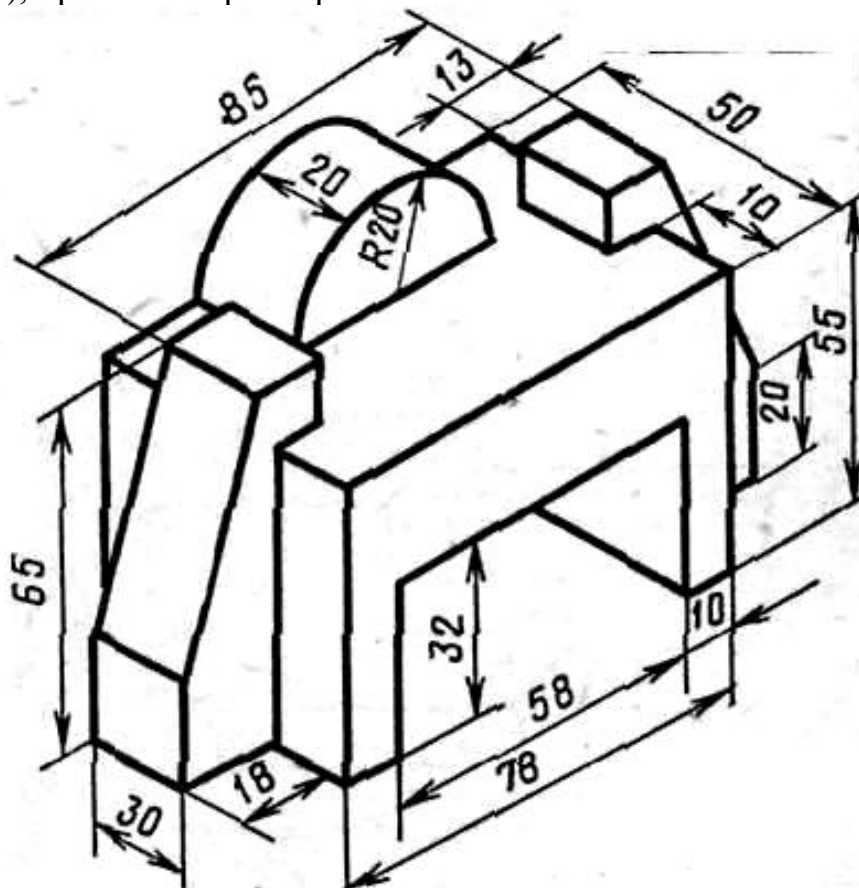


Вариант 11

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.

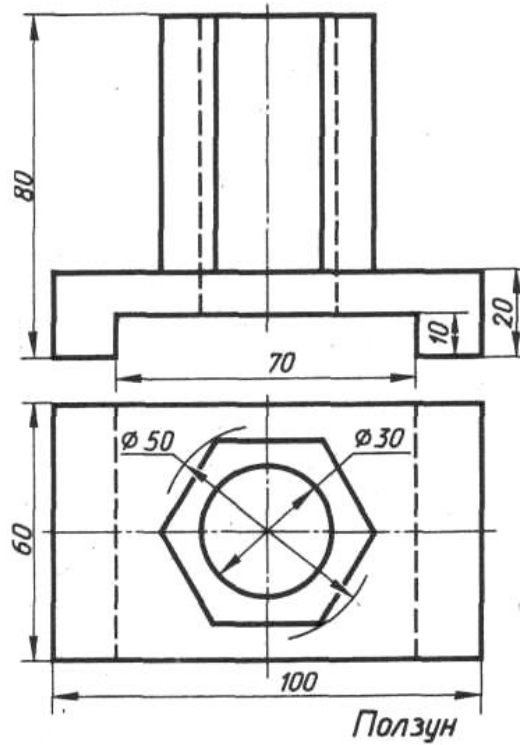


2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.

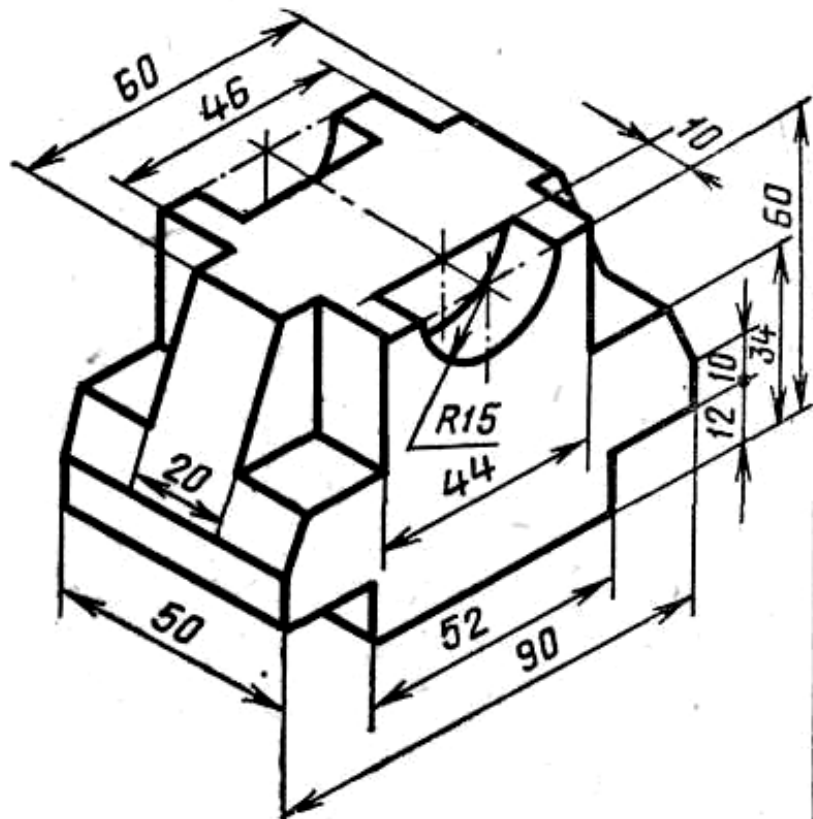


Вариант 12

1. Выполнить по двум проекциям чертежи детали (три проекции), проставить размеры.



2. Выполнить по аксонометрической проекции чертежи модели (три проекции), проставить размеры.



Дисциплина
«Инженерная графика»

Тема 1. ЕСКД. Общие правила
оформления чертежей

Цель и задачи занятия

Дать понятия основных правил выполнения чертежей в соответствии со стандартами:

Форматы ГОСТ 2.301-68

Линии ГОСТ 2.303-68

Шрифты ГОСТ 2.304-81

Основные надписи ГСТ 2.104-2006

Масштабы ГОСТ 2.302-68

Правила нанесения размеров на чертежах ГОСТ 2.207-2011

В результате занятия **Вы будете знать:**

- Структуру курса «Инженерная графика»
- Понятие ЕСКД (единая система конструкторской документации)
- Правила оформления чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД
- Общие правила нанесения размеров на чертежах

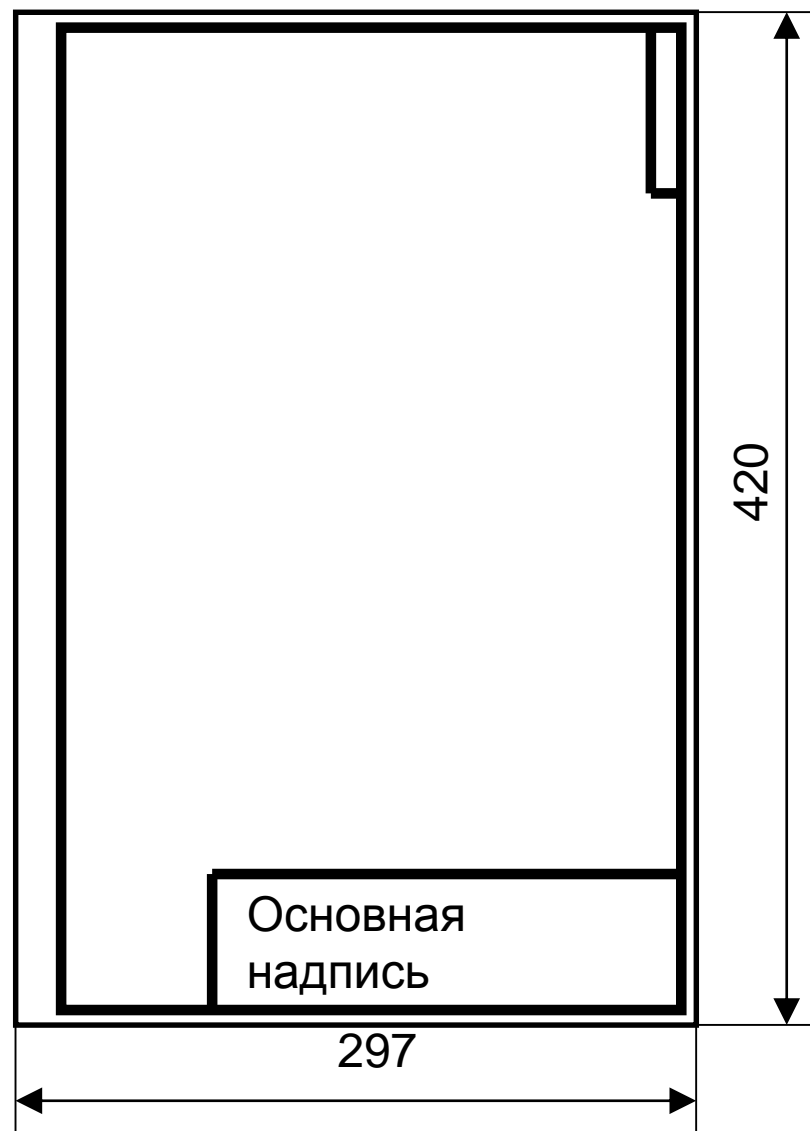
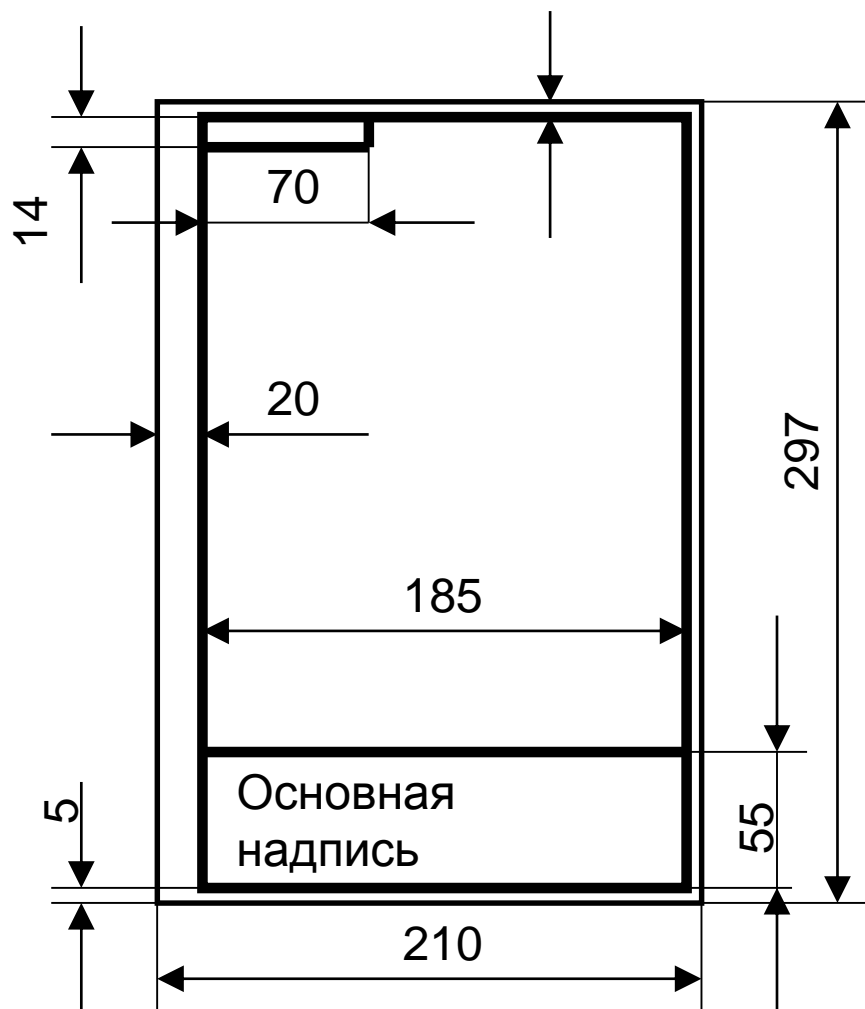
Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

- ЕСКД - *комплекс государственных стандартов*, устанавливающих взаимосвязанные нормы и правила по разработке, оформлению и обращению конструкторских документов, разрабатываемых и применяемых на всех стадиях жизненного цикла изделия: при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и т.д.

Форматы ГОСТ 2.301-68

- Стандарт устанавливает форматы листов чертежей и других листов конструкторской документации всех отраслей промышленности и строительства





Формат с размерами сторон 1189x841 мм и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, **принимаются за основные.**

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

Масштабы - ГОСТ 2.302-68

- Стандарт устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.
 - **Масштаб** – отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре

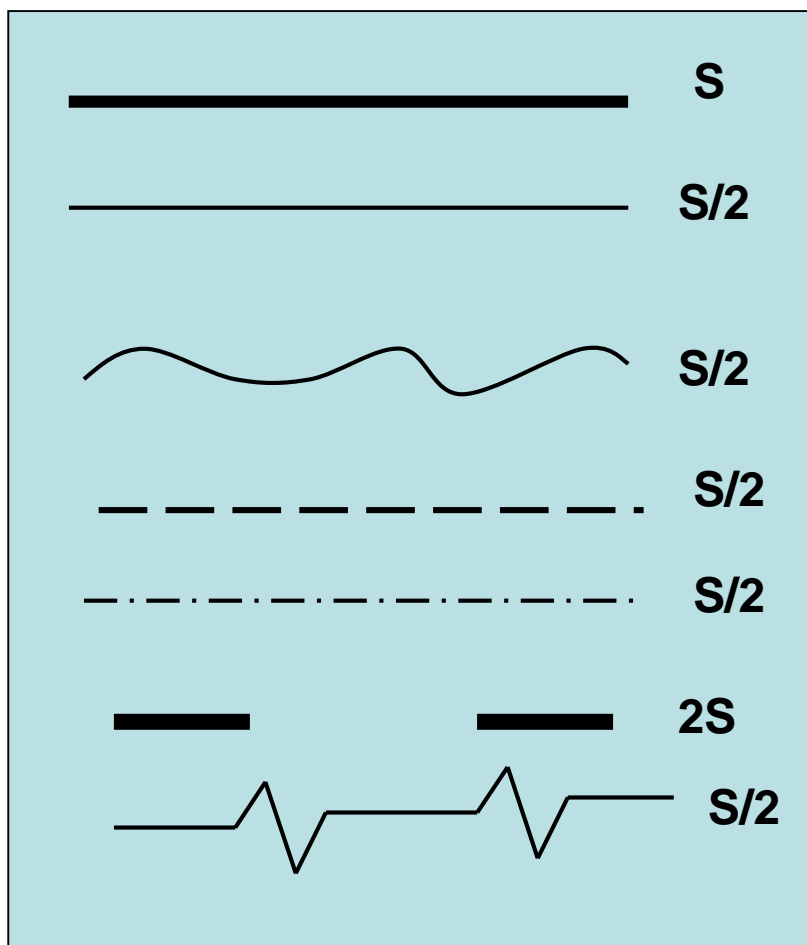
ГОСТ 2.302-68 «Масштабы»

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10, 1:15, 1:20; 1:25; 1:40; ...; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

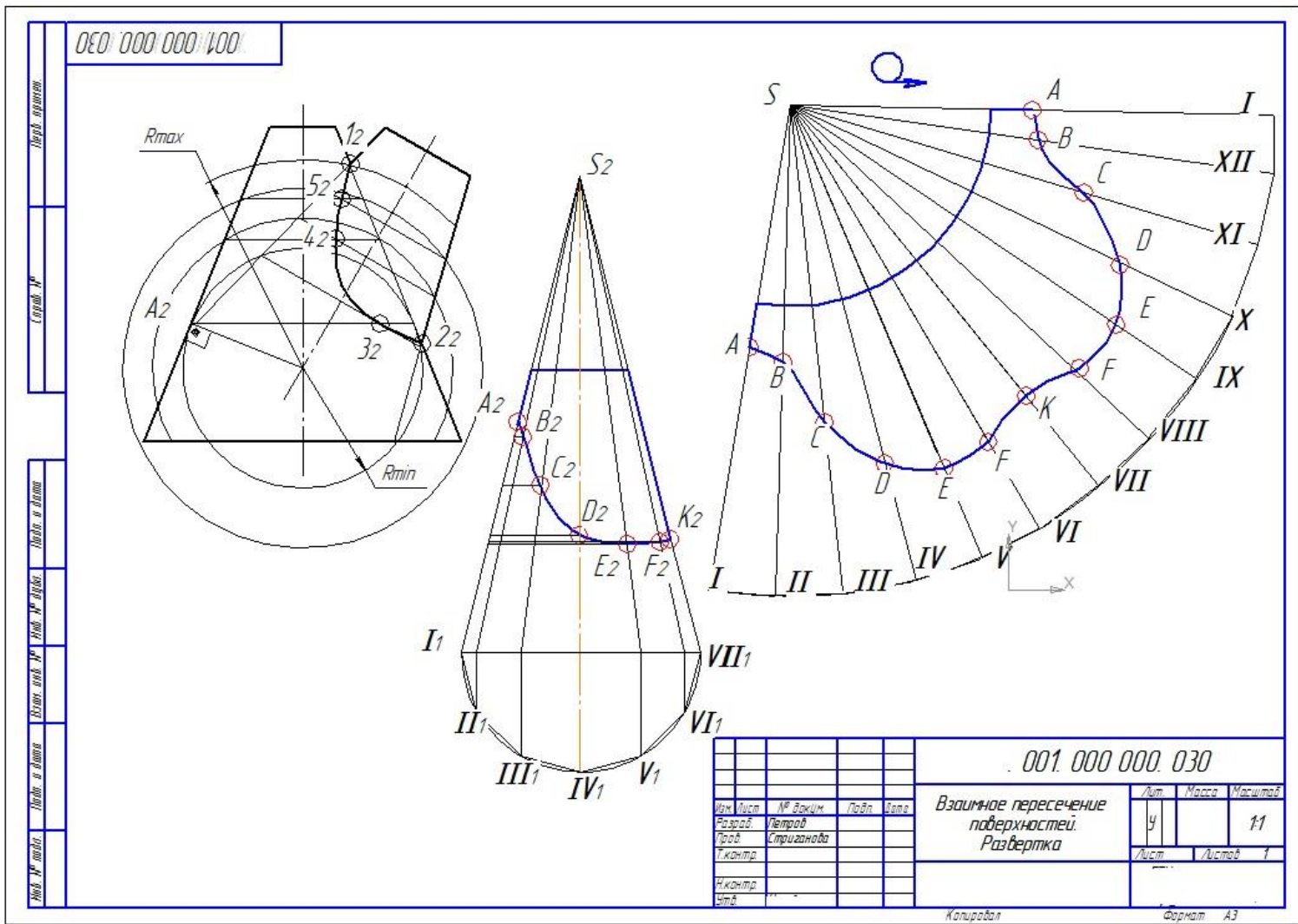
Линии ГОСТ 2.303-68

Сплошная толстая основная
($S=0,7$ мм)

- Сплошная тонкая
- Сплошная волнистая
- Штриховая
- Штрихпунктирная
- Разомкнутая
- Сплошная тонкая с изломом



Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе



Наименование, начертание, толщина
линий по отношению к толщине
основной линии и основные
назначения линий должны
соответствовать указанным в
[таблице](#)




ГОСТ 2.303-68 «Линии»

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
2. Сплошная тонкая		От $S/3$ до $S/2$	Линии контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски

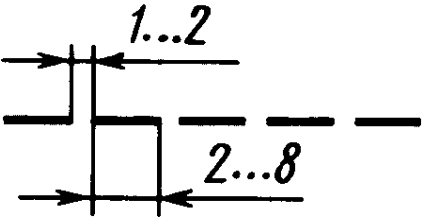


ГОСТ 2.303-68 «Линии»

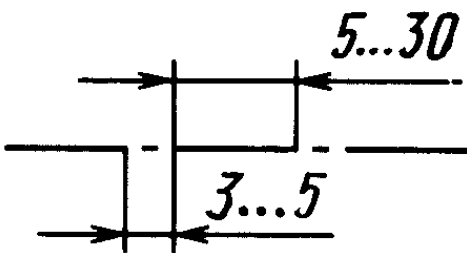
Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
3. Сплошная волнистая		От $S/3$ до $S/2$	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза



ГОСТ 2.303-68 «Линии»

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
4. Штриховая		От $S/3$ до $S/2$	Линии невидимого контура Линии перехода невидимые

ГОСТ 2.303-68 «Линии»


Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
5. Штрих-пунктирная		От $S/3$ до $S/2$	<p>Линии осевые и центровые</p> <p>Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений</p>



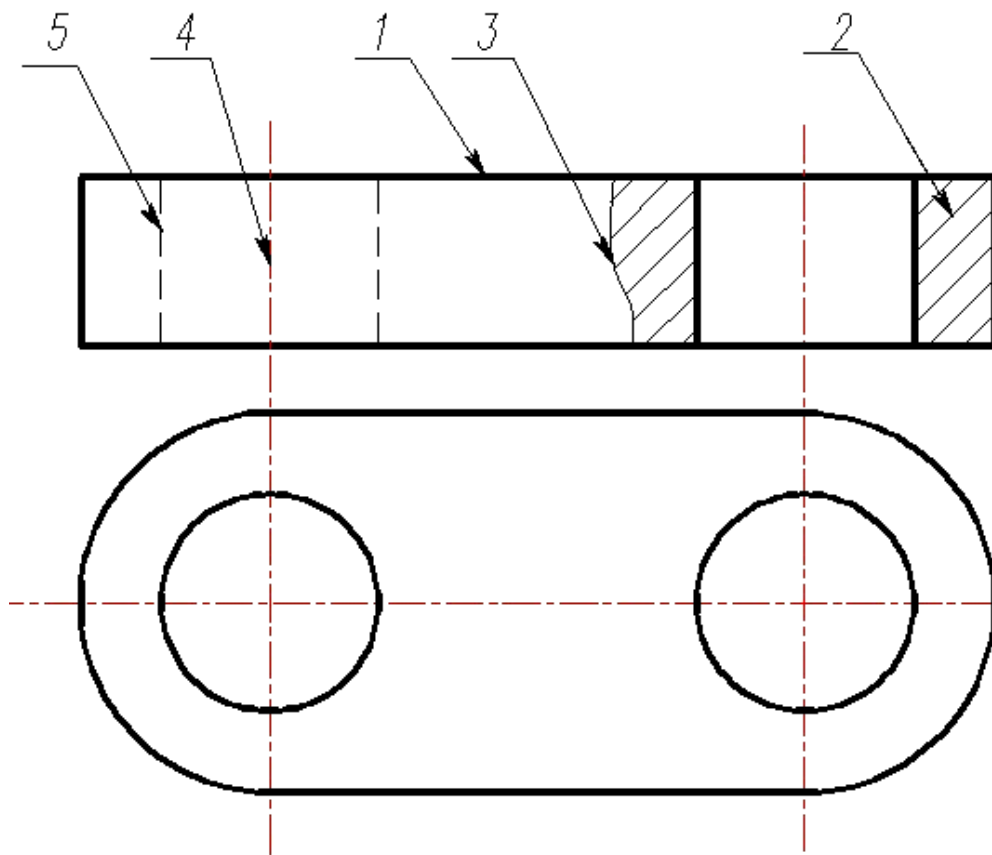
ГОСТ 2.303-68 «Линии»

