

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

**Н.А. Антипина, С.П. Буркова, Р.Г. Долотова**

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

### **Рабочая тетрадь**

*Рекомендовано в качестве учебного пособия  
Редакционно-издательским советом  
Томского политехнического университета*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2014

УДК 515

**Антипина Н.А., Буркова С.П., Долотова Р.Г.**

Рабочая тетрадь по инженерной графике. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 90 с.

Рабочая тетрадь по инженерной графике разработана для иностранных студентов, обучающихся по всем направлениям.

Тетрадь используется для самостоятельной работы студентов на практических занятиях под руководством преподавателя и для выполнения домашних заданий. В рабочей тетради содержатся примеры решения задач, задачи для самостоятельного решения и индивидуальные домашние задания.

*Рецензенты*

Кандидат технических наук, доцент ТПУ  
*Г.Ф. Винокурова*

© ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет», 2014

© Антипина Н.А., 2014

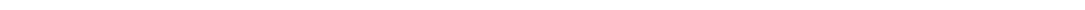
© Буркова С.П., 2014

© Долотова Р.Г., 2014

© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2014

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

## **Рабочая тетрадь**



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Рабочая тетрадь составлена как дополнение к учебному пособию. Она содержит языковые и графические упражнения по основным разделам курса, рекомендуемые для аудиторной и домашней работы.

Выполнение заданий включенных в тетрадь, поможет приобрести и развить как языковые навыки, так и навыки построения изображений, развить пространственное представление.

Все изображения в рабочей тетради выполняются чертежными инструментами. Ответы на вопросы даются письменно. Надписи на чертежах выполняются шрифтом и в соответствии с принятой системой обозначений.

Перед выполнением заданий в рабочей тетради, необходимо изучить теоретический материал, который относится к данному разделу в учебном пособии. Порядок расположения разделов тетради соответствует их последовательности в учебном пособии.

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

---

Для обозначения геометрических фигур и их проекций, для отображения отношения между ними, а также для краткости записей алгоритмов решения геометрических задач в курсе «Инженерная графика» используется язык, составленный из обозначений и символов, которые используются в математике. Рассмотрим их.

### Принятые обозначения

1. Точки, расположенные в пространстве –  $A, B, C, D$ ;  $1, 2, 3, 4$ ;
2. Линии, расположенные в пространстве –  $a, b, c, d$ ;
3. Для прямых:
  - прямая, проходящая через точки  $A$  и  $B$  –  $(AB)$ ;
  - луч, с началом в точке  $A$  –  $[AB)$ ;
  - отрезок прямой, ограниченный точками  $A$  и  $B$  –  $[AB]$ ;
  - натуральная величина  $|AB|$ ;
4. Поверхности –  $A, B, X, \Delta$ ;
5. Углы –  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ;
6. Проекции точек:
  - на фронтальной плоскости проекций –  $a', b', c', d'$ ;
  - на горизонтальной плоскости проекций –  $a, b, c, d$ ;
  - на профильной плоскости проекций –  $a'', b'', c'', d''$ ;
7. Плоскости проекций  $V, H, W$ ;
8. Оси проекций (оси координат) –  $x, y, z$ ;
9. Начало координат –  $O$

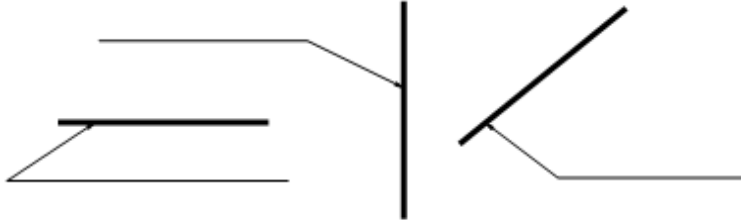
## Знаки и символы

Больше	$>$
Меньше	$<$
Диаметр	$\varnothing$
Радиус	$R$
Градус	$^{\circ}$
Равно	$=$
Не равно	$\neq$
Совпадает	$\equiv$
Параллельно	$\parallel$
Пересекает	$\cap$
Перпендикулярно	$\perp$
Принадлежит	$\in$
Не принадлежит	$\notin$
Треугольник	$\Delta$
Угол	$\sphericalangle$

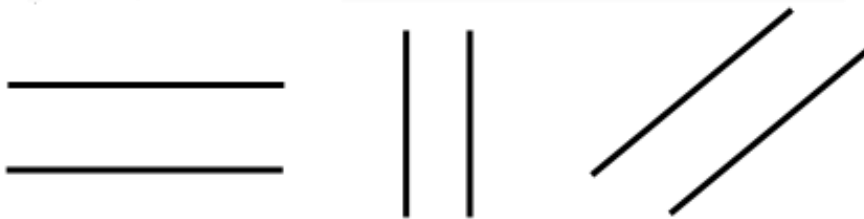
# ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

## Общие сведения. Линии и геометрические фигуры

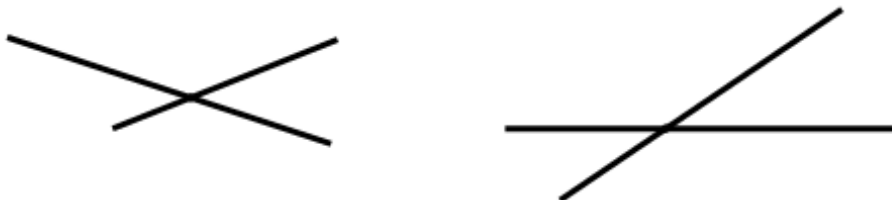
\_\_\_\_\_, это линия, которая на всем своем протяжении имеет одно направление.