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
6. Разомкнутая		От S до $1 \frac{1}{2} S$	Линии обозначения сечений

ГОСТ 2.303-68 «Линии»

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
7.Сплошная тонкая с изломами		От $S/3$ до $S/2$	Длинные линии обрыва

ГОСТ 2.303-68 «Линии»



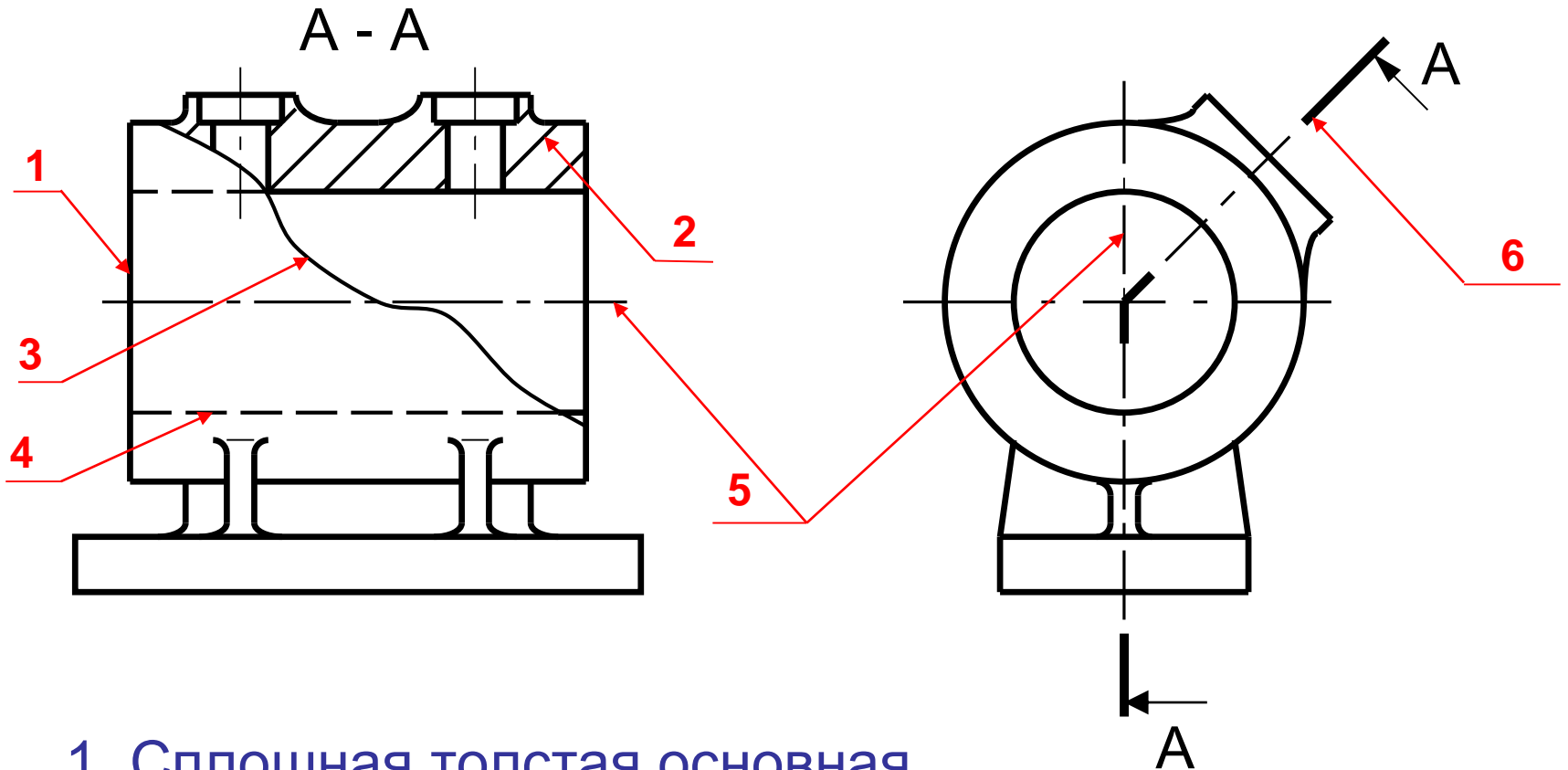
1 – сплошная
основная

2 – сплошная тонкая

3 – сплошная
волнистая

4 – штрихпунктирная

5 – штриховая



1. Сплошная толстая основная
2. Сплошная тонкая
3. Сплошная волнистая
4. Штриховая
5. Штрихпунктирная тонкая
6. Разомкнутая

Шрифты чертежные ГОСТ 2.304-81

- Размер шрифта h – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах
- Высота строчных букв c определяется из отношения их высоты (без отростков k) к размеру шрифта h , например:

$$c = 7/10 h$$

Шрифт № 3, 5, 7, 10, 12, 15 и т.д.

ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

ГОСТ 2.304-81

- *Типы и размеры шрифта*
 - Тип А без наклона ($d=1\sqrt{14}h$) с параметрами, приведенными в таблице
 - *Тип А с наклоном около 75° ($d=1\sqrt{14}h$) с параметрами, приведенными в таблице*
 - Тип Б без наклона ($d=1\sqrt{10}h$) с параметрами, приведенными в таблице
 - *Тип Б с наклоном около 75° ($d=1\sqrt{10}h$) с параметрами, приведенными в таблице*



ГОСТ 2.304-81 «ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ». Шрифт типа А ($d=h/14$)

Параметры шрифта	Обознач.	Относительный размер	Размеры, мм					
Размер шрифта: Высота прописных Высота строчных	<i>h</i>	$(14/14)h$	$14d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
	<i>c</i>	$(10/14)h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0
Расстояние между буквами	<i>a</i>	$(2/14)h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4
Мин. шаг строк	<i>b</i>	$(22/14)h$	$22d$	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0
Мин. расстояние между словами	<i>e</i>	$(6/14)h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2
Толщина линий шрифта	<i>d</i>	$(1/14)h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7



ГОСТ 2.304-81 «ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ» Шрифт типа Б ($d=h/10$)

Параметры шрифта	Обознач.	Относительный размер	Размеры, мм					
Размер шрифта: Высота прописных Высота строчных	<i>h</i>	$(10/10)h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0
	<i>c</i>	$(7/10)h$	$7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0
Расстояние между буквами	<i>a</i>	$(2/10)h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4
Мин. шаг строк	<i>b</i>	$(17/10)h$	$17d$	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0
Мин. расстояние между словами	<i>e</i>	$(6/10)h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2
Толщина линий шрифта	<i>d</i>	$(1/10)h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7

Шрифты ГОСТ 2.304-81

Прописные буквы

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПР
СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

Строчные буквы

абвгдежзийклмнопрс
туфхцчшщъыьэюя
РЕДУКТОР Редуктор



Шрифты наклонные. Угол наклона 75°

Шрифт типа Б без наклона

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПР

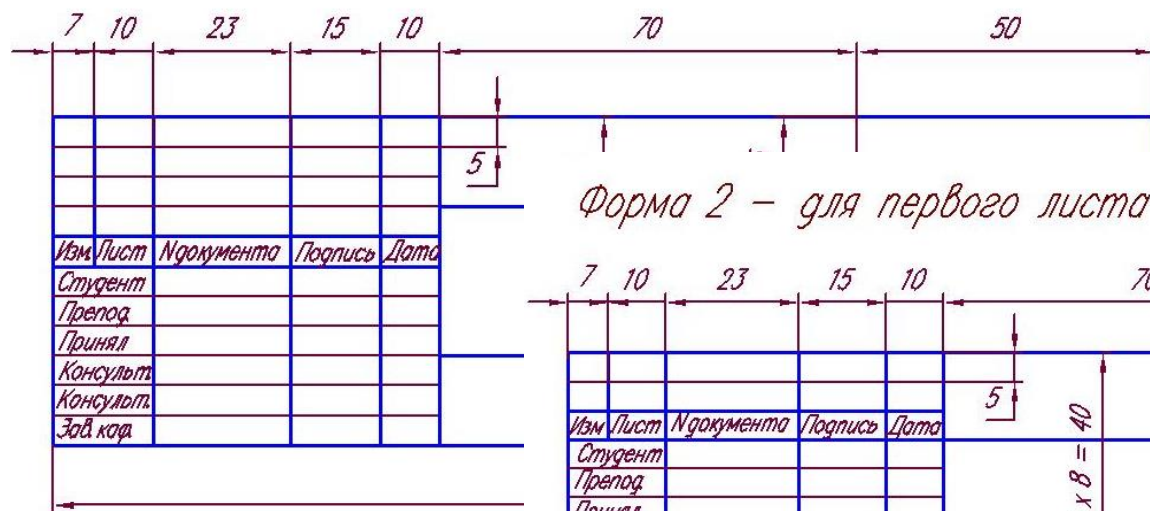
СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзийклмнопрстуф

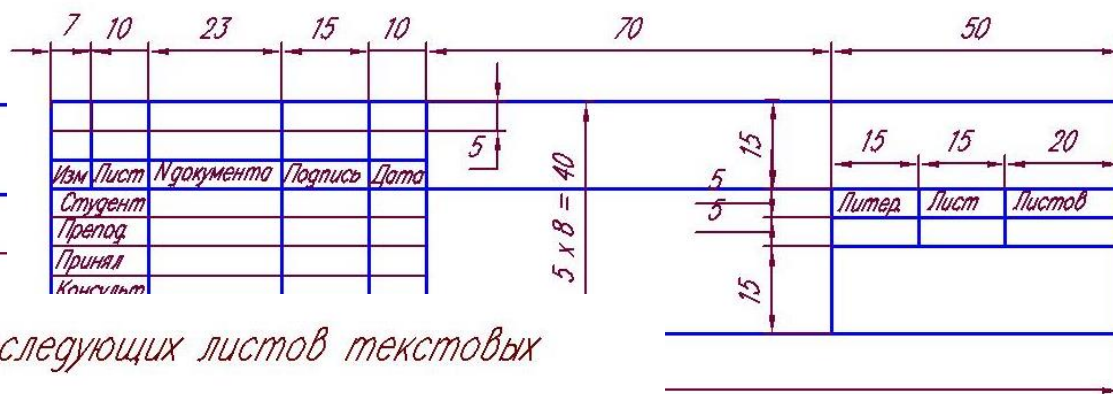
хцчшщъыьэюя

Основные надписи ГОСТ 2.104-2006

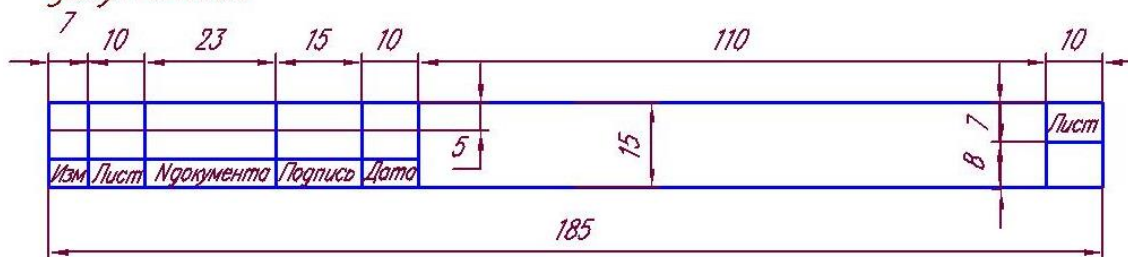
Форма 1 – для графических документов



Форма 2 – для первого листа текстовых документов



Форма 2а – для всех последующих листов текстовых документов



Стандарт устанавливает форму, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах:

- на чертежах и схемах – форма 1
- на текстовых документах – форма 2 и 2а.

Основные надписи располагаются в правом нижнем углу конструкторских документов.



Форма 1

Форма 2

185

					Обозначение документа		
					Наименование изделия, документа		
					Факультет, группа		

8x5=40

5

Форма 2а

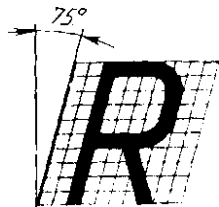
185

					Обозначение документа			
					Лист			

3x5=15

5

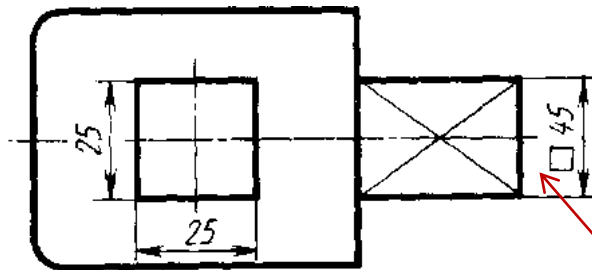
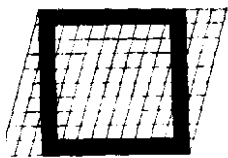
Условные знаки при простановке размеров



- Знак радиуса

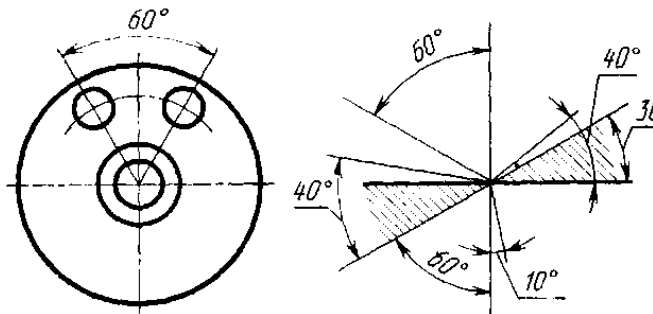


- Знак диаметра

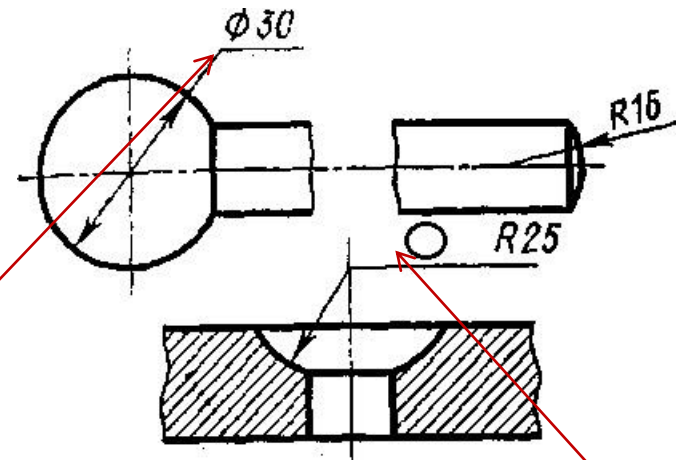


- Знак сферы

- Знак квадрата

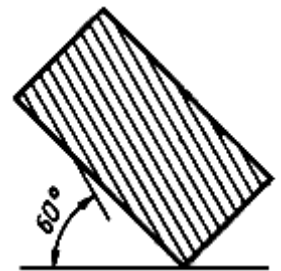


- Знак градуса



ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах»

- Линии штриховки проводят под углом 45° к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа.
- Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45° , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать угол 30° или 60° .

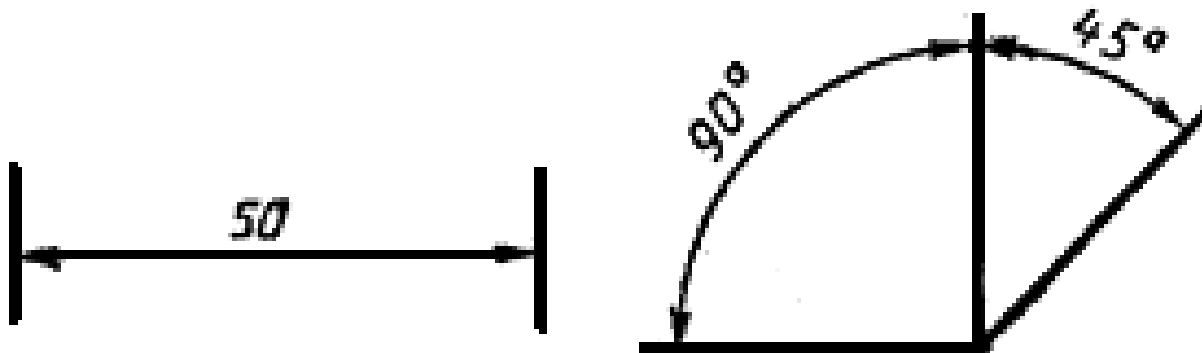


ГОСТ 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений»

- Настоящий стандарт устанавливает правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах на изделия всех отраслей промышленности и строительства

ГОСТ 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений»

- Размеры на чертеже указывают размерными числами и размерными линиями
- Линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения
- Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения



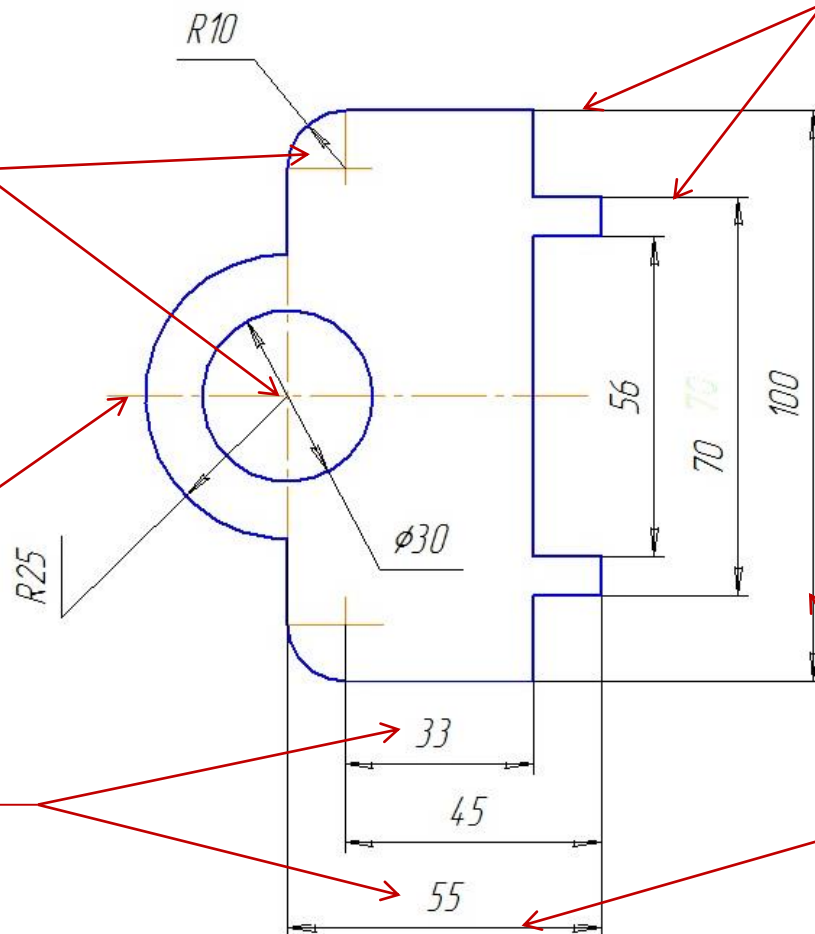
Общие правила нанесения размеров

Оси
пересекаются
только длинными
штрихами

Ось выступает
за основной
контур на 5 мм

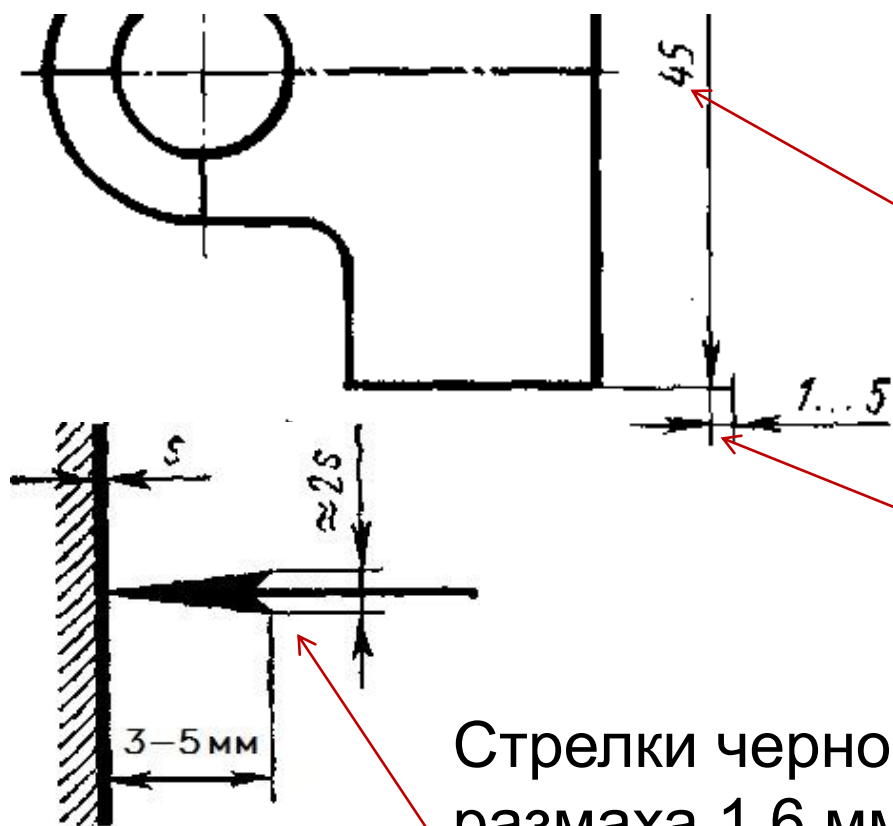
Размерное число

Выносная линия



Общие правила нанесения размеров

- *Размерное число пишется над размерной линией и отстает от нее на 2 мм*

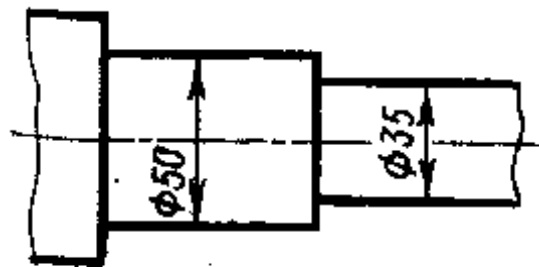
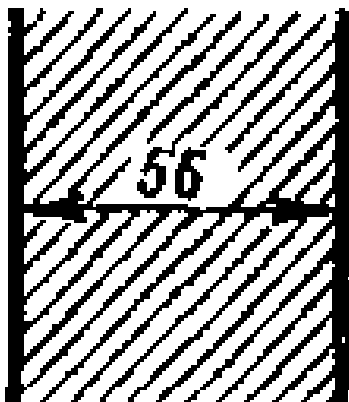
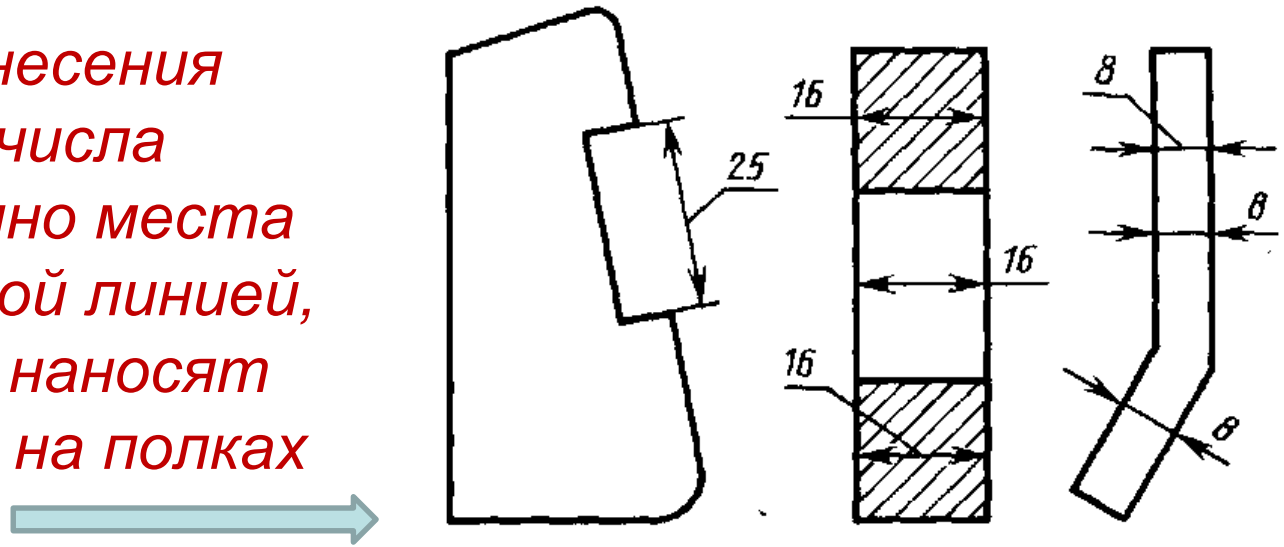


*Выносная линия
выступает за размерную
на 3 мм*

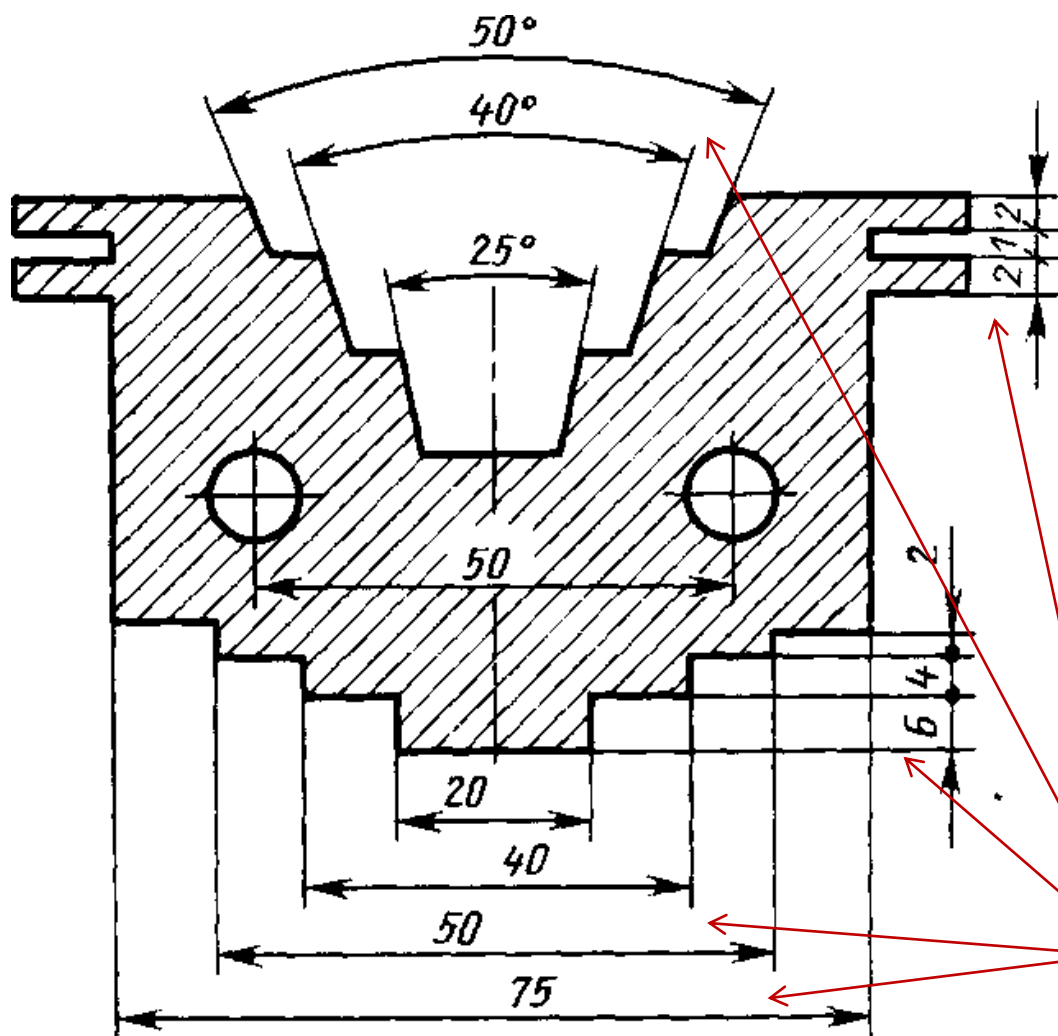
Стрелки черного цвета, шириной размаха 1,6 мм, имеют длину 5 мм

Способы нанесения стрелки и размерного числа

- Если для нанесения размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят снаружи или на полках выносок



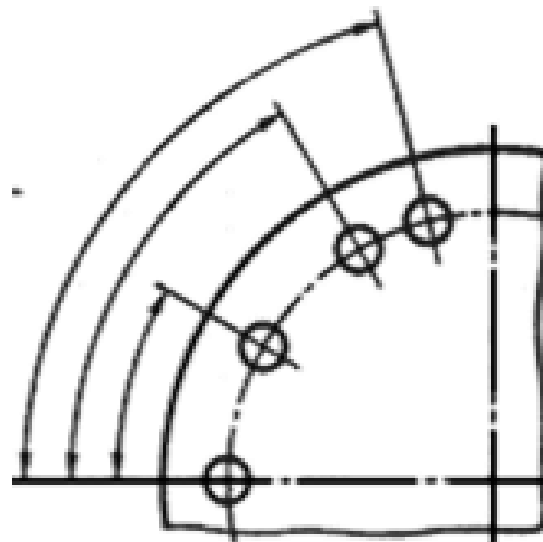
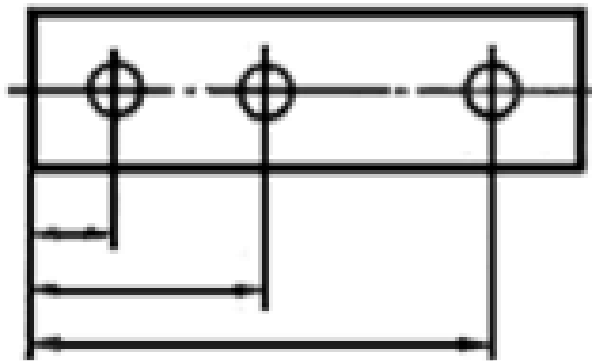
В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются



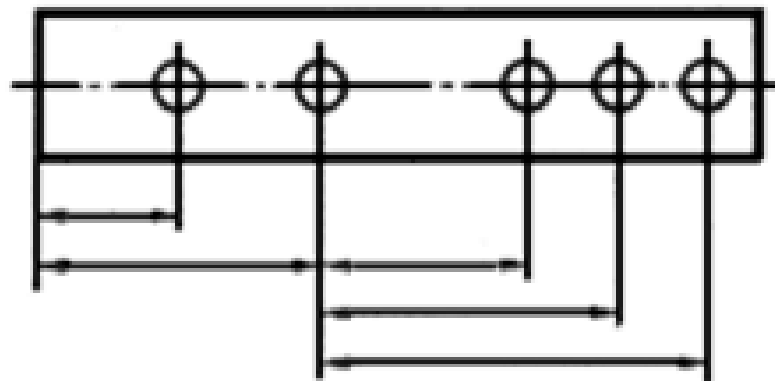
- *Расстояние от контура детали до размерной линии и между размерными линиями равно 10 мм*

Способы нанесения размеров, определяющих взаимное расположение элементов предмета

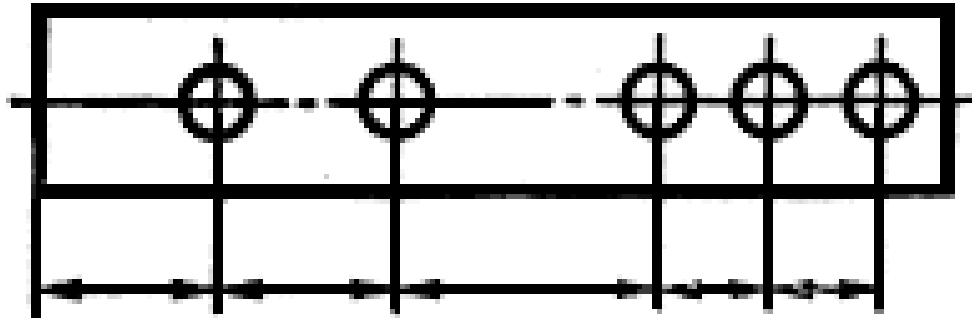
- от общей базы (поверхности, оси):



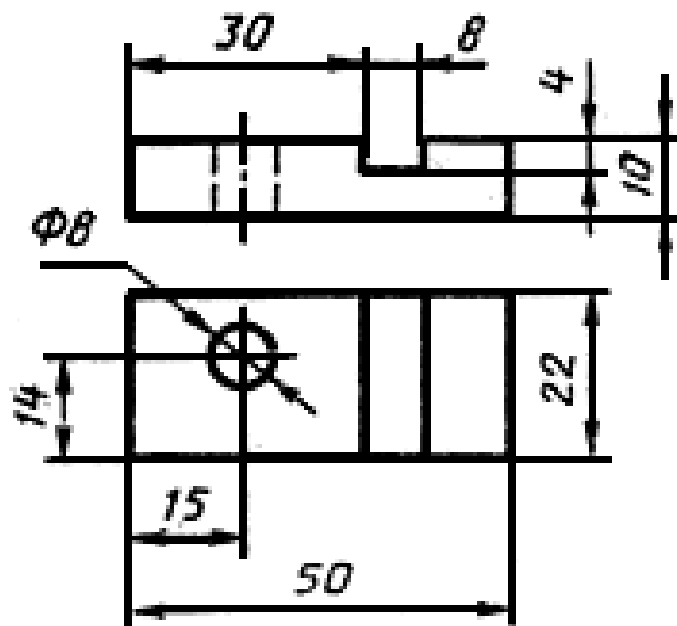
- заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз



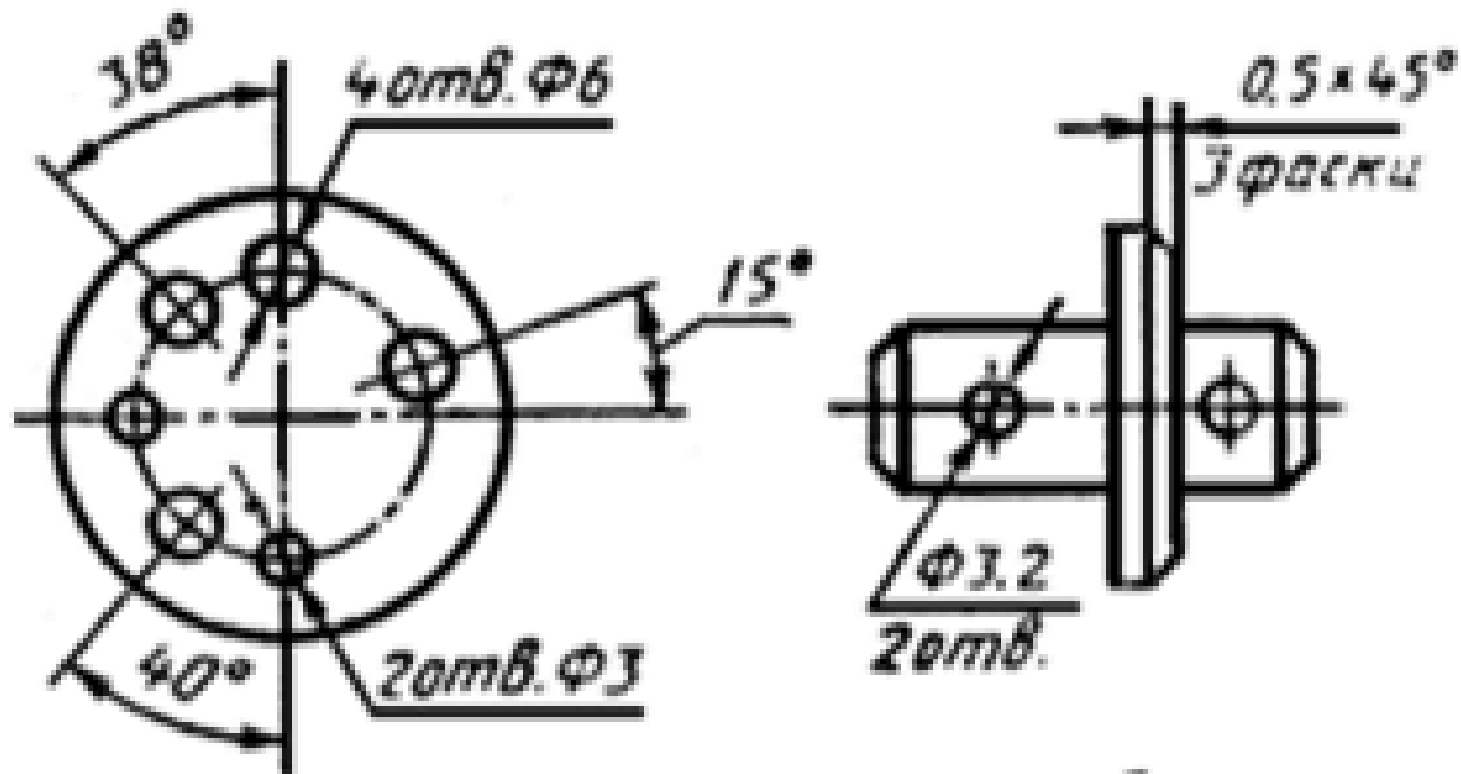
- заданием размеров между смежными элементами (цепочкой)



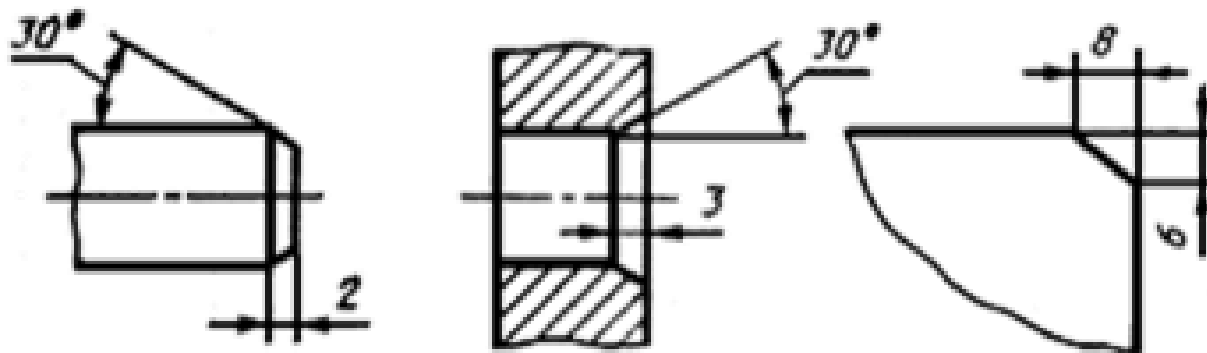
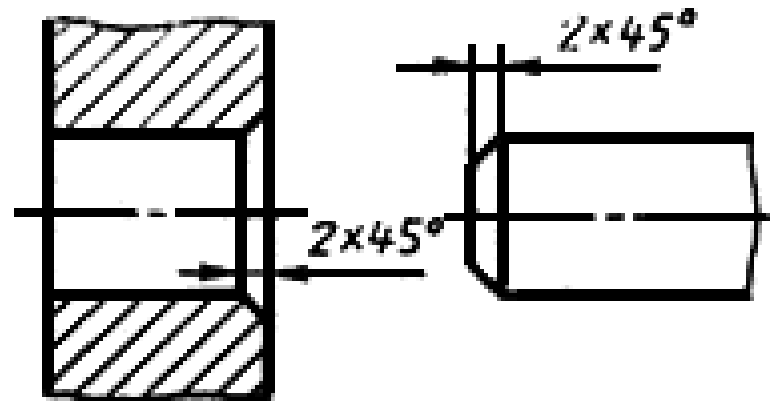
Размеры, относящиеся к одному и тому же конструкционному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), **рекомендуется группировать в одном месте**, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно



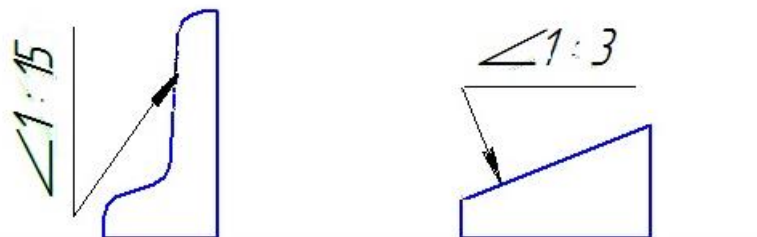
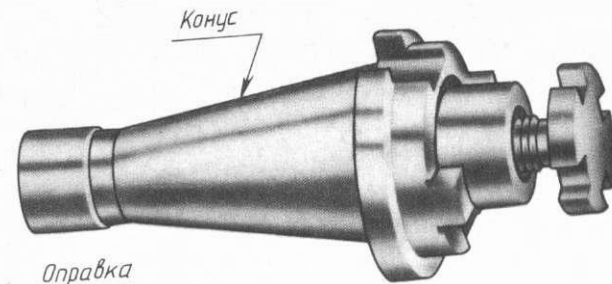
Размеры нескольких одинаковых элементов изделия



Нанесение размеров фасок

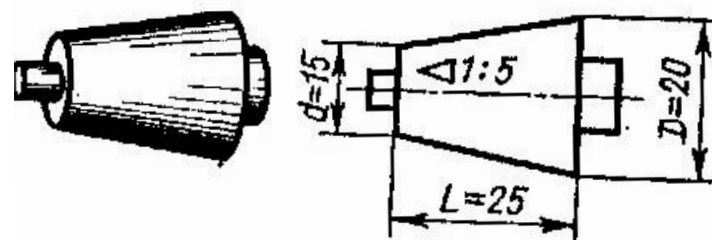
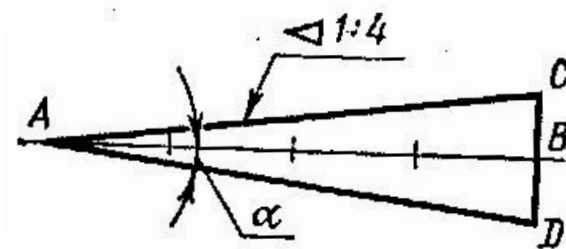


Условные знаки уклона и конусности



Наклон одной линии относительно другой, расположенной горизонтально или вертикально, характеризуется **УКЛОНОМ**

- **Конусность** – это отношение диаметра конуса к его высоте, а если конус усеченный, то отношение разности диаметров к высоте усеченного конуса



- $K=(D-d):L$
- Подставим числа
- $K=(20-15):25 = 1:5$

Выполнение чертежей

- Чертежный шрифт.
- Сопряжение.
- Виды.
- Разрезы.



ЧЕРТЁЖНЫЙ ШРИФТ

Чертежный шрифт.

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л

М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч

Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и й к л м

н о п р с т у ф х ц ч ш

щ ъ ы ь э ю я

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3

I III IV VI VIII IX V

Начертание прописных букв.

Буквы, состоящие из горизонтальных и вертикальных элементов.

Е Н Щ Г П Т Ц Ш

Буквы, состоящие из вертикальных, горизонтальных и наклонных элементов.

А К М Ж Д И Й Л Х

Буквы, состоящие из прямолинейных и криволинейных элементов.