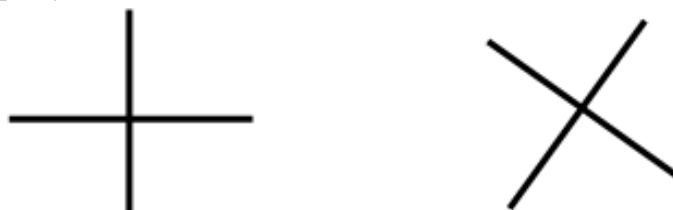
\_\_\_\_\_ – это прямые, которые лежат в одной плоскости и не пересекаются между собой.



\_\_\_\_\_ – это две прямые, которые лежат в одной плоскости и имеют одну общую точку.



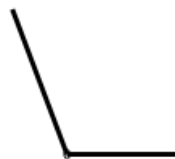
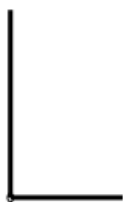
\_\_\_\_\_ – это прямые, которые пересекаются под углом 90 градусов.



\_\_\_\_\_ – это часть прямой, которая имеет начало, но не имеет конца.



Два луча, которые выходят из одной точки, образуют\_\_\_\_\_.



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ – это часть прямой, которая ограничена с двух сторон точками.



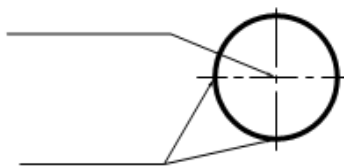
**Ломаная линия** – это геометрическая фигура, которая состоит из отрезков последовательно соединенных своими концами.



**Кривая линия** - это линия, образованная движением точки, которая на всем своем протяжении меняет направление.



\_\_\_\_\_ – геометрическое место точек, которые равноудалены от центра.



**Дуга** – это часть окружности.



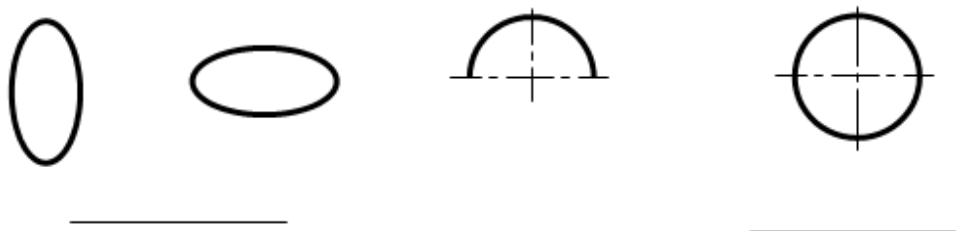


Замкнутые ломанные линии образуют фигуры, которые называются

---

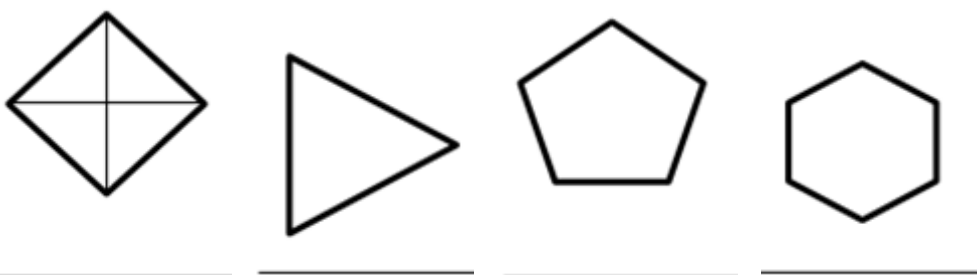


**Циркульные кривые** – кривые, которые построены с помощью циркуля.



Если у фигуры все стороны и углы равны, она называется

---

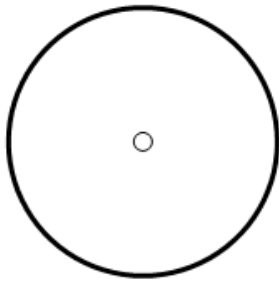


Если у фигуры все стороны и углы не равны, она называется

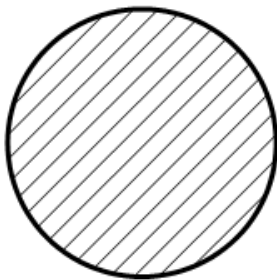
---



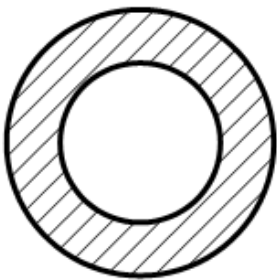
## Геометрические фигуры



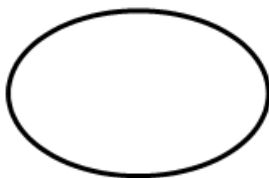
**Окружность** – геометрическое место точек, которые удалены от центра.



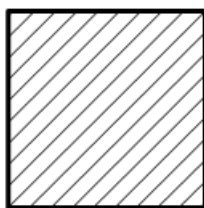
**Круг** – плоская фигура, которая ограничена окружностью.