Б В З О Р С У Ф Я

Ч Ъ Ы Ь Э Ю

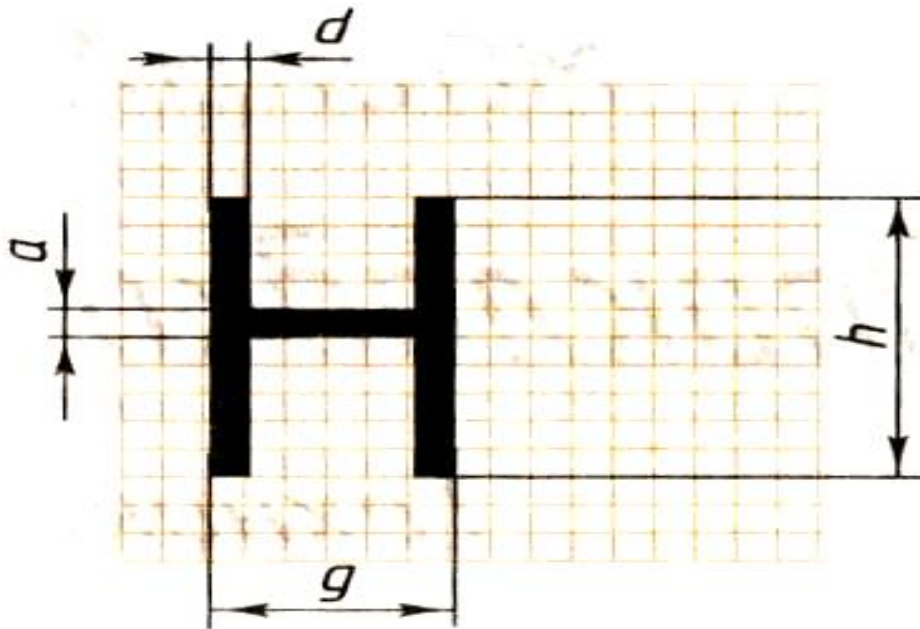
Начертание строчных букв.

а б в д е з ф

ч р т у

Буквы, отличающиеся от начертания прописных букв.

Пример построения буквы.



a, d - Толщина линии шрифта

g - Ширина буквы

h - Высота буквы



СОПРЯЖЕНИЯ

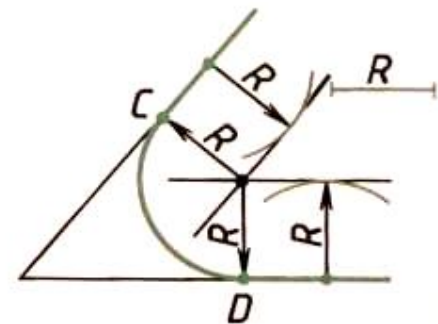
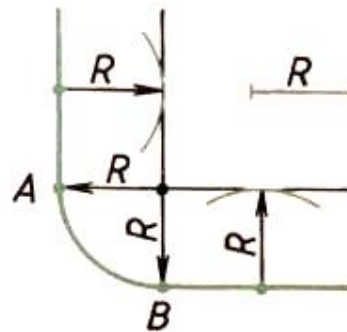
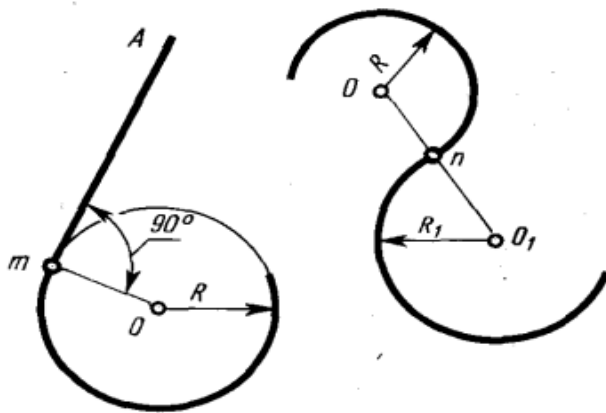
Сопряжения.

- Сопряжение – плавный переход одной линии в другую.

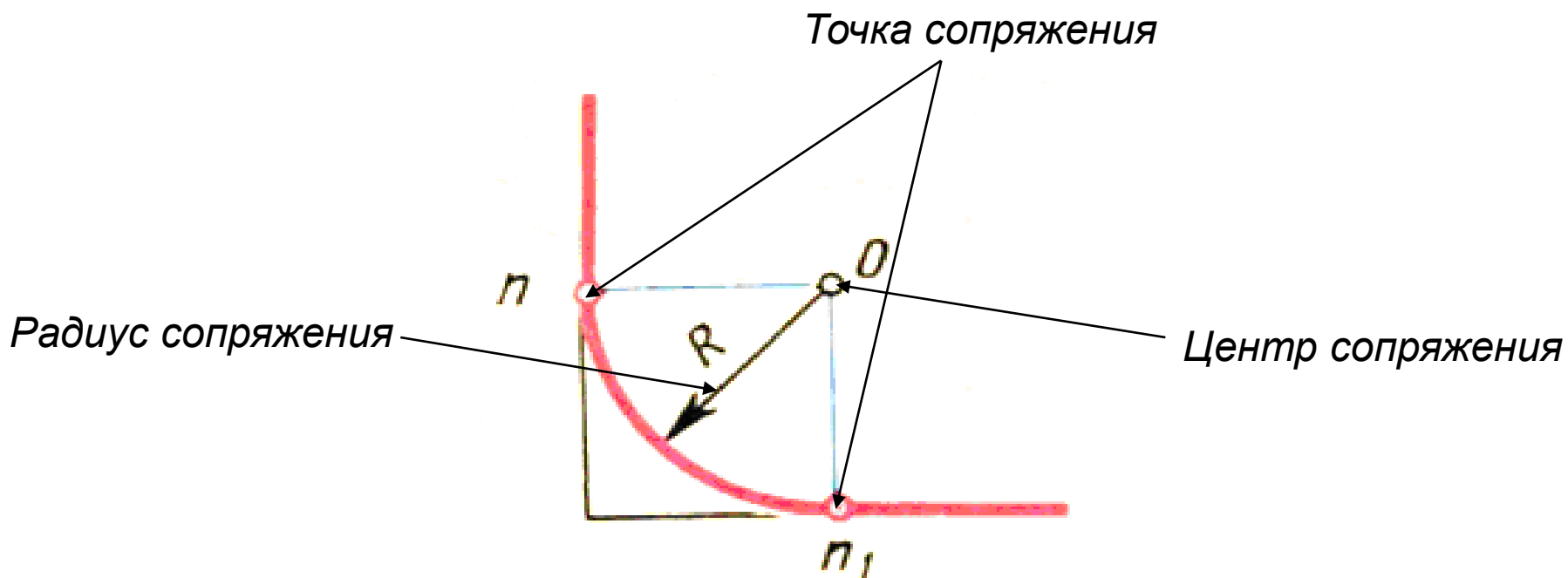
Сопряжения

Непосредственное

Промежуточными дугами

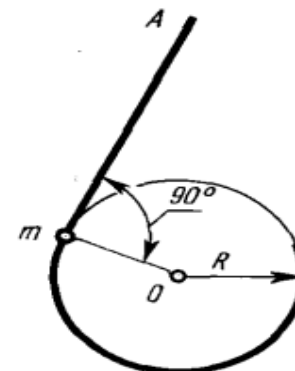


Основные элементы сопряжения.



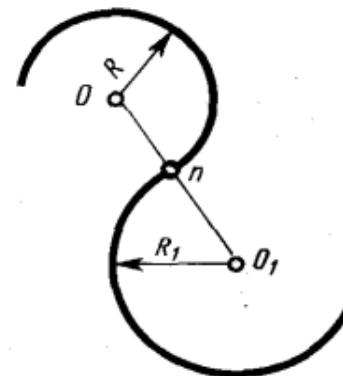
Непосредственные сопряжения.

- **Непосредственные сопряжения** – это сопряжения. В которых одна линия плавно переходит в другую без промежуточных линий.



в)

Сопряжение прямой и дуги.



Сопряжение двух дуг.

Сопряжения промежуточными дугами.

Сопряжения двух сторон прямого, острого и тупого углов.

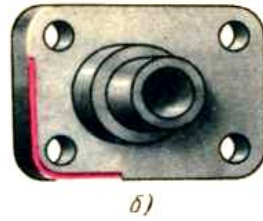
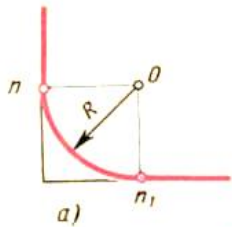
Сопряжения дуги окружности с прямой, дугой.

Внешние

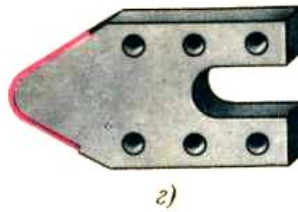
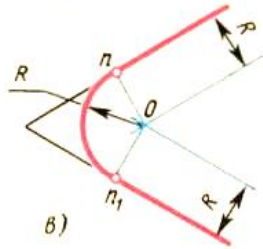
Внутренние

Смешанные

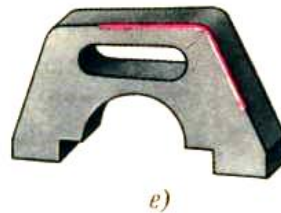
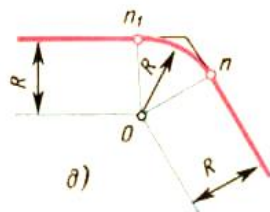
Сопряжения двух сторон прямого, острого и тупого углов с дугой.



- *Прямой угол*

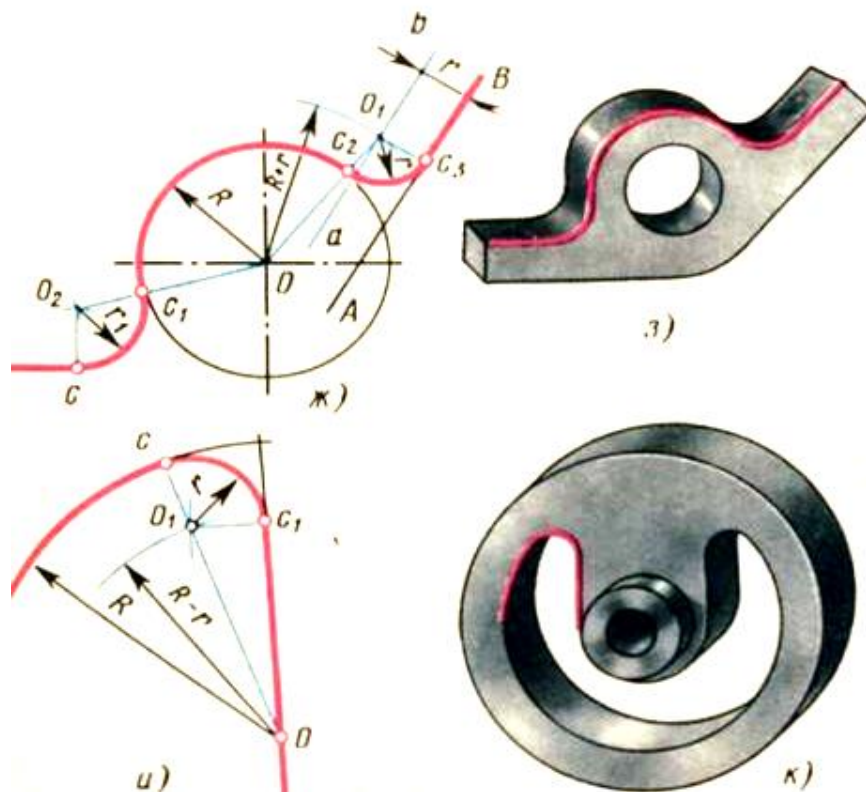


- *Острый угол*

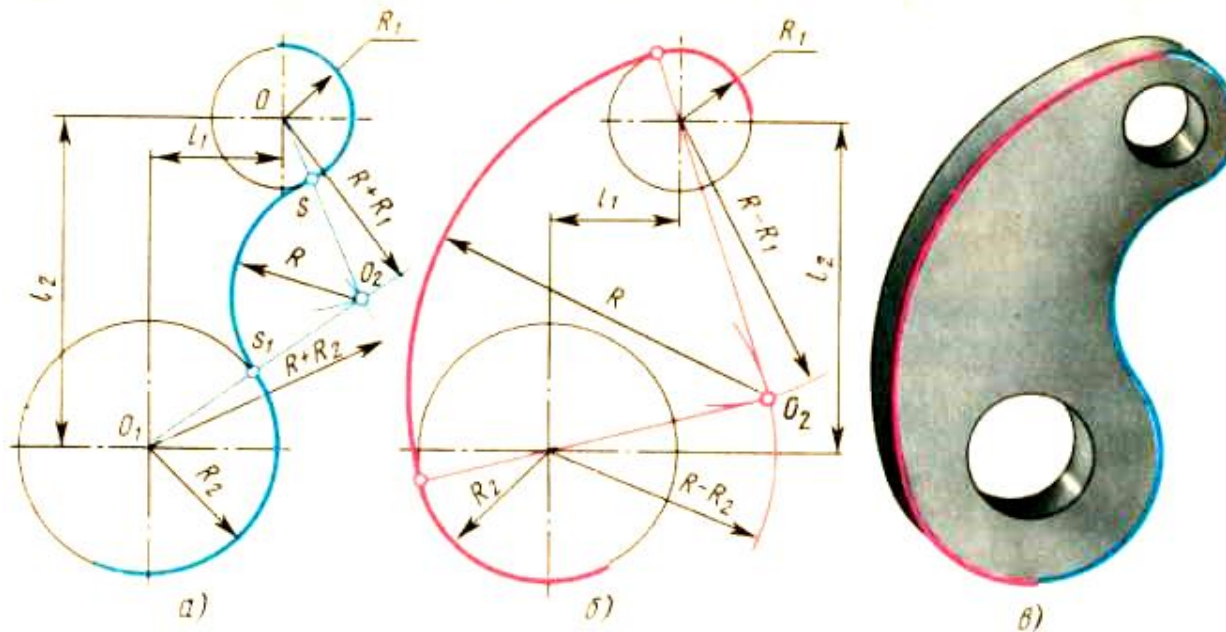


- *Тупой угол*

Сопряжения дуги окружности с прямой линией.



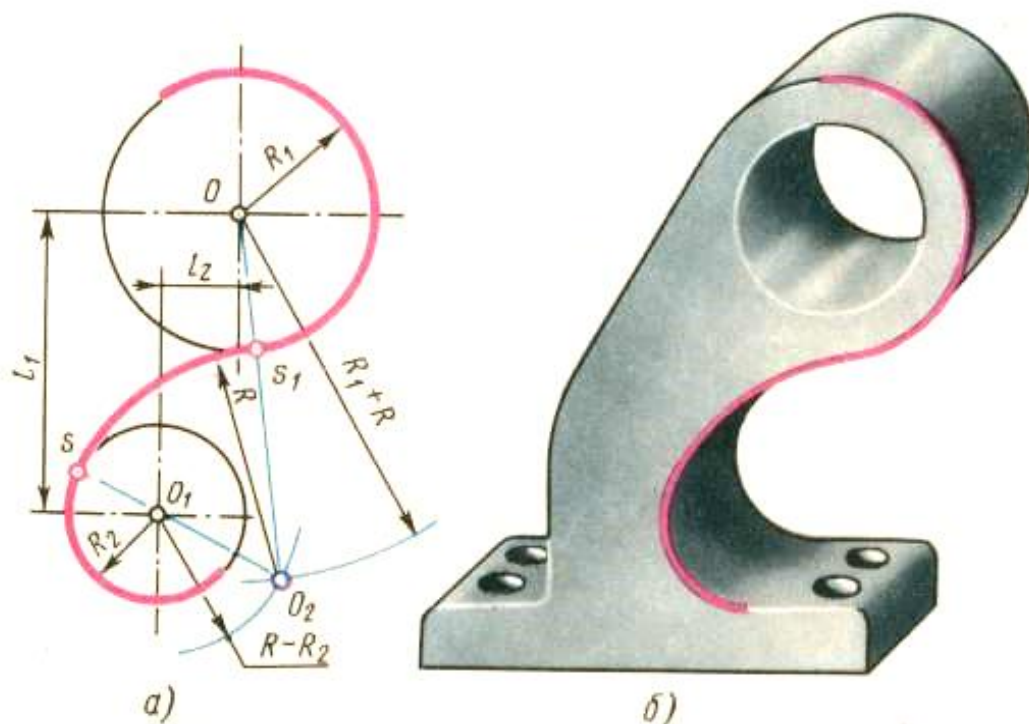
Внешнее и внутреннее сопряжения.



Внешнее

Внутреннее

Смешанное сопряжение.



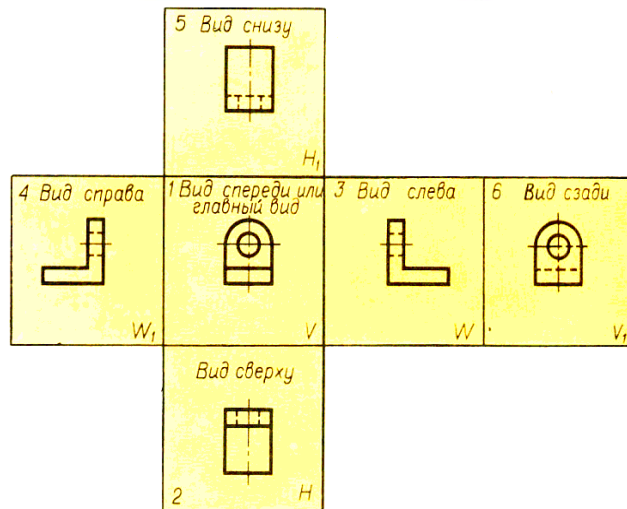
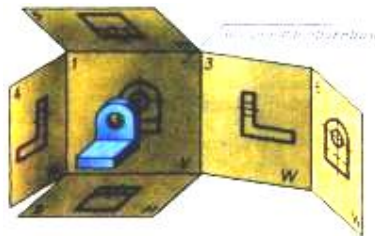


ВИДЫ

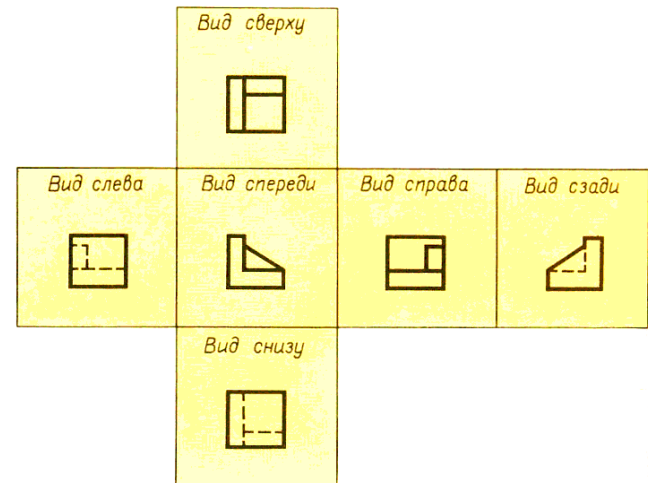
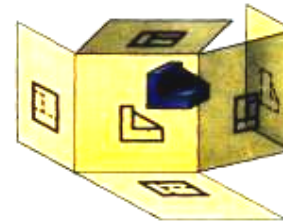
Виды.

- Системы расположения изображений.

Европейская



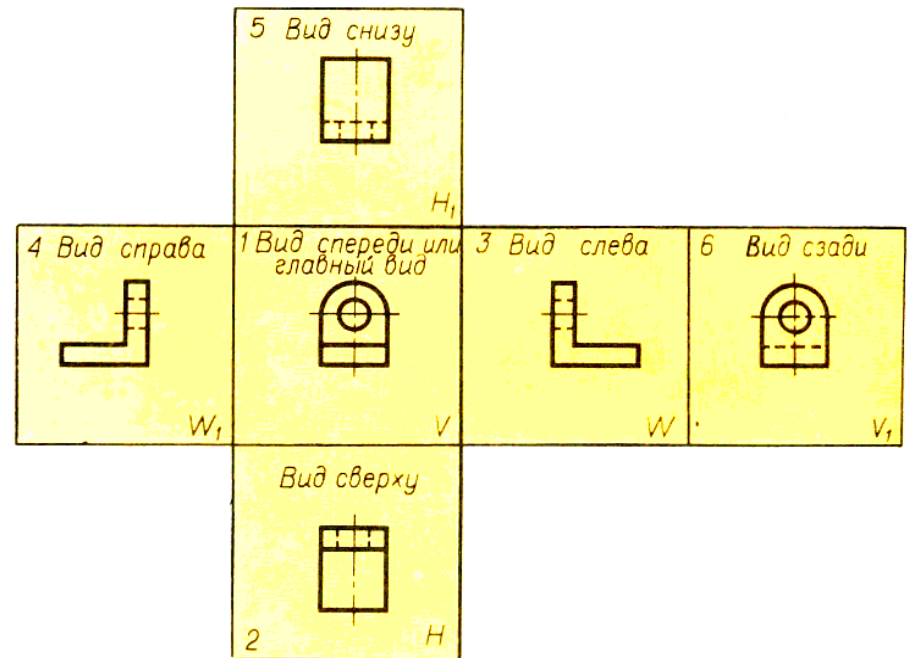
Американская

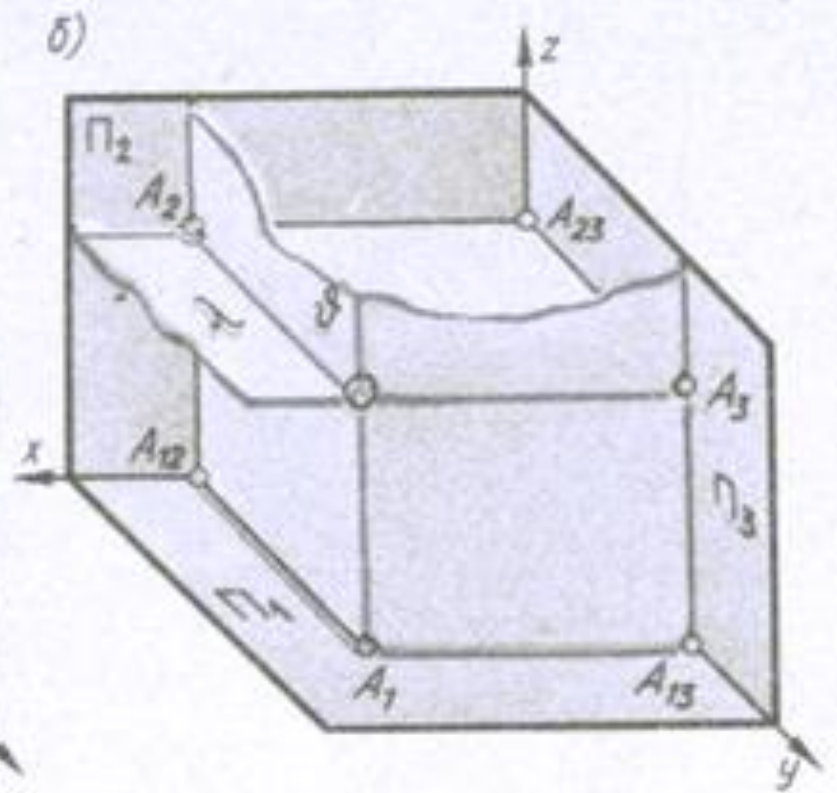
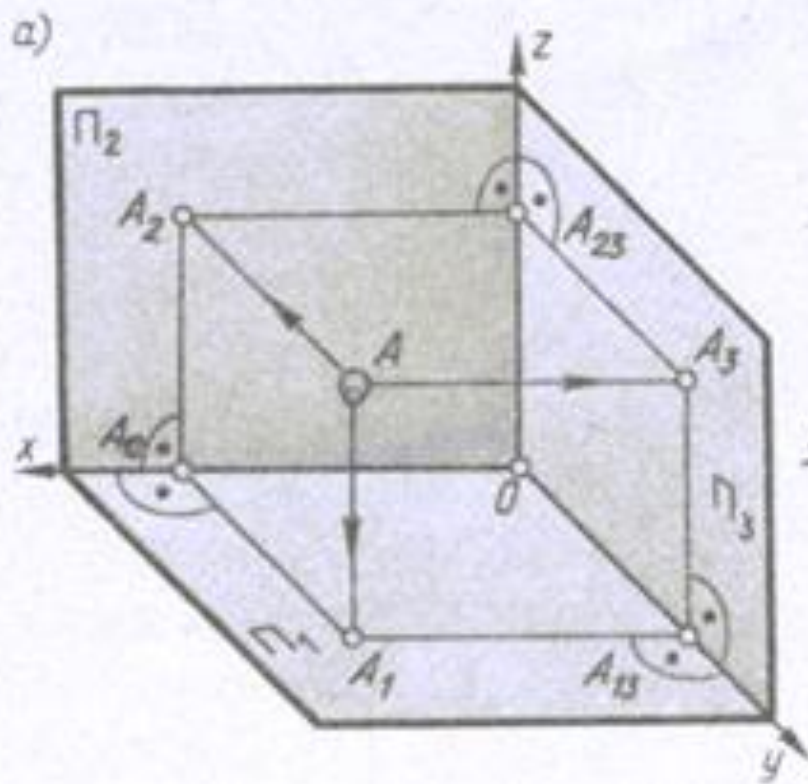


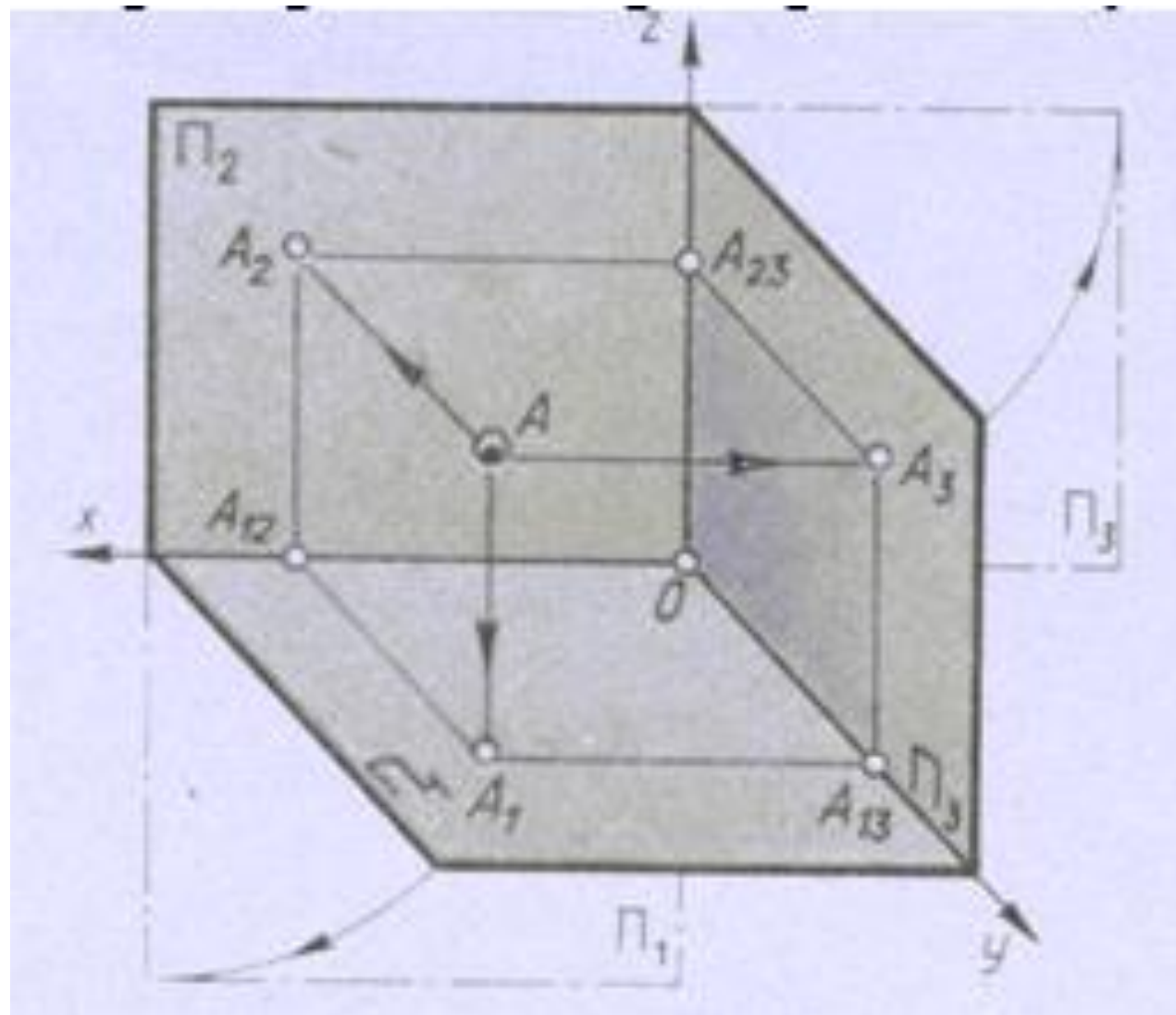
Основные виды.

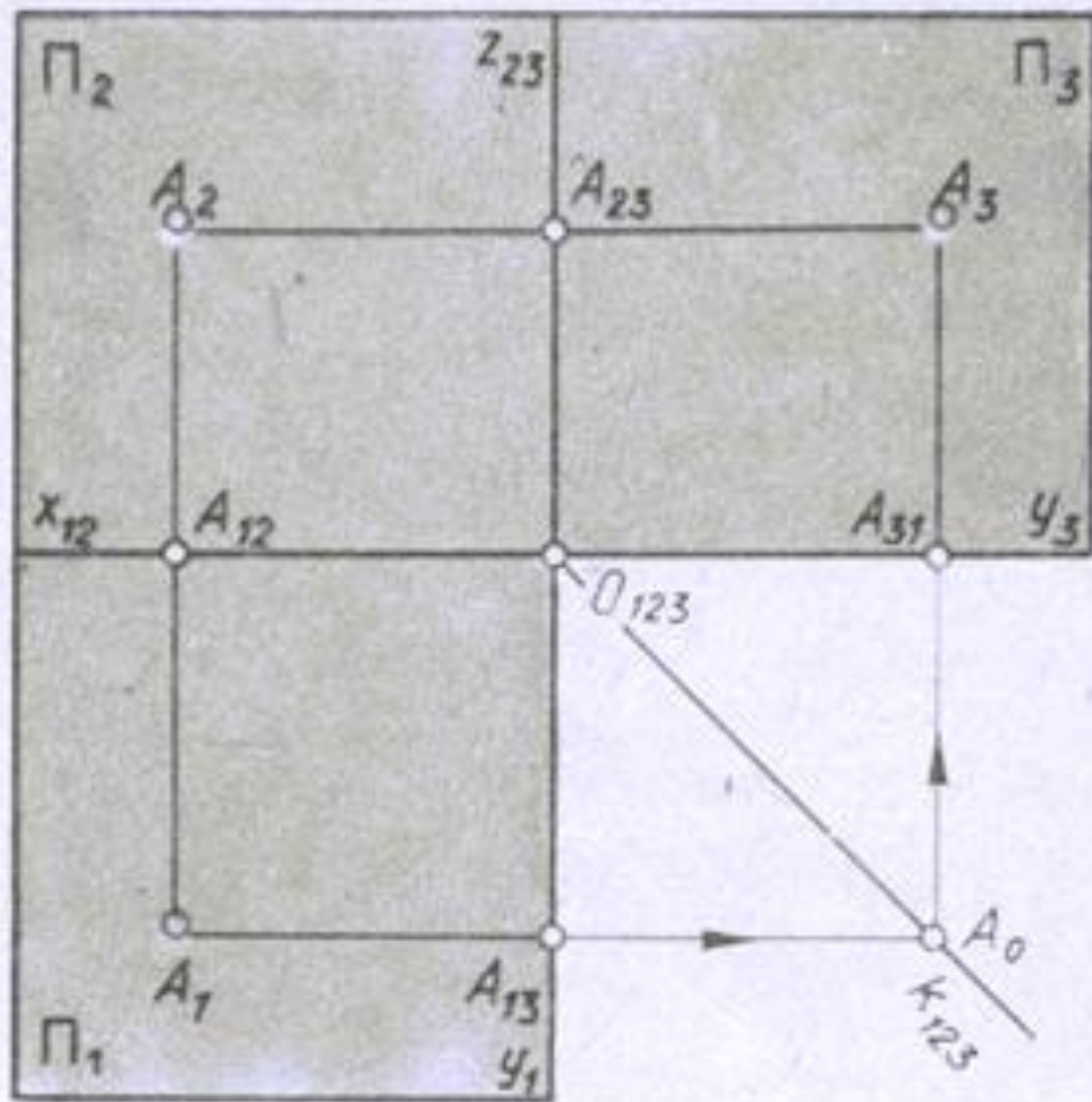
Вид – это изображение, обращенной к наблюдателю видимой поверхности предмета.

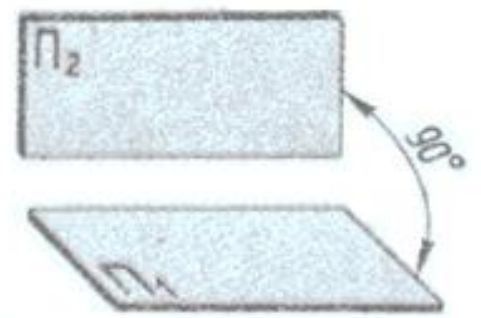
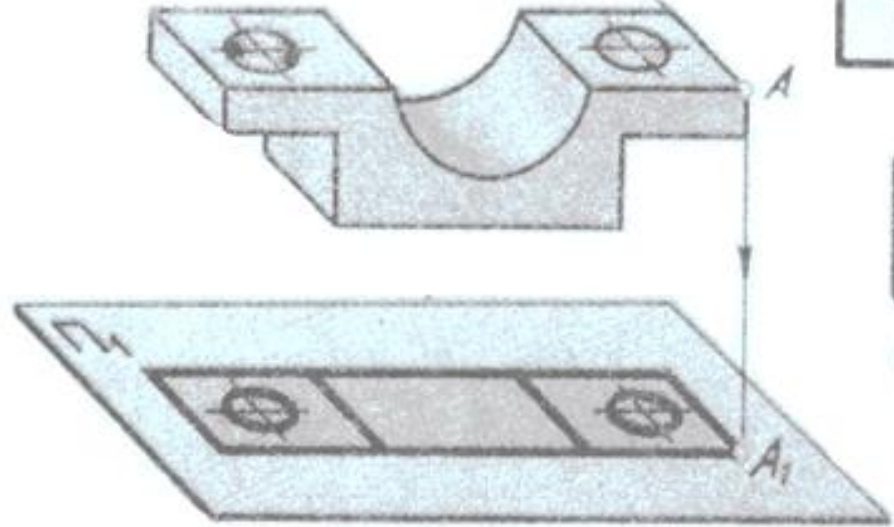
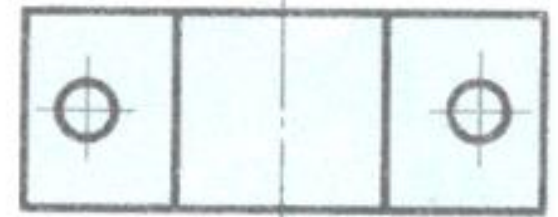
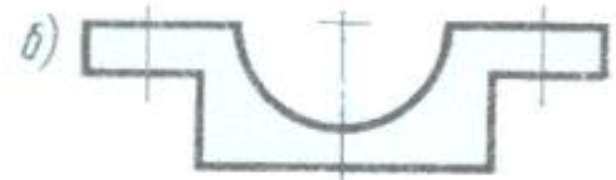
Основные виды:





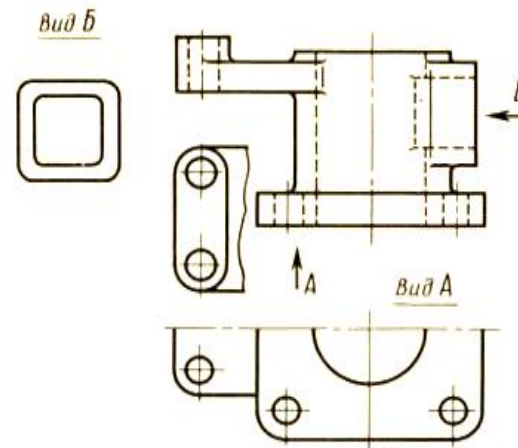
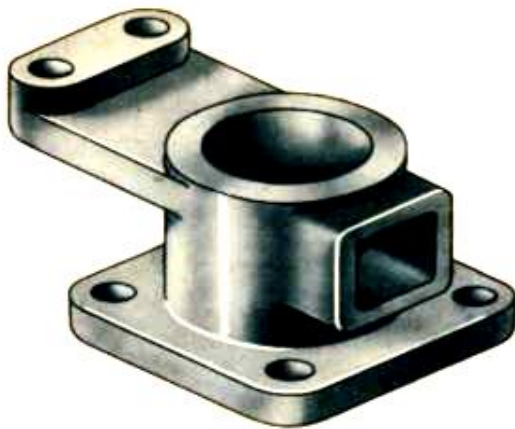






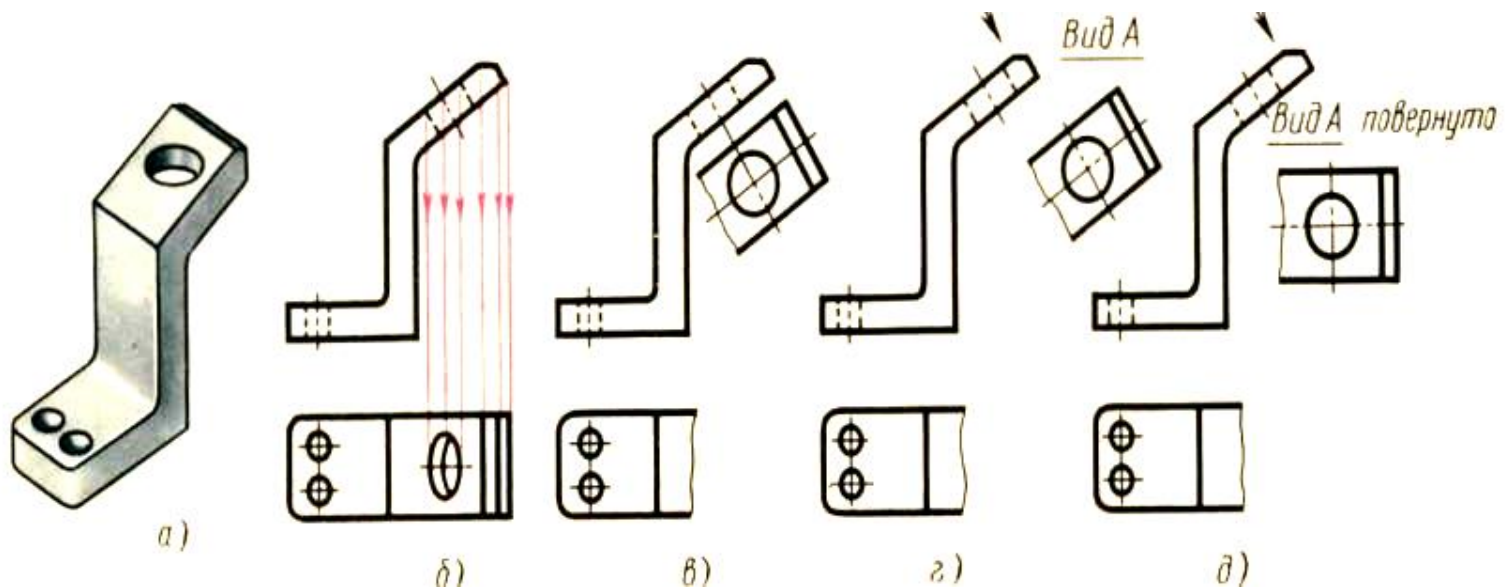
Местные виды.

- **Местный вид** – изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета. Местный вид может быть ограничен линией обрыва, осью симметрии или не ограничен.



Дополнительные виды.

- **Дополнительный вид** получается проецированием предмета на плоскость, не параллельную ни одной из основных плоскостей проекций.



Правила оформления видов на чертеже.

- Главный вид должен содержать наибольшую информацию о предмете.
- Число видов на чертеже выбирают минимальным, но достаточным для того, чтобы точно представить форму изображенного предмета.
- В целях более рационального использования поля чертежа допускается располагать виды вне проекционной связи.



РАЗРЕЗЫ

Разрезы.

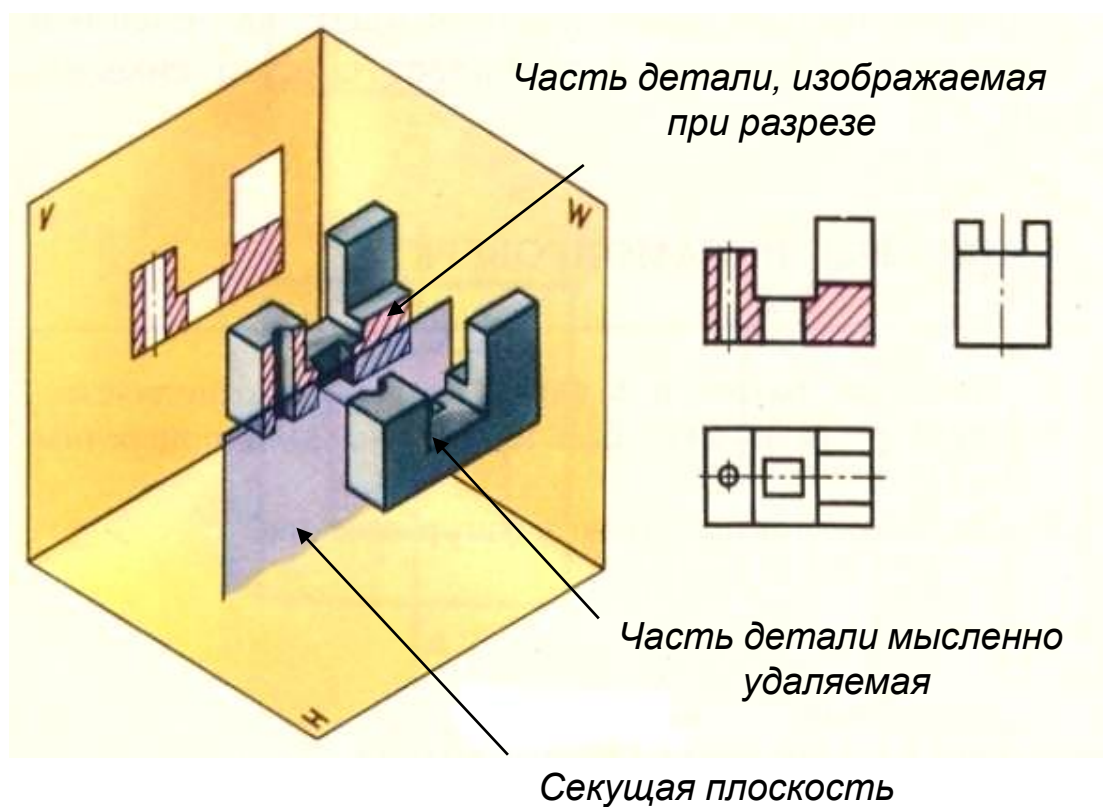
Разрез – изображение, полученное при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью и состоящее из изображения фигуры сечения и той части детали, которая расположена за секущей плоскостью.



Простые разрезы.

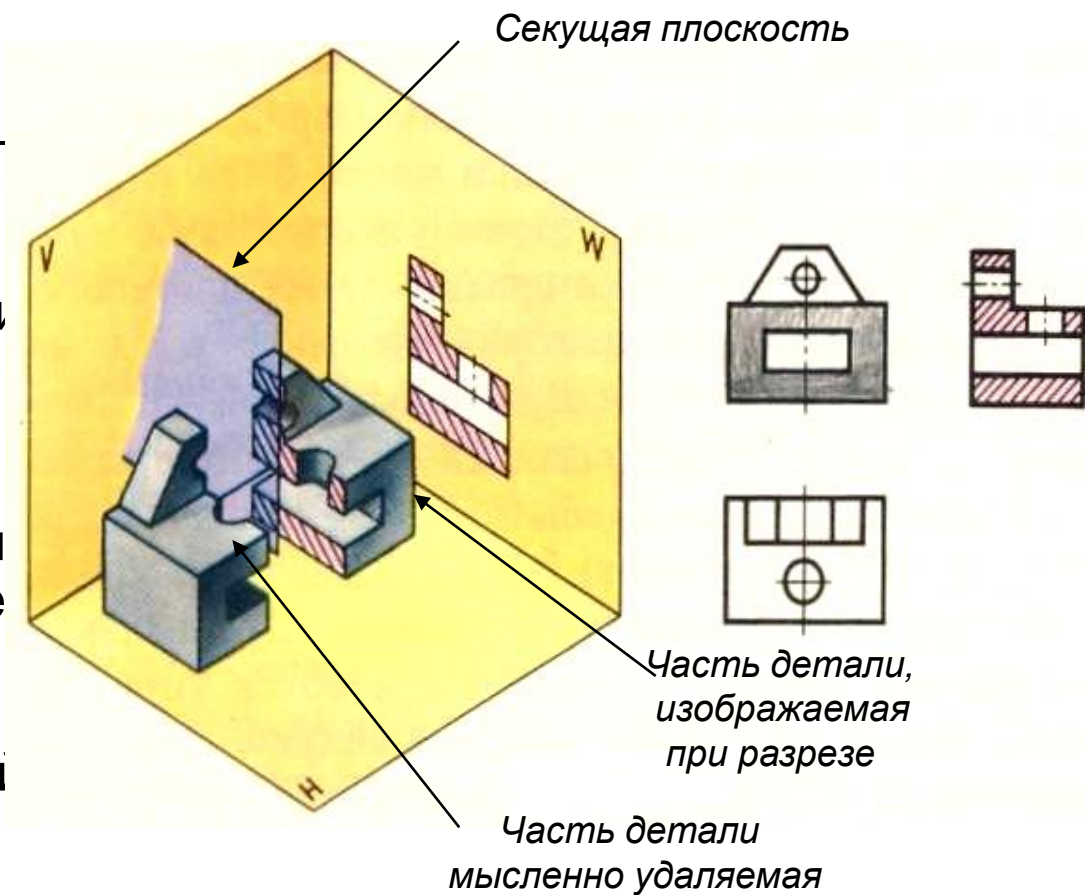
Простые разрезы – изображения, полученные в результате мысленного рассечения детали одной секущей плоскостью.