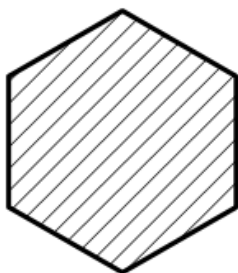
**Кольцо** – часть плоскости, которая ограничена двумя окружностями, проведенными из одного центра.



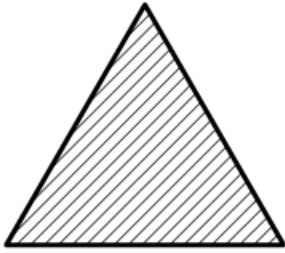
**Овал** – плоская выпуклая плавная циркулярная замкнутая кривая.



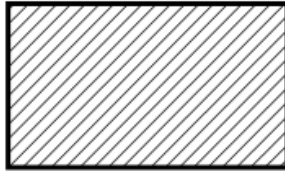
**Квадрат** – правильный многоугольник, у которого стороны взаимно перпендикулярные.



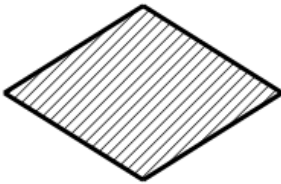
**Правильный многоугольник** – плоская фигура, все вершины которой равноудалены от центра и лежат на описанной окружности.



**Треугольник** – фигура, у которой три стороны и три вершины.



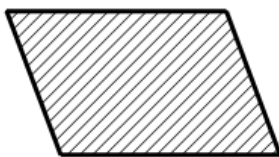
**Прямоугольник** – фигура, у которой 4 стороны, противоположные стороны равные и параллельные. Все углы прямые.



**Ромб** – фигура, у которой все стороны равные и параллельные. Углы непрямые.



**Трапеция** – четырехугольник, у которого две противоположные стороны параллельные, а две другие – нет.



**Параллелограмм** – четырехугольник, у которого противоположные стороны попарно равные и параллельные. Углы непрямые.

**Напишите, какие чертежные инструменты вы знаете**

---

---

---

---

---

### **Понятие о стандартах ЕСКД**

**Стандарт ЕСКД** – это документ \_\_\_\_\_

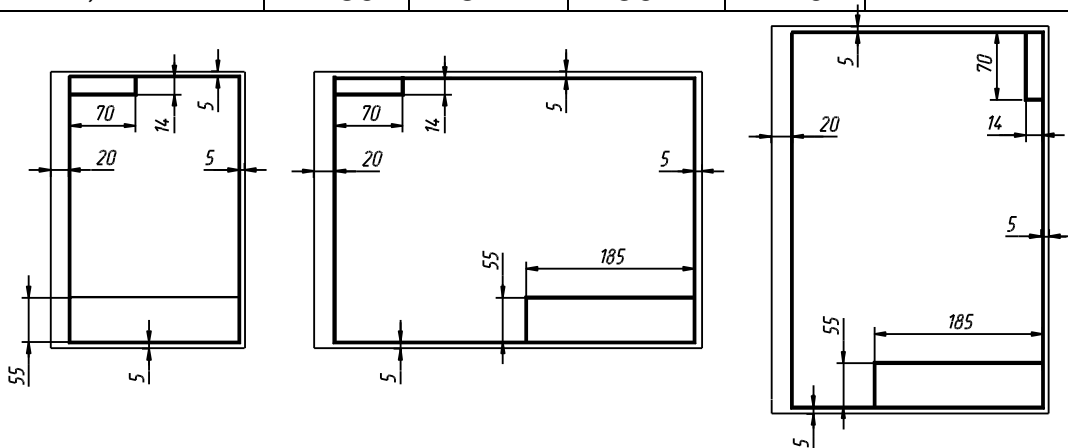
---

---

## Форматы. Основная надпись

Форматы – размеры листов чертежей и других конструкторских документов. ГОСТ 2.301-68 установил следующие форматы и их обозначения.

Обозначение формата	A0 (44)	A1 (24)	A2 (22)	A3 (12)	A4 (11)
Размеры сторон формата, мм	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297



### Формат А4

### Форматы А0...А3

Формат листов бумаги определяется размерами внешней рамки чертежа, которая проводится тонкой линией. Линии рамки чертежа выполняются основной линией с трех сторон на расстоянии 5 мм от внешней рамки. С левой стороны чертежа на расстоянии 20 мм проводится четвертая линия рамки. На рис.1 показано расположение основной надписи (185 × 55) и дополнительной графы (70 × 14).

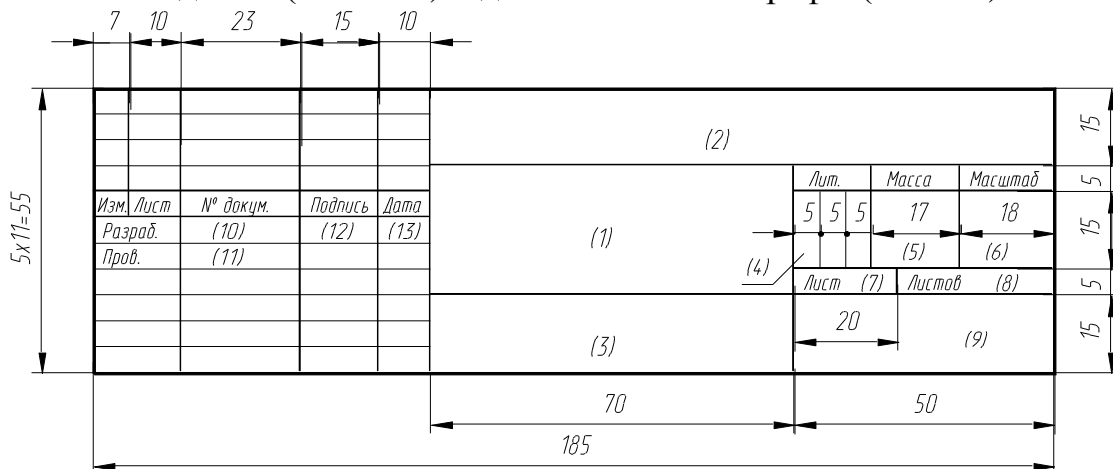


Рис. 1

При выполнении чертежей изделий и схем применяется основная надпись по форме 1, рис 1 (ГОСТ 2.104-68). Основная надпись выполняется основными и тонкими линиями. В графах основной надписи указывают:

- в графе 1 - наименование изделия (задания) (размер шрифта – 7);
- в графе 2- обозначение чертежа (размер шрифта – 7) –

**КГГ1. ХХХХХХ. 001**

а б в г

- а – код кафедры начертательной геометрии и графики – КГГ;
- б – номер работы;
- в – классификационную характеристику изделия (для чертежа детали или сборочной единицы) или ХХХХХХ (для других чертежей);
- г – номер варианта задания;
- в графе 3 – материал детали (размер шрифта – 5);
- в графе 4 – «У» (учебный чертеж) (размер шрифта – 5);
- в графе 6 – масштаб чертежа (размер шрифта – 5);
- в графе 7 – порядковый номер листа (на заданиях, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- в графе 8 – общее количество листов задания (графу заполняют только на первом листе);
- в графе 9 – ТПУ, факультет, номер группы (размер шрифта – 3.5);
- в графе 10 – фамилию студента;
- в графе 11 – фамилию преподавателя;
- в графе 12 – подпись студента;
- в графе 13 – дату выполнения чертежа.

Все остальные графы в учебных чертежах не заполняются.

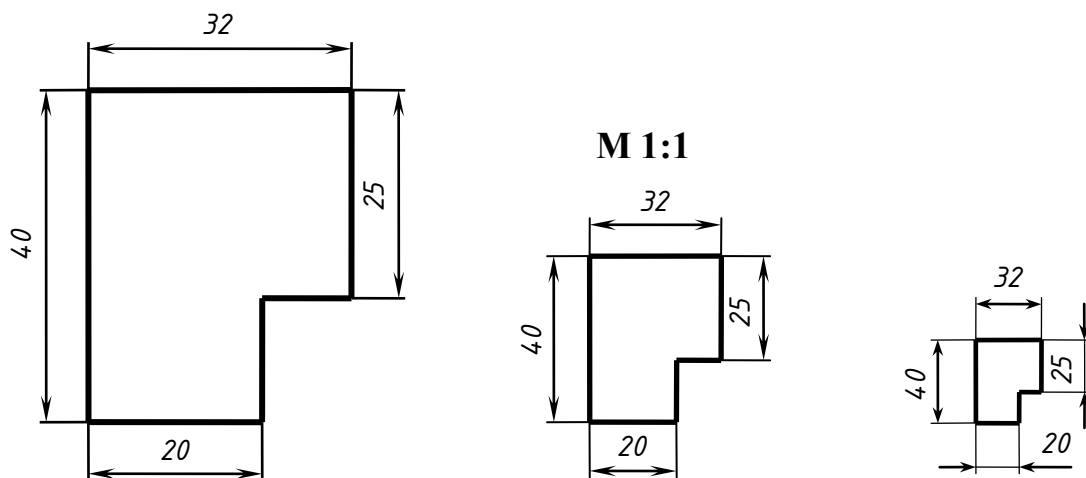
## Масштабы

*Масштаб* это \_\_\_\_\_

В зависимости от сложности чертежа и размеров изображаемых изделий масштабы, согласно ГОСТ 2.302-68, выбирают из следующего ряда:

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:1000.
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;.

Определить масштаб и записать его над каждым изображением.



**Масштаб 1:1** – натуральная величина, это значит, что размеры изображения и размеры предмета одинаковы.

**Масштаб** \_\_\_\_\_ – масштаб \_\_\_\_\_, это значит, что размеры изображения \_\_\_\_\_.

**Масштаб** \_\_\_\_\_ – масштаб \_\_\_\_\_, это значит, что размеры изображения \_\_\_\_\_.

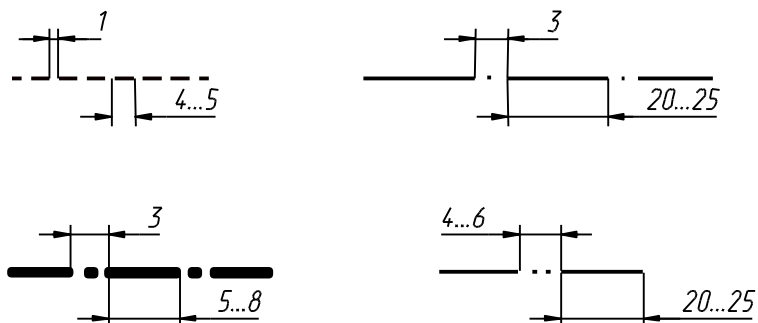
## Линии

ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Стандарт устанавливает наименьшую толщину линий и наименьшее расстояние между смежными линиями в зависимости от формата чертежа, а также приводит некоторые указания по обводке изображений на чертежах:

- длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от размеров изображения;
- штрихи в линии должны быть приблизительно одинаковой длины;
- штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами;
- штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм;

На рисунке приведены размеры, рекомендуемые для некоторых типов линий: штриховой, штрихпунктирной, штрихпунктирной утолщенной и штрихпунктирной с двумя точками.