- **Фронтальный разрез** – изображение, полученное при мысленном рассечении детали секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекции, и состоящее из фигуры сечения и изображения части детали, расположенной за секущей плоскостью.



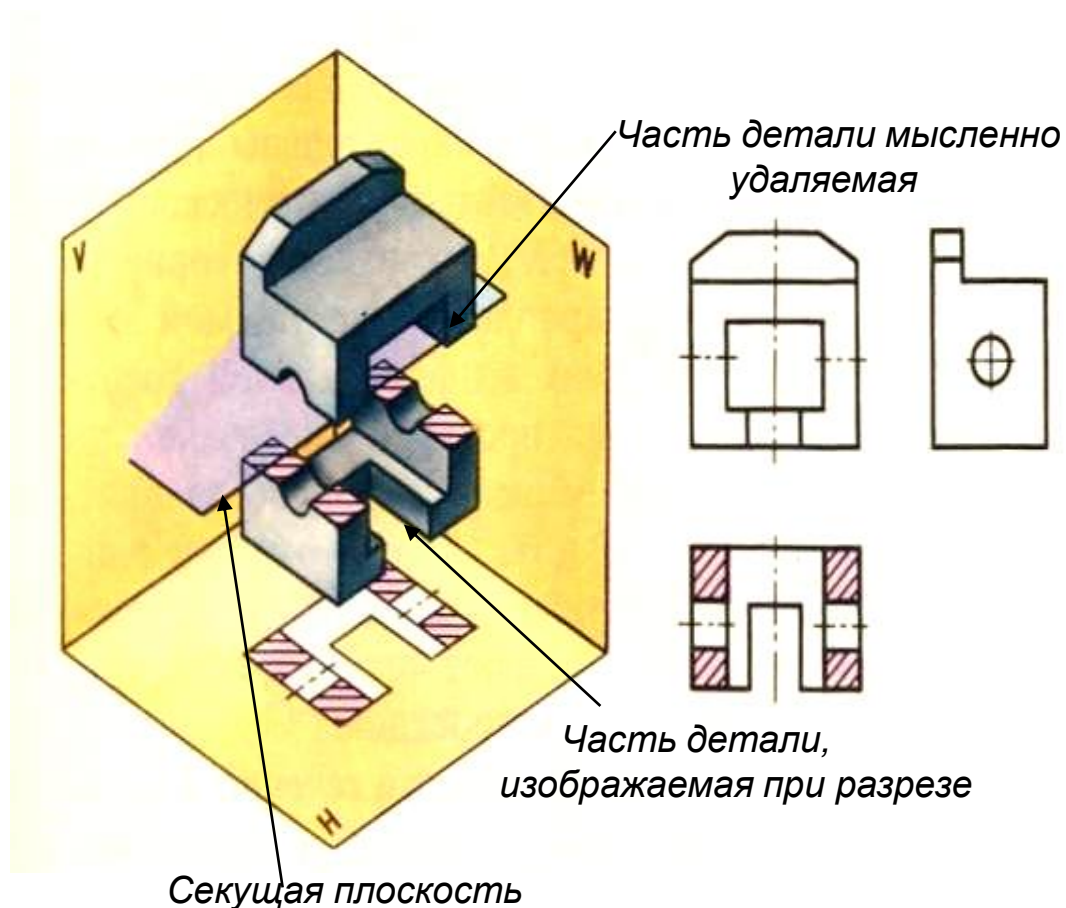
ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ

- **Профильный разрез** - изображение, полученное при мысленном рассечении детали секущей плоскостью, параллельной профильной плоскости проекции, и состоящее из фигуры сечения и изображения части детали, расположенной за ней.



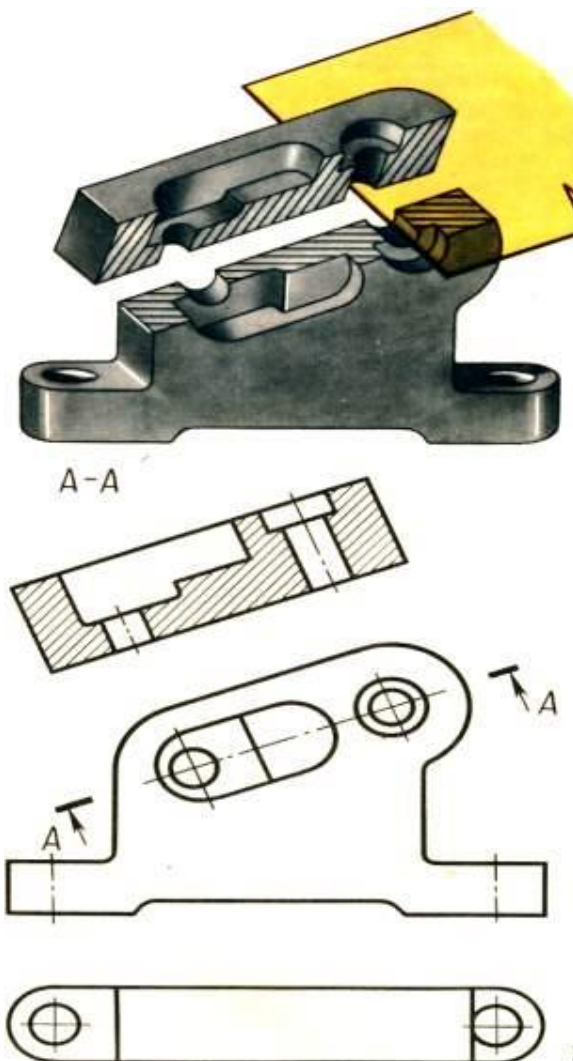
ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ

- **Горизонтальный разрез** – изображение, полученное при мысленном рассечении детали секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций, и состоящее из фигуры сечения и изображения части детали, расположенной за секущей плоскостью.



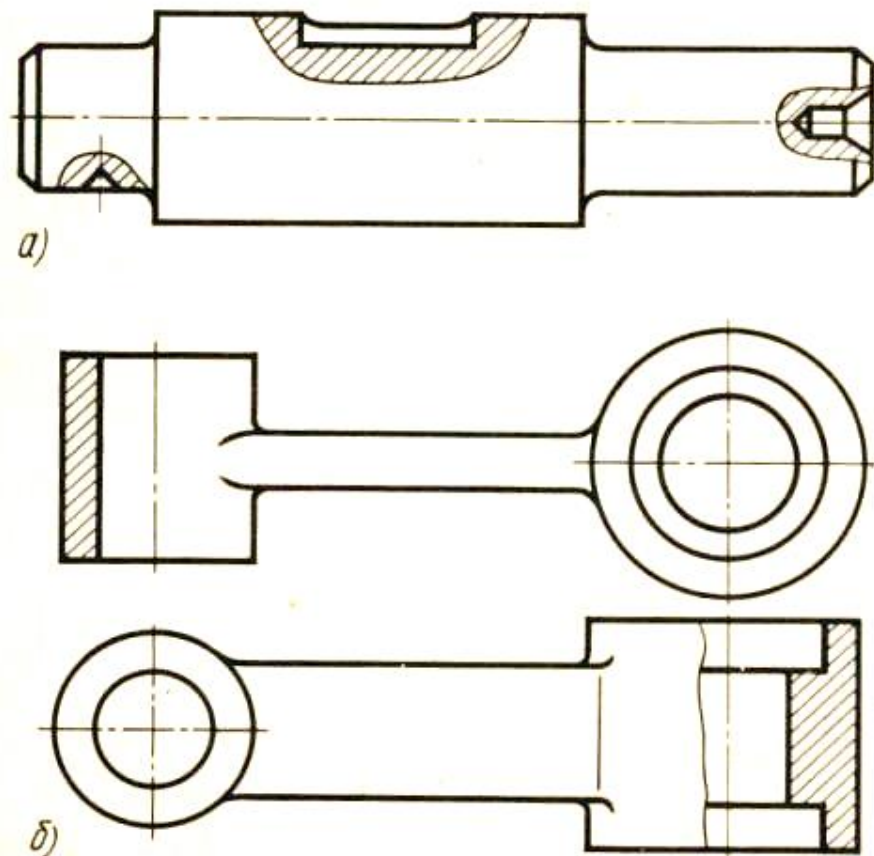
ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ

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



ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ

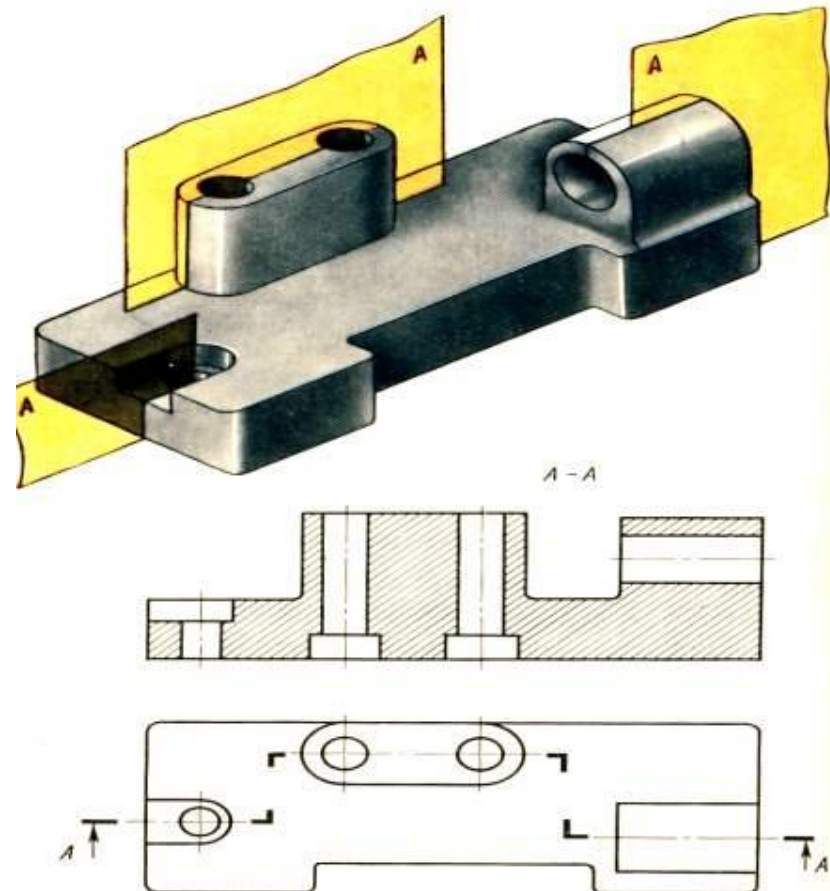
- Разрез, служащий для выявления формы предмета лишь в отдельном ограниченном месте, называется **местным** и ограничивается на виде сплошной волнистой линией.



Сложные разрезы.

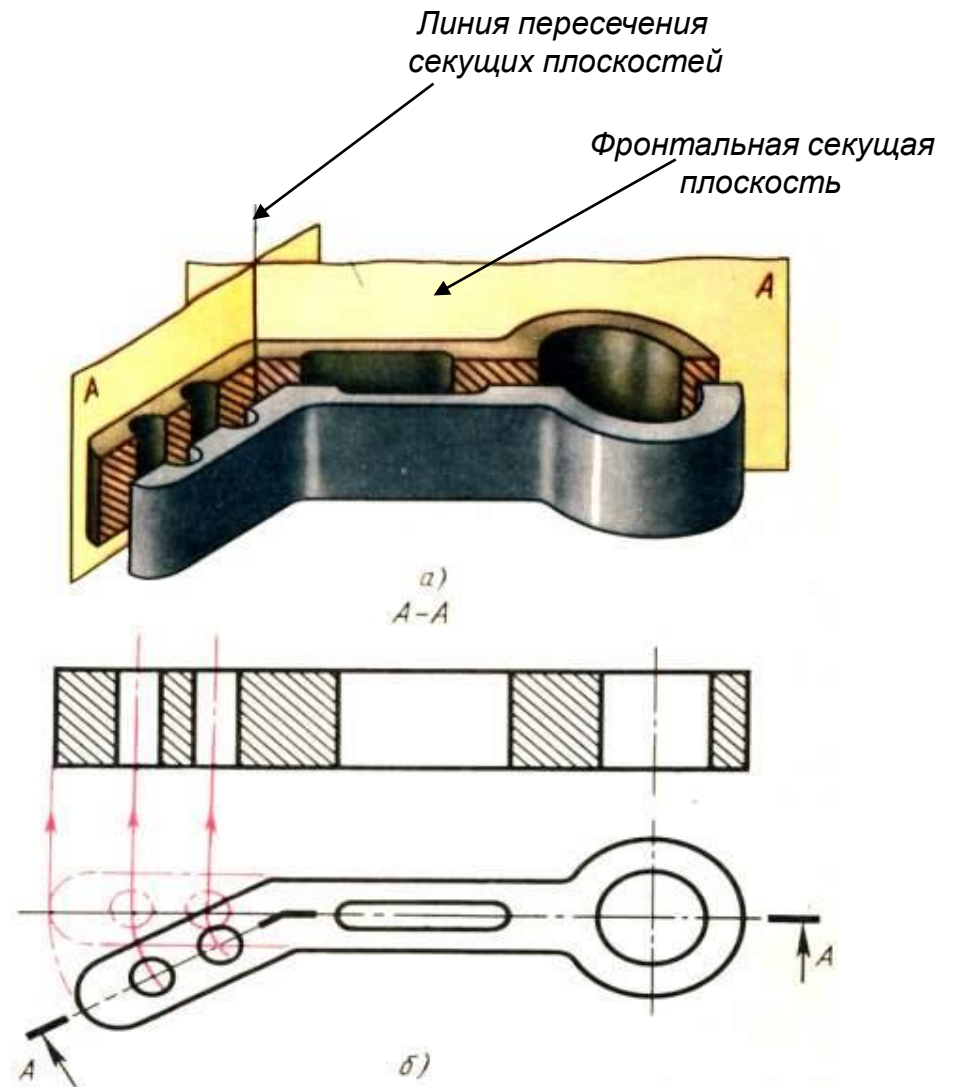
Сложными называются разрезы, получаемые с помощью двух и более секущих плоскостей.

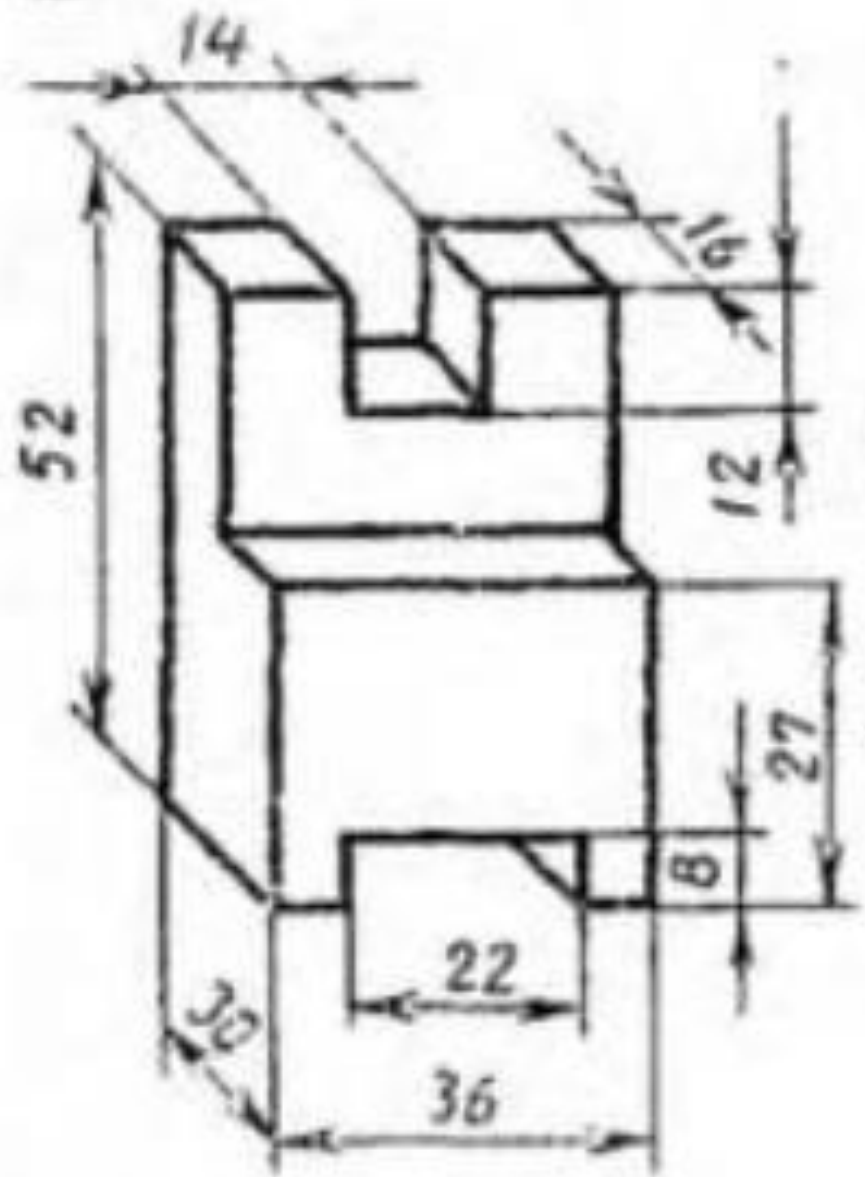
- **Ступенчатыми** разрезами называются разрезы, выполненные несколькими параллельными секущими плоскостями.