Напишите название линий, укажите толщину линий и длину штрихов, напишите назначение линий.

№	Наименование линий	Начертание линий	Толщина линий	Назначение линий
1				
2				
3				
4				
5				

### Чертежные шрифты

Все надписи на чертежах и других технических документах выполняются чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81

ГОСТом установлены следующие *размеры шрифта*:

(1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

При выполнении заданий по начертательной геометрии и инженерной графике рекомендуется применять шрифт типа Б с наклоном 75°.

## Русский алфавит

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУ

ФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзиклмнопрсту

фхцчшщъыьэюя

## Латинский алфавит

ABCDEFGHIJKLMNOPQRST

UVWXYZ

abcdefghijklmnopqrst

uvwxyz

## Арабские цифры

1234567890 3 N°

Шрифтом 10 написать прописные и строчные буквы русского, латинского алфавита, цифры от 1 до 9



Напишите буквы и цифры

П Е С

З В И

Б К Л

Н О П

Р Т У

Ь Ц Ч

Э Я Ь

А Д М

Х Ы Ю

Ж Ф Ш

Щ Р №

Напишите строчные буквы и цифры

а и н

г к о

е л п

х ч ь

ь э я

б в д

б в д

р у ц

1 2 3

5 6 7

8 9 4

ø

## ЛИНИИ

В соответствии с образцом, приведенным на рис. 2, выполнить работу «Линии». Работа выполняется на листе формата А3. В правом нижнем углу листа выполняется основная надпись по форме 1 (см. рис. 1). В левом верхнем углу выполняется дополнительная графа.