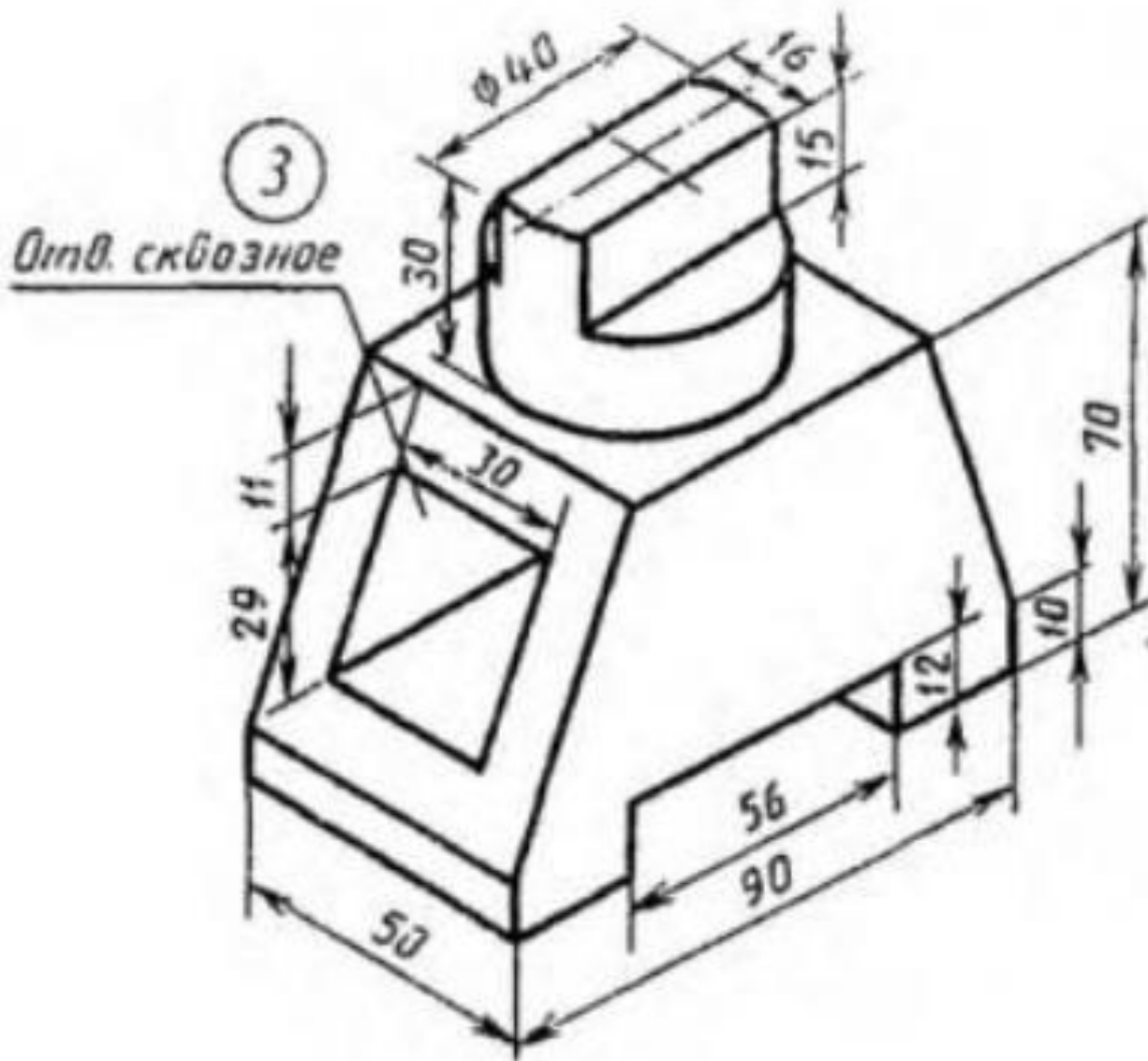


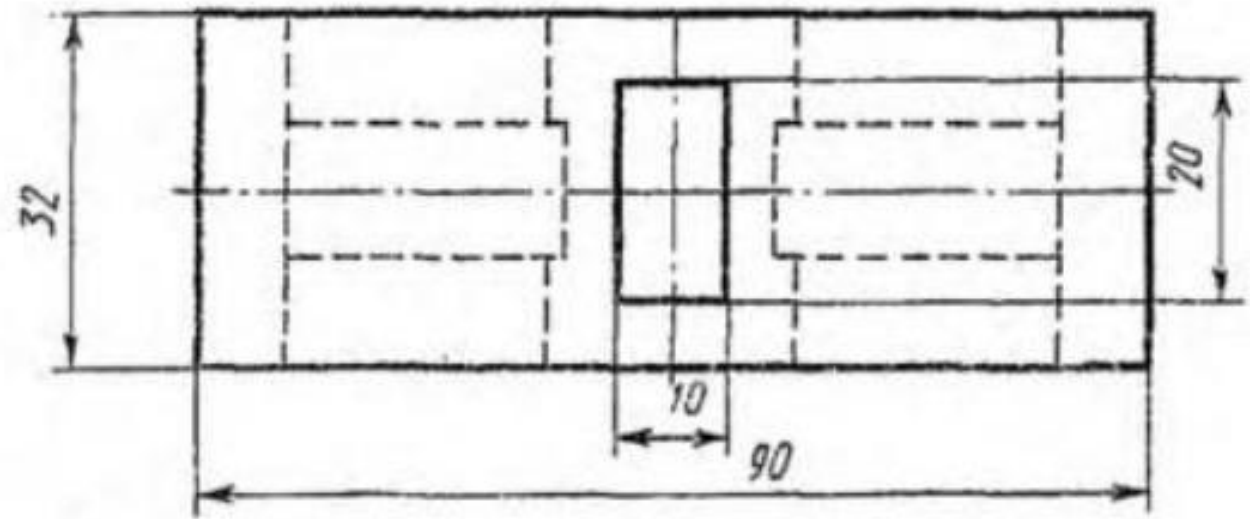
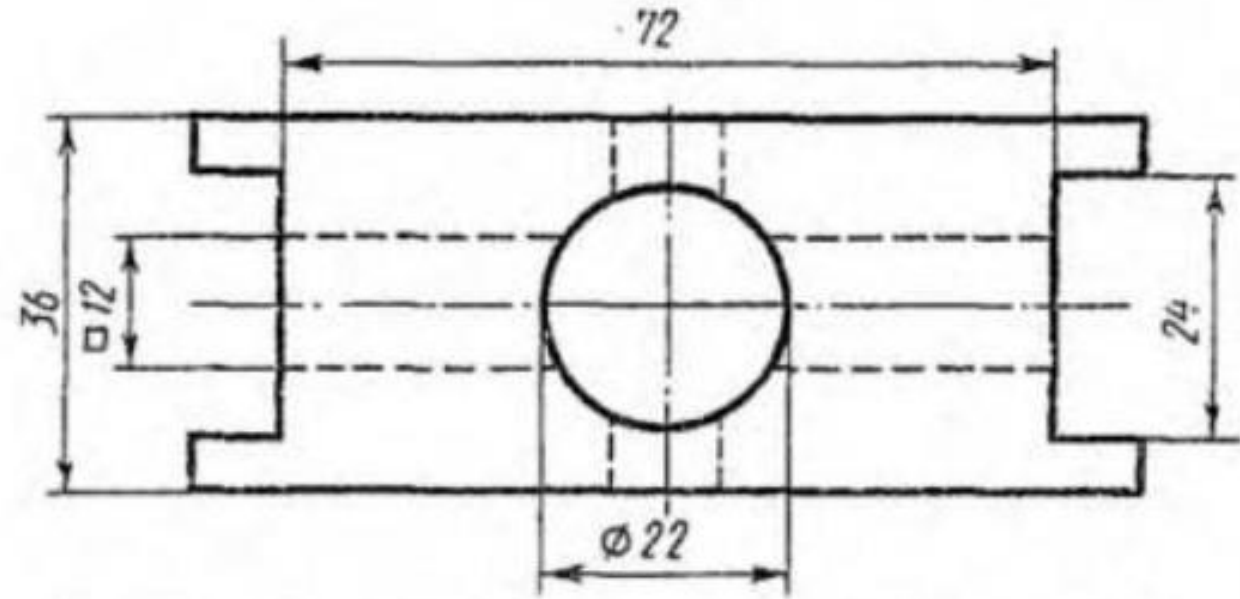
СЛОЖНЫЕ РАЗРЕЗЫ

- **Ломаными** называются разрезы, полученные от рассечения предмета не параллельными, а пересекающимися плоскостями.









ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Начертательная геометрия возникла впервые во Франции и творцом ее является один из выдающихся ученых французский геометр и инженер Гаспар МОНЖ (1746-1818).

Начертательная геометрия есть один из разделов геометрии, в нем геометрические фигуры изучаются посредством их изображений - чертежей.

Элементы начертательной геометрии являются теоретической основой черчения, так как это наука о методах изображения геометрических фигур на плоскости.

В начертательной геометрии чертеж является основным средством изучения геометрических фигур.

Чертеж в начертательной геометрии должен быть наглядным, давая четкое представление об изображаемой фигуре. В то же время он должен быть обратимым, чтобы можно было точно воспроизвести форму и размеры изображаемой фигуры. Не менее важно, чтобы чертеж был простым в графическом исполнении и давал точные решения. В начертательной геометрии даются правила построения изображений, основанные на методе протекций.

1. Центральное (коническое) проецирование

Под *проецированием* подразумевается процесс, в результате которого получают изображения (проекции на плоскости), т. е. когда через характерные точки фигуры проводятся лучи до пересечения их с плоскостью, и полученные точки от пересечения лучей с плоскостью соединяют прямыми или кривыми линиями соответствующим образом.

Пусть в пространстве будет плоскость π_1 , назовем ее плоскостью проекций или картинной плоскостью. Возьмем какую-либо точку S , не принадлежащую плоскости проекции π_1 . Назовем ее центром проекции (рис.1).

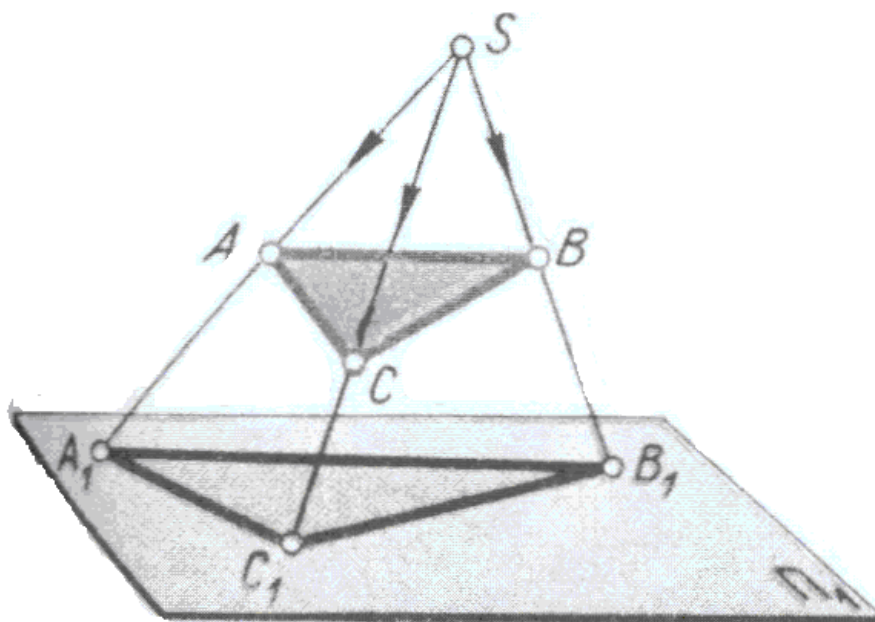


Рис.1

Чтобы спроецировать фигуру ABC , называемую **оригиналом**, надо провести из точки S через точки A , B , C прямые, называемые **проецирующими лучами**, до пересечения их с плоскостью π_1 . В точках A_1 , B_1 , C_1 . Соединив их последовательно прямыми линиями, получим фигуру $A_1B_1C_1$. Это будет центральная проекция $A_1B_1C_1$ данной фигуры ABC на плоскость проекции π_1 .

2. Параллельное (цилиндрическое) проецирование

При параллельном проецировании, как и в случае центрального проецирования, берут плоскость проекций π_1 , а вместо центра проекций S задают направление проецирования.

Задаем направление проецирования s не параллельно плоскости π_1 , считая, что точка S - центр проецирования - удалена в бесконечность. Оригинал проецирования та же фигура ABC , расположенная в пространстве. Чтобы спроецировать фигуру ABC (рис. 2), проводим через точки A , B , C параллельно направлению проецирования s проецирующие лучи до пересечения их с плоскостью проекции π_1 , в точках A_1 , B_1 , C_1 . Точки A_1 , B_1 , C_1 соединим прямыми линиями, получим фигуру $A_1B_1C_1$; это будет параллельная проекция фигуры ABC на плоскость π_1 . Таков процесс параллельного проецирования.

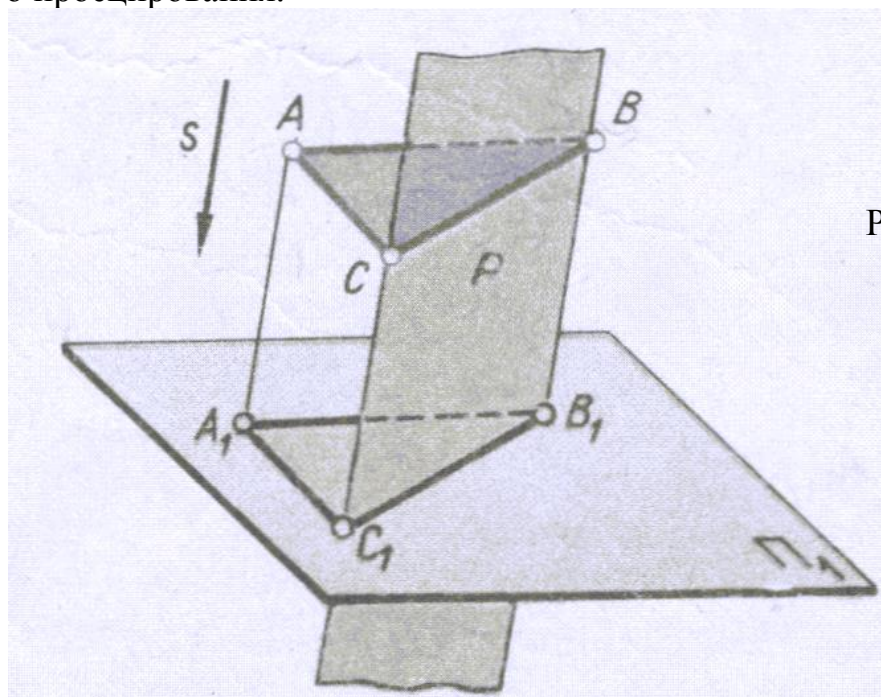


Рис.2

Если оригиналом является прямая линия, то все проецирующие лучи точек этой прямой будут располагаться в одной плоскости, называемой **проецирующей плоскостью**.

Плоскость P , проходящая через проецирующие прямые BB_1 и CC_1 , пересекает плоскость проекции π_1 по прямой. Эту прямую можно рассматривать как проекцию прямой, заданной точками B и C .

В зависимости от направления проецирования s к плоскости проекций параллельное проецирование разделяют на прямоугольное (ортогональное) и косоугольное проецирование (рис. 3).

Прямоугольное проецирование, когда направление проецирования s с плоскостью проекций составляет прямой угол (рис. 3, а).

Косоугольное проецирование, когда направление проецирования составляет с плоскостью проекций угол меньше 90° (рис. 3, б).

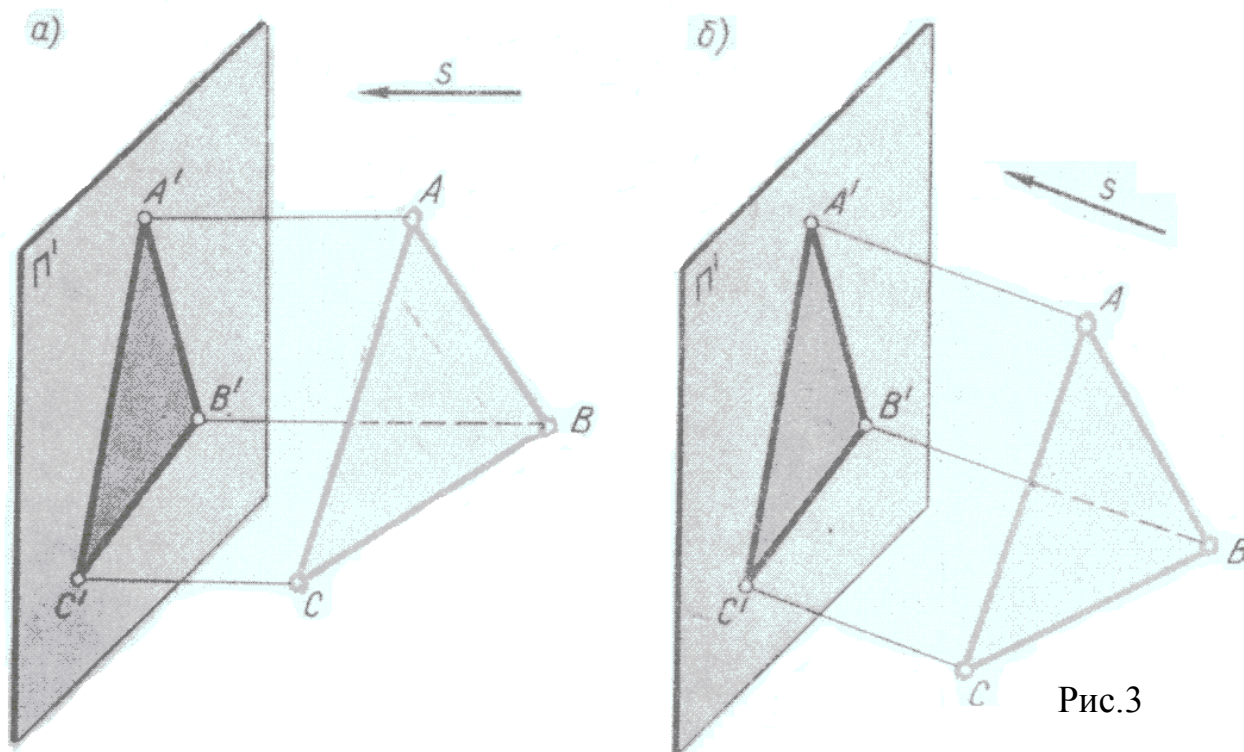


Рис.3

Познакомимся с некоторыми изображениями при параллельном проецировании.

Прямоугольные проекции. Прямоугольное проецирование есть частный случай параллельного проецирования. Метод ортогональных проекций называют методом Монжа, так как впервые он был изложен Гаспаром Монжем. Этот метод является наиболее распространенным при составлении технических чертежей. Он не дает наглядности изображения, но зато является простым и удобным при выполнении чертежа, дает высокую точность и удобоизмеряемость. Метод Монжа - это прямоугольная параллельная проекция на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Такой комплекс двух связанных между собой ортогональных проекций выявляет положение проецируемого предмета в пространстве. На рис. 4, а показано ортогональное проецирование детали на две взаимно перпендикулярные плоскости, а на рис. 4, б чертеж этой детали. Такой чертеж называют **комплексным чертежом**.

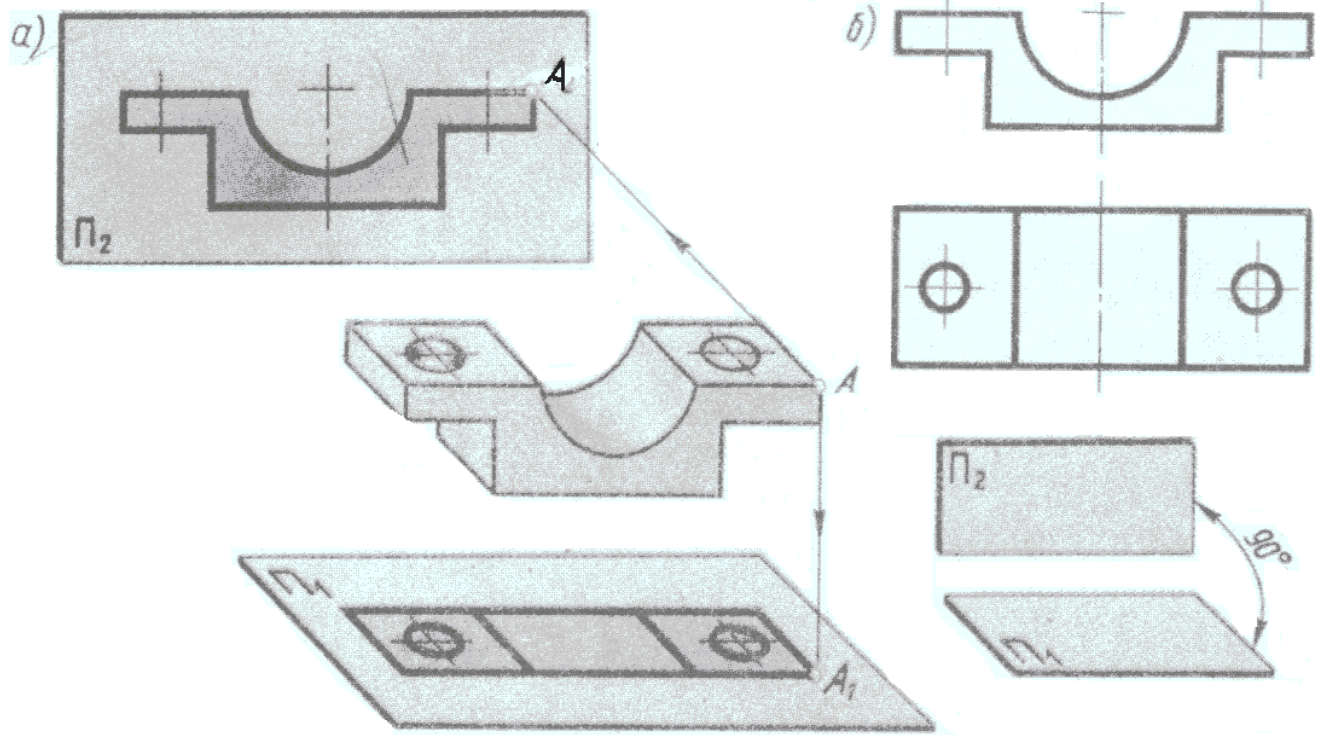


Рис.4

ОРТОГОНАЛЬНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ

1. Определение проекций точки

Поверхности геометрических тел, как и поверхности деталей, состоят из различных отдельных геометрических элементов - вершин, ребер, граней, а также из кривых линий и поверхностей (рис. 1).

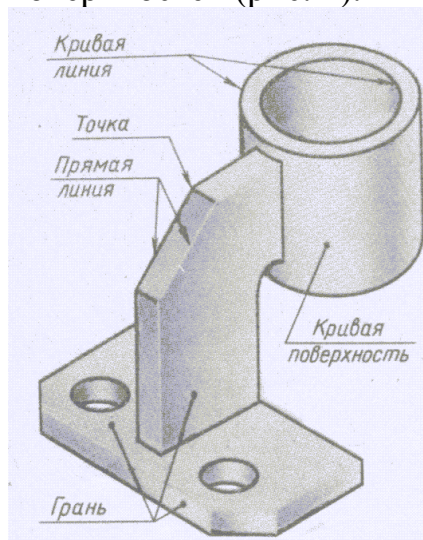


Рис.1

Чтобы выполнять чертежи всякого предмета, надо сначала научиться изображать отдельные его элементы: вершины (точки); ребра (прямые и кривые линии); грани (плоскости) и т. д.

Рассмотрим и изучим выполнение чертежа каждого такого элемента.

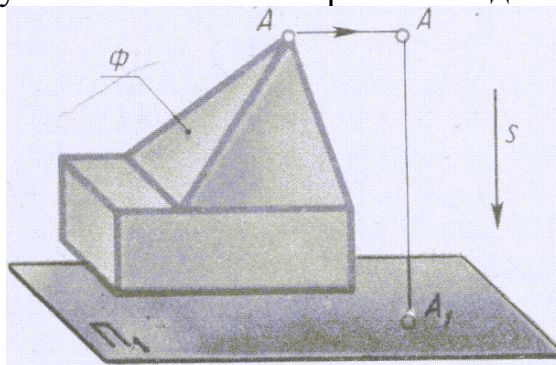


Рис.2

Отделим вершину A фигуры Φ (рис. 2) и спроецируем ее как точку на плоскость π_1 . Проведем из точки A проецирующий луч перпендикулярно плоскости π_1 . Точку пересечения луча с плоскостью π_1 , обозначим A_1 . То будет проекция точки A на плоскость π_1 . Отсюда - **проекция точки есть точка**. Одна проекция точки не определяет ее положение в пространстве, так как проекция A_1 может явиться проекцией множества точек (A, A_1, A_2, A_3 и т.д.), расположенных на проецирующем луче (рис. 3), проведенном из точки A .

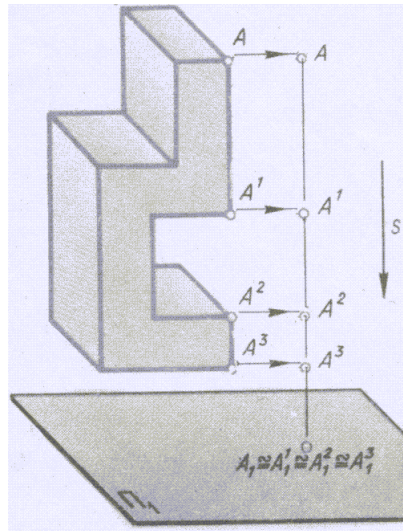


Рис.3

При построении ортогонального чертежа для однозначного определения положения оригинала в пространстве необходимо иметь три взаимно перпендикулярные плоскости проекций π_1 , π_2 , π_3 . Эти плоскости во взаимном пересечении образуют восемь трехгранных углов (октантов), из которых для технических чертежей используют первый октант (рис. 4).

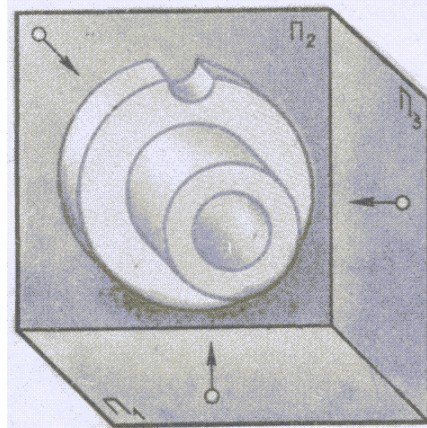


Рис.4

Плоскость проекций π_2 располагается вертикально за проецируемым оригиналом и называется **фронтальной плоскостью проекций**. Плоскость проекций π_1 , располагается горизонтально под проецируемым оригиналом и называется **горизонтальной плоскостью проекций**. Плоскость проекций π_3 располагается перпендикулярно плоскостям проекций π_1 и π_2 , справа от проецируемого оригинала и называется **профильной плоскостью проекций**.