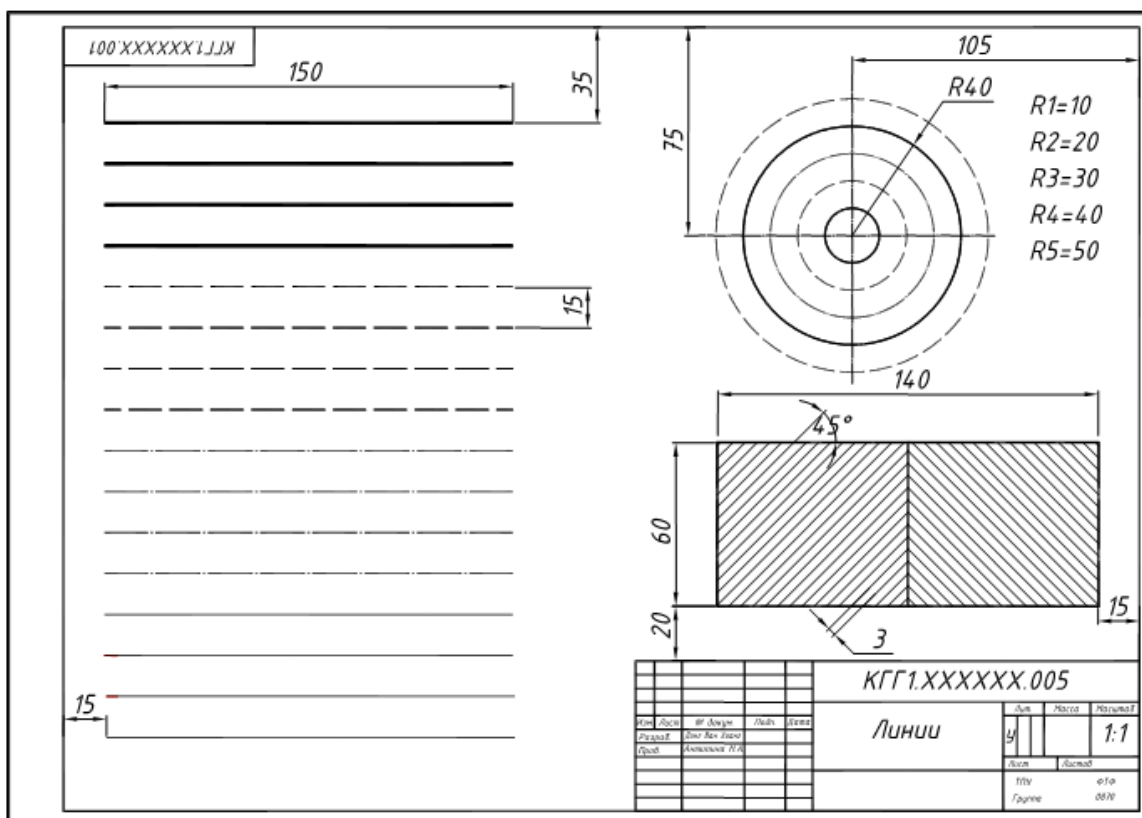


Рис.2

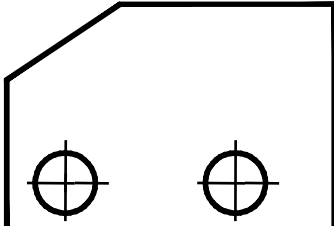
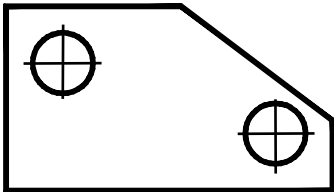
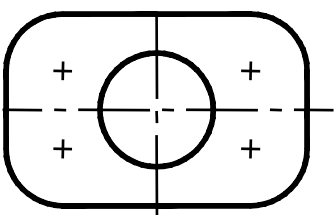
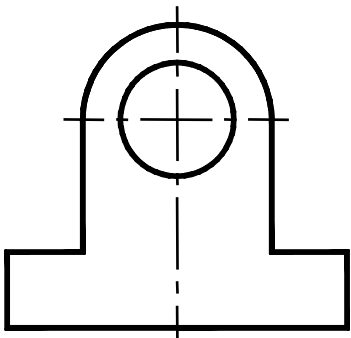
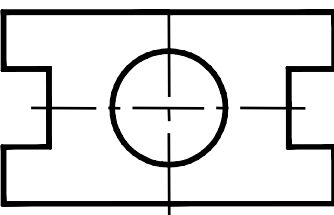
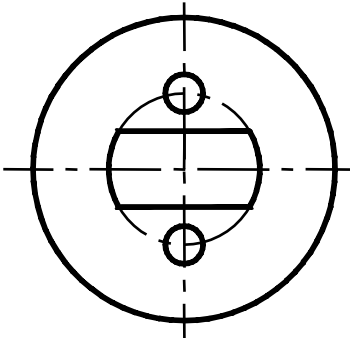
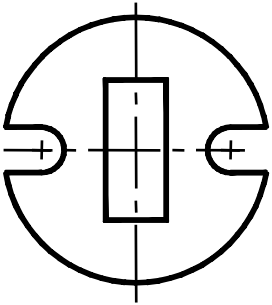
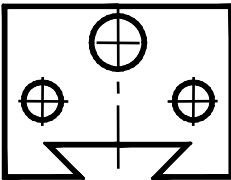
## ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

В соответствии с образцом, приведенным на рис. 3, выполнить работу «Титульный лист». Работа выполняется на листе формата А3. В правом нижнем углу листа выполняется основная надпись по форме 1 (см. рис. 1). В левом верхнем углу выполняется дополнительная графа. Слова «Графические работы» выполняются шрифтом 10. Остальной текст записывается в соответствии с рекомендациями по заполнению основной надписи.





Нанесите размеры на чертежах деталей

<b>Начертите изображения предмета в масштабе M2:1. Нанесите размеры.</b>	
 <p>A technical drawing of a rectangular part with a slanted top edge. Two circular holes are located in the lower half of the part.</p>	 <p>A technical drawing of a rectangular part with a slanted top edge. Two circular holes are located in the upper half of the part.</p>
<p><i>M1:1</i></p>	<p><i>M1:1</i></p>
 <p>A technical drawing of a rounded rectangular part with a central circular hole. Four small '+' marks are located at the corners of the part.</p>	 <p>A technical drawing of a part with a semi-circular top edge and a central circular hole. The bottom edge is a simple rectangular base.</p>
<p><i>M1:1</i></p>	<p><i>M1:1</i></p>
 <p>A technical drawing of a rectangular part with a central circular hole. The left and right ends of the part are notched.</p>	 <p>A technical drawing of a part with a circular outer boundary and a central circular hole. Two smaller circular holes are located on the vertical centerline of the part.</p>
<p><i>M1:1</i></p>	<p><i>M1:1</i></p>
 <p>A technical drawing of a part with a circular outer boundary and a central rectangular slot. Two small semi-circular protrusions are located on the horizontal centerline of the part.</p>	 <p>A technical drawing of a rectangular part with a rectangular hole at the bottom. Three circular holes are located in the upper half of the part.</p>
<p><i>M1:1</i></p>	<p><i>M1:1</i></p>



## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

**Новые слова:** *Геометрические построения, прямая, отрезок, луч, кривая, ломаная, горизонтальная прямая, вертикальная прямая, наклонная прямая, отрезок, параллельные прямые, перпендикулярные прямые.*

### Построение параллельных прямых

Через точку А провести прямую параллельную данной прямой

---

---

---

A ○



### Построение перпендикулярных прямых

Через точку А провести прямую перпендикулярную данной прямой

---

---

---

A ○





### Деление отрезка на две равные части

Поделить отрезок АВ на две равные части

---

---



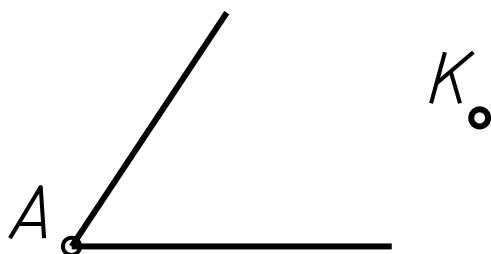
### Построение угла равного данному

Через точку К построить угол равный данному

---

---

---

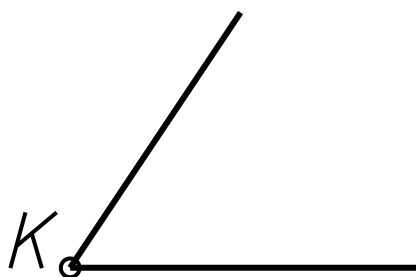


### Построение биссектрисы угла

Построить биссектрису угла К

---

---



**Задание 1. Начертите:**

1) Три параллельные наклонные прямые  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Расстояние между  $a$  и  $b$  равно 15 мм. Расстояние между  $b$  и  $c$  равно 20 мм. Обозначьте прямые на чертеже.