Ребра трехгранного угла, как пересечение плоскостей проекций, называются **осями проекций** и обозначаются x , y и z .

Вершина трехгранного угла, как пересечение осей проекций, называется **началом осей проекций** и обозначается буквой O . Для лучшего представления процесса проецирования точки на три плоскости проекций используем в качестве наглядного изображения фронтально диметрическую проекцию. Возьмем точку A в пространстве трехгранного угла (рис. 5, а). Требуется построить ее проекции на плоскости проекций π_1 , π_2 , π_3 . Из точки A проводим проецирующие лучи перпендикулярно плоскостям π_1 , π_2 , π_3 : на

π_1 - горизонтально проецирующий AA_1 ; на π_2 - фронтально проецирующий AA_2 ; на π_3 - профильно проецирующий AA_3 .

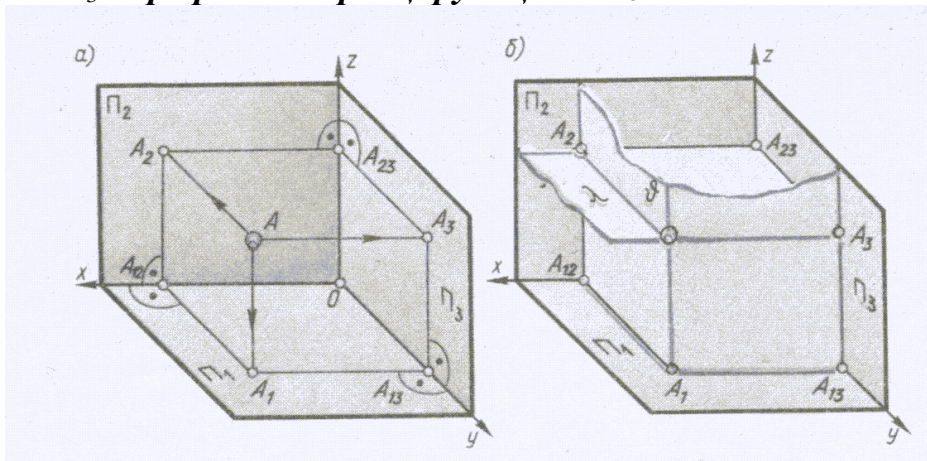


Рис.5

Точки пересечения проецирующих лучей с плоскостями проекций являются проекциями точки A : A_1 - **горизонтальная**; A_2 - **фронтальная**; A_3 - **профильная**. Отметим, плоскость ν , образованная проецирующими лучами AA_1 и AA_2 , перпендикулярна плоскостям проекций π_1 и π_2 (рис. 5,б). Обозначим точку пересечения этой плоскости ν с осью x , A_{12} . Заметим, что прямые A_1A_{12} и $A_{12}A_2$ перпендикулярны оси x . Плоскость μ , образованная проецирующими лучами AA_1 и AA_3 , перпендикулярна плоскостям проекций π_1 и π_3 . Точка пересечения этой плоскости μ с осью y , A_{13} и прямые A_1A_{13} и $A_{13}A_3$ перпендикулярны оси y . Плоскость λ , образованная проецирующими лучами AA_2 и AA_3 , перпендикулярна плоскостям проекций π_2 и π_3 . Точка пересечения этой плоскости λ с осью z и прямые A_2A_{23} и $A_{23}A_3$ перпендикулярны оси z . Плоскости ν , μ , λ являются проецирующими плоскостями, как перпендикулярные плоскостям проекций. Расстояние от точки A до горизонтальной плоскости проекций π_1 ($AA_1 = A_2A_{12} = A_3A_{13}$) называется **высотой точки**; расстояние от точки A до фронтальной плоскости проекций π_2 ($AA_2 = A_1A_{12} = A_3A_{23}$) - **глубиной точки**; расстояние от точки A до профильной плоскости π_3 ($AA_3 = A_1A_{13} = A_2A_{23}$) - **широтой точки**.

На рис. 6 изображена спроецированная точка A на плоскости проекций π_1, π_2, π_3 , расположенная в пространстве трехгранного угла.

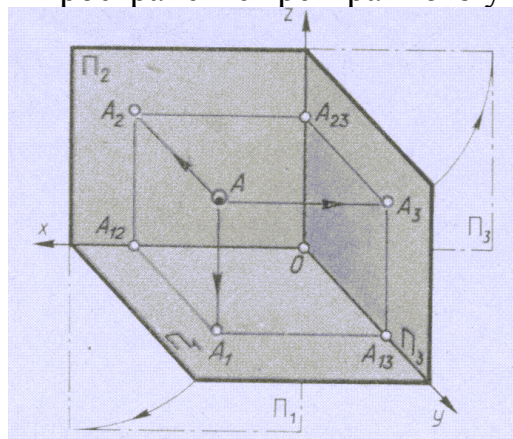


Рис.6

Требуется перейти от наглядного изображения проекций точки к изображению точки A на тех же плоскостях на плоском чертеже (рис. 7).

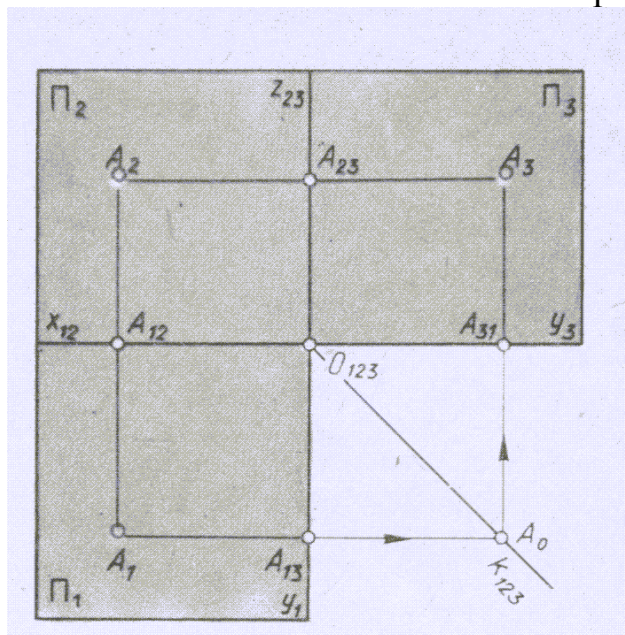


Рис.7

Совместим плоскости π_1 и π_3 с плоскостью π_2 , оставляя ее неподвижной. Плоскость π_1 вращаем вокруг оси x , а плоскость π_3 вокруг оси z , как показано на рис. 6 стрелками. Совместим плоскость π_1 с плоскостью π_2 , прямые A_2A_{12} и $A_{12}A_1$ расположились на одной прямой, перпендикулярной оси x_{12} . После совмещения плоскости π_3 с плоскостью π_2 прямые A_2A_{23} и $A_{23}A_3$ также расположились на одной прямой, перпендикулярной оси z_{23} . Совместив так плоскости проекций с изображенными на них проекциями A_1, A_2, A_3 , получим изображение, называемое **комплексным чертежом точки A** (рис. 7).

Отметим, что на комплексном чертеже, прямые, которые соединяют (связывают) две проекции одной и той же точки, называются **линиями проекционной связи**. A_1A_2 - вертикальная линия связи; A_2A_3 - горизонтальная линия связи; третья линия состоит из двух прямых: горизонтальной A_1A_{13} и вертикальной $A_{13}A_3$, так как ось y при совмещении плоскостей π_1 и π_3 как бы раздваивается и на комплексном чертеже изображается дважды, она называется горизонтально-вертикальной линией связи. Такая линия связи изображается ломаной линией, составляющей прямой угол, вершина которого лежит на биссектрисе $O_{123}k_{123}$ угла $y_1O_{123}y_3$, называемой **постоянной прямой комплексного чертежа**. Так, на комплексном чертеже устанавливаются три линии связи: **горизонтальная** линия связи, перпендикулярная оси проекции $o_{z_{23}}$, на ней всегда располагаются фронтальная и профильная проекции; **вертикальная** линия связи, перпендикулярная оси проекции $o_{x_{12}}$, на ней всегда располагаются горизонтальная и фронтальная проекции; **горизонтально-вертикальная** линия связи, перпендикулярная осям проекций o_{y_1} и o_{y_3} , на ней всегда располагаются горизонтальная и профильная проекции. Анализируя комплексный чертеж точки A (рис. 7), определяем основные положения:

горизонтальная A_1 и фронтальная A_2 проекции точки A находятся на вертикальной линии связи;

фронтальная A_2 и профильная A_3 проекции точки A обязательно будут находиться на горизонтальной линии связи;

горизонтальная A_1 и профильная A_3 проекции точки A обязательно будут находиться на ломаной горизонтально вертикальной линии связи.

2. Различные положения точки в пространстве трехгранного угла

Комплексные чертежи точек, различно расположенных относительно плоскостей π_1, π_2, π_3 в первом октанте.

Случай 1 (рис. 8). Точка A расположена в пространстве, т. е. имеет высоту, глубину и широту. Все три проекции A_1, A_2, A_3 точки A расположены на некотором расстоянии от осей x_{12}, z_{23}, y_{13} .

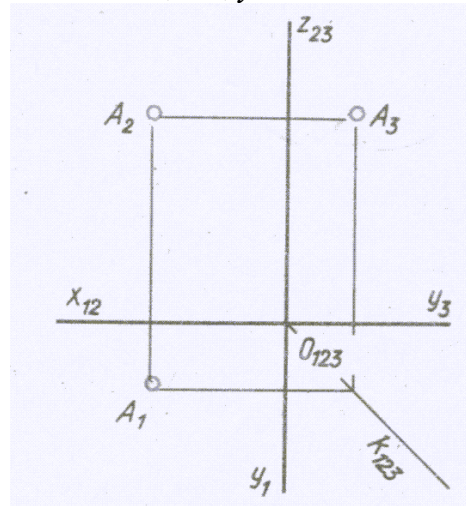


Рис.8

Случай 2 (рис. 9). Точка B расположена на плоскости π_2 , т. е. имеет только высоту и широту. Фронтальная проекция B_2 совпадает с самой точкой B , горизонтальная проекция B_1 находится на оси x_{12} , профильная проекция B_3 - на оси z_{23} .

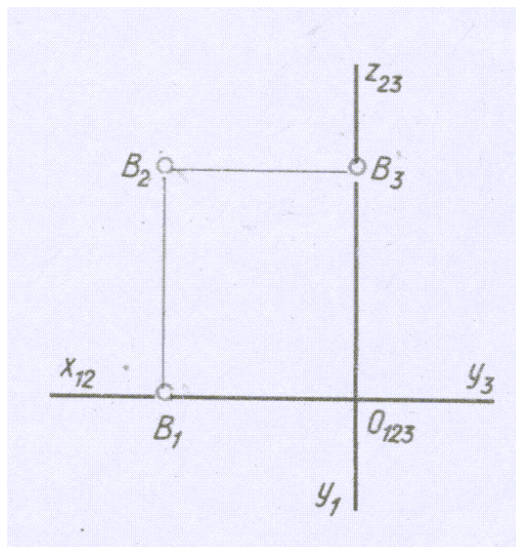


Рис.9

Случай 3 (рис. 10). Точка C расположена на оси z_{23} , т. е. имеет высоту. Фронтальная проекция C_2 и профильная C_3 совпадают с самой точкой C , горизонтальная проекция C_1 находится в точке O_{123} - начале осей проекций.

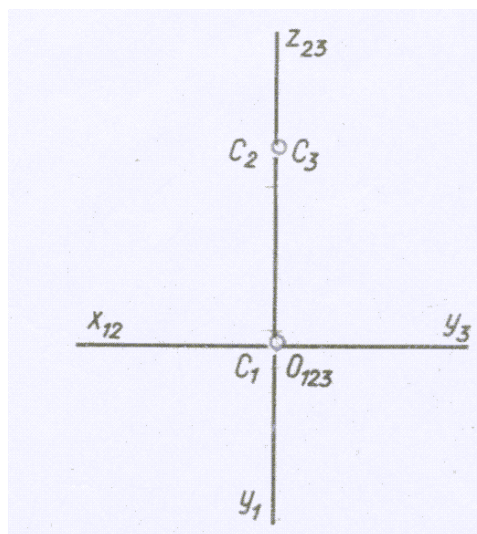


Рис.10

3. Прямоугольная система координат в пространстве

Как известно из курса математики, положение точки в пространстве может быть задано при помощи трех ее координат (абсциссы, ординаты и аппликаты), т.е. чисел, выражающих расстояния точки от трех координатных плоскостей. Система координат может быть как прямоугольной, так и косоугольной. В данном случае рассматривается прямоугольная система декартовых координат. Так, координатные плоскости делят пространство на восемь частей - октантов. Прямоугольный трехгранник первый октант (рис. 11); xOy , xOz и yOz - **плоскости координат**, Ox , Oz и Oy - **оси координат**. Ox - ось абсцисс, Oy - ось ординат, Oz - ось аппликат. Все три координаты имеют знак плюс (положительное направление). O - начало координат. Прямоугольный трехгранник $Oxyz$ рассматривают как прямоугольную систему координат. Координаты точки принято выражать числовыми единицами измерения e .

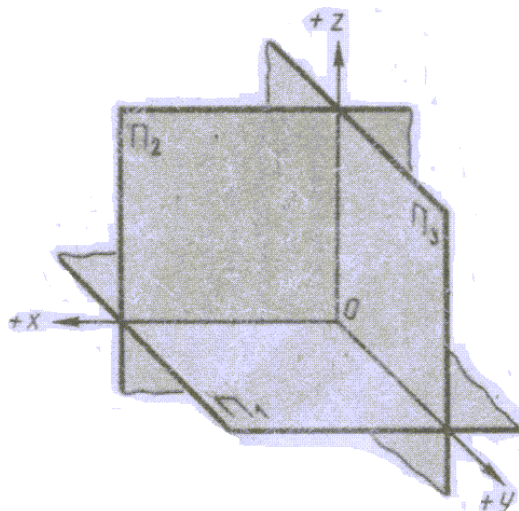


Рис.11

Спроецируем точку A на плоскости координат (рис. 12). Пространственная ломаная линия OA_xA_1A определяет положение точки A относительно координатных плоскостей, называется *координатной ломаной линией*. Отрезки этой линии называются отрезками координат: OA_x - отрезок абсциссы, A_xA_1 - отрезок ординаты, A_1A - отрезок аппликаты. Очевидно плоскости координат можно принять за плоскости проекций: xOy за π_1 , xOz за π_2 , yOz за π_3 , и тогда координате точки A будут соответствовать: z_A - высоте, y_A - глубине, x_A - широте.

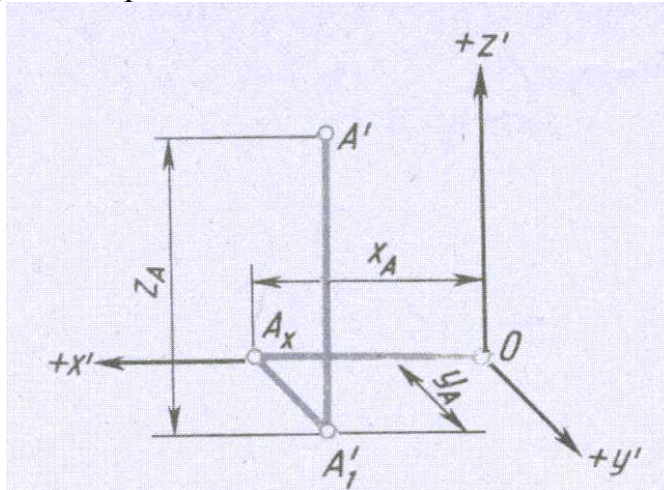


Рис.12

Координаты точки записывают в таком порядке: $A(5, 2, 3)$, это значит абсцисса точки A равна 5 единицам; ордината - 3 единицам; аппликата - 2 единицам.

Надо построить комплексный чертеж точки A по данным ее координатам $A(5, 2, 3)$, если единица длины равна 10 мм (рис. 13).

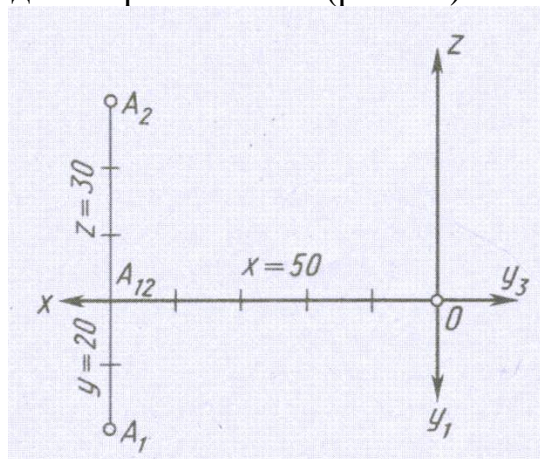


Рис.13

Проводят оси координат Ox , Oy , Oz . На оси Ox откладывают отрезок $OA_{12}=50$ мм. На проведенном перпендикуляре через точку A_{12} вверх откладывают отрезок $A_{12}A_2=30$ мм, а вниз - отрезок $A_{12}A_1=20$ мм, получают комплексный чертеж точки $A(x_A, y_A, z_A)$. Если принять плоскости координат за плоскости проекций, а оси координат за оси проекций, то горизонтальная проекция точки определяется координатами x и y , фронтальная - координатами x и z , профильная - координатами z и y . На рис. 14 приведен пример проецирования точки A по данным ее координатам $(40, 20, 30)$ в миллиметрах. Координатной системой пользуются и при выполнении аксонометрических проекций.

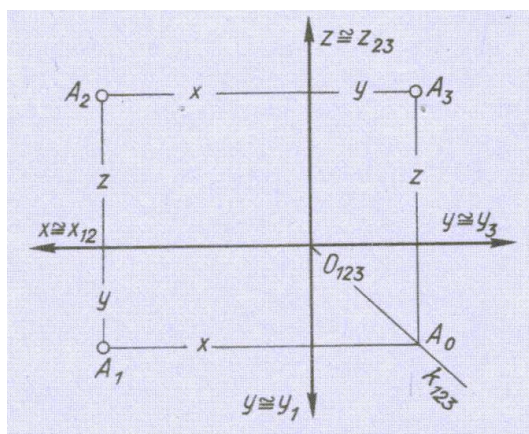


Рис.14

4. Построение третьей проекции точки по двум заданным

По двум данным проекциям точки всегда можно построить ее третью проекцию, используя постоянную прямую чертежа. Все построения лучше выполнять с применением рейсшины и угольника с равными катетами (45,45,90°). Ниже приведены три случая нахождения третьей проекции точки, когда две ее проекции заданы различными проекциями.

Случай 1 (рис. 15). Даны проекции A_2 и A_1 точки A , надо построить профильную проекцию A_3 .

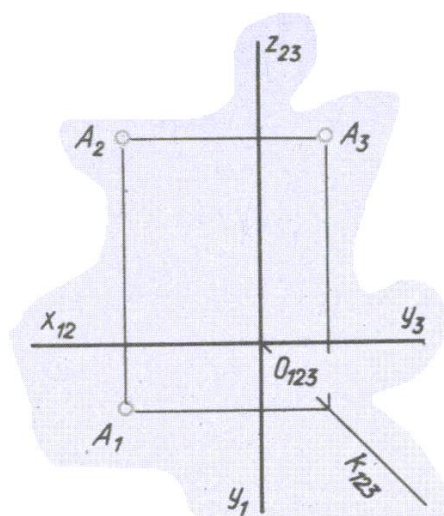


Рис.15

Случай 2 (рис. 16). Даны проекции B_2 и B_3 , надо построить горизонтальную проекцию B_1 .

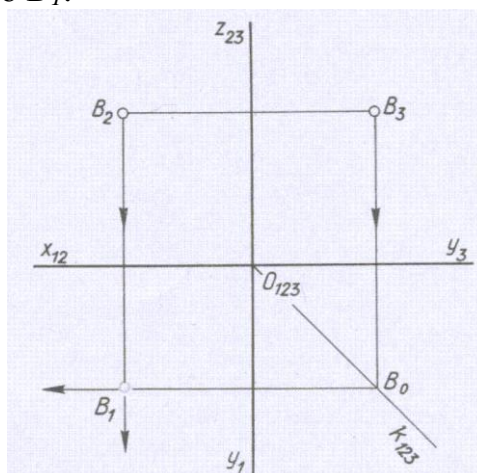


Рис.16

Случай 3 (рис. 17). Даны проекции C_1 и C_3 , надо построить фронтальную проекцию C_2 . Порядок построения третьих проекций указан стрелками.

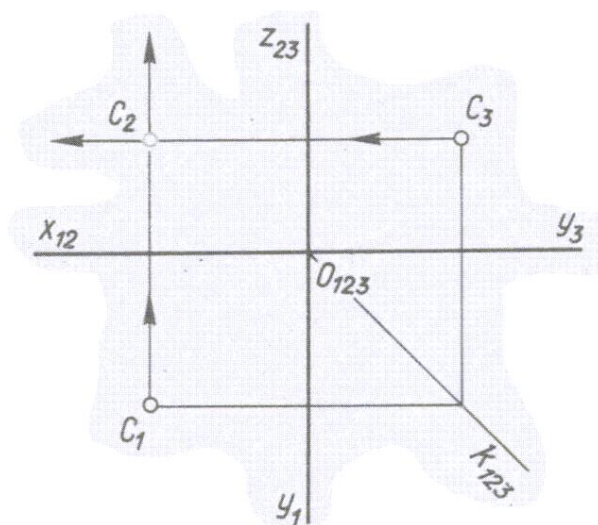


Рис.17

Практическое занятие №1

Знакомство с необходимыми инструментами, приборами и приспособлениями

Цель: познакомиться с необходимыми инструментами, приборами и приспособлениями.

Обеспечение занятия

1. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учебник – М.: Изд-во «Высшая школа», 2000
2. Задания для закрепления учебного материала.

Содержание задания

1. Ознакомится с основными сведениями по оформлению чертежей
2. Выполнить чертежи

Методические указания

1. Для выполнения задания №1 воспользуйтесь учебником Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учебник – М.: Изд-во «Высшая школа», 2000 и раздаточным материалом.
2. Для выполнения задания №2 начертите на формате А4 рамку и основную надпись.