2) Две пересекающиеся прямые  $e$  и  $f$ , которые пересекаются в точке  $D$ . Обозначьте прямые и точку пересечения на чертеже.

3) Две перпендикулярные прямые  $m$  и  $n$ . При этом, прямую  $m$  расположите вертикально, а прямую  $n$  – горизонтально. Обозначьте прямые на чертеже.

**Задание 2.** Посмотрите внимательно на рис.4 и напишите, какие прямые между собой не пересекаются.

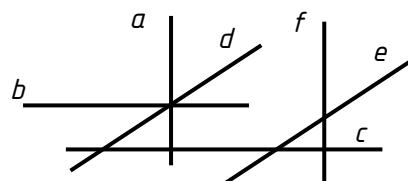


Рис.4

**Задание 3.** Начертите произвольный угол  $AOB$ . Обозначьте на чертеже вершину угла и его стороны.

**Задание 4.** Определите, сколько изображено на рис.5 развернутых, тупых, острых и прямых углов. Напишите их буквенное обозначение, например  $\angle FAB$ .

1) Развернутые углы: \_\_\_\_\_

2) Тупые углы: \_\_\_\_\_

3) Острые углы: \_\_\_\_\_

4) прямые углы: \_\_\_\_\_

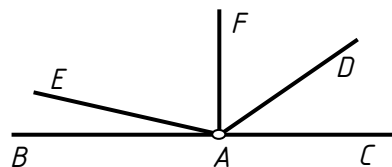


Рис. 5

**Задание 5. Постройте:**

1) Окружность диаметром 40 мм  
с центром в точке  $O_1$ .

2) Дугу радиусом 15 мм с  
центром в точке  $O_2$ .

**Задание 6.** Как называется многоугольник, у которого:

1) 3 вершины и 3 стороны – \_\_\_\_\_

2) 4 вершины и 4 стороны – \_\_\_\_\_

3) 5 вершин и 5 сторон – \_\_\_\_\_

4) 6 вершин и 6 сторон – \_\_\_\_\_

**Задание 7.** Посмотрите внимательно на рис.6, на котором изображены различные геометрические фигуры. Выберите, какие из них являются правильными многоугольниками и напишите по порядку их буквенное обозначение в строке ниже. Какое слово составили эти буквы?



П В А С Е К Р Н Л О И

Рис. 6

**Задание 8.** Постройте квадрат. Сторона квадрата равна 30 мм. Обозначьте вершины квадрата (А, В, С, D). Проведите в нем одну диагональ. Заполните один треугольник внутри квадрата горизонтальными линиями, а другой – вертикальными линиями.

**Задание 9.** *Напишите, в каком случае треугольник называется:*

1) Прямоугольным.

---

2) Равносторонним.

---

3) Равнобедренным.

---

**Задание 10.** *Напишите как называется и начертите четырехугольник ABCD, если:*

1)  $AD \parallel BC$  и  $AB \parallel DC$ ;  
 $AD=BC$  и  $AB=DC$ ;  
 $\angle A=\angle C$  и  $\angle B=\angle D$ .

---

2)  $AD \parallel BC$  и  $AB \parallel DC$ ;  
 $AD=BC$  и  $AB=DC$ ;  
 $\angle A=\angle B=\angle C=\angle D=90^\circ$ .

---

3)  $AD \parallel BC$  и  $AB \parallel DC$ ;  
 $AB=BC=CD=DA$ ;  
 $\angle A=\angle C$  и  $\angle B=\angle D$ ;  
 $AC \perp BD$ .

---

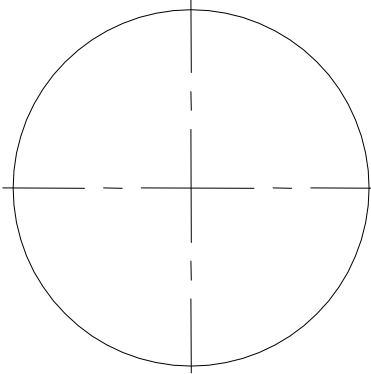
4)  $AB \parallel DC$  и  $BC \parallel AD$ ;  
 $AB=BC=CD=DA$ ;  
 $\angle A=\angle B=\angle C=\angle D=90^\circ$ .

---

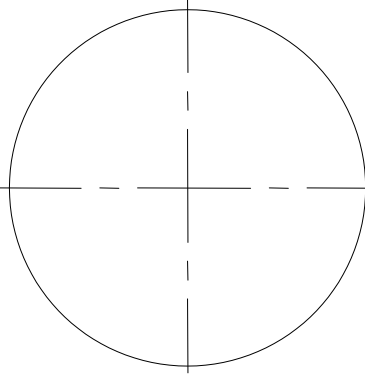
# Деление окружности

Разделите окружность на  $n$  равных частей

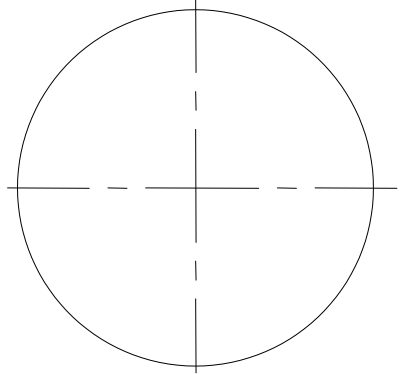
$n=3$



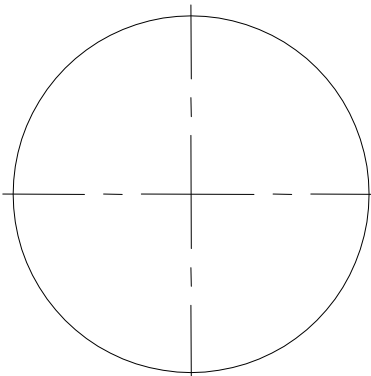
$n=6$



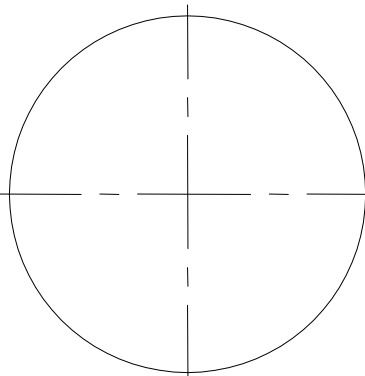
$n=12$



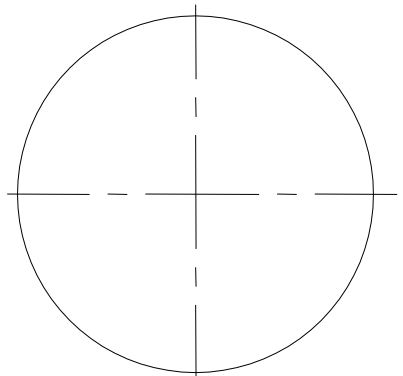
$n=5$



$n=7$



$n=8$



---

---

---

---

---

---

---

---

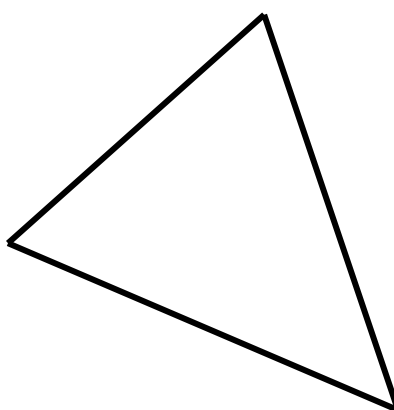


**Построение центра окружности, описанной вокруг треугольника**

---

---

---

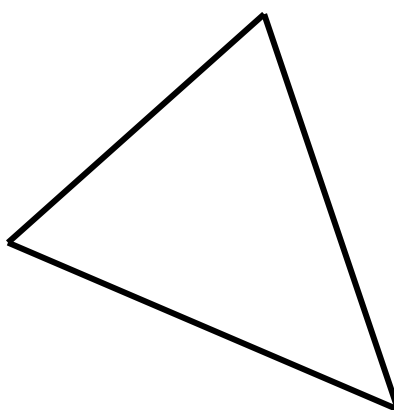


**Построение центра окружности, вписанной в треугольник**

---

---

---



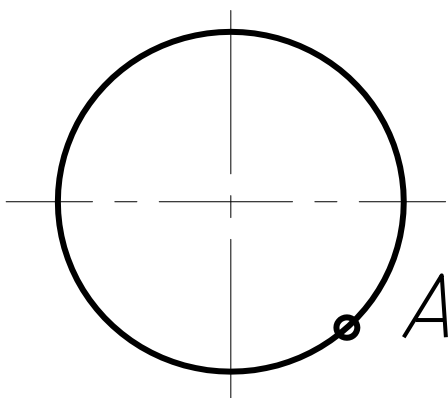
### Построение касательной к окружности

Построить касательную к окружности через точку  $A$ , которая принадлежит окружности.

---

---

---

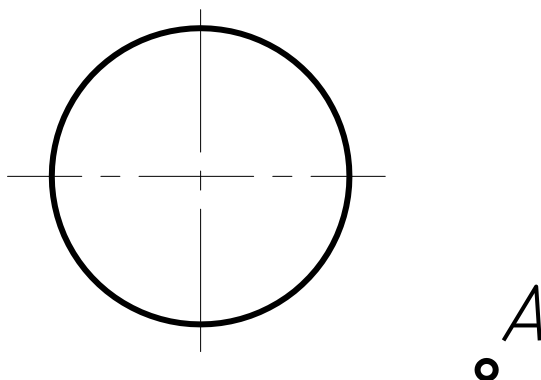


Построить касательную к окружности из точки  $A$ , которая не принадлежит окружности.

---

---

---



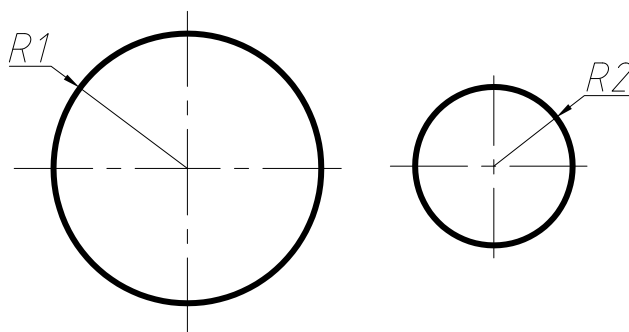


## Построение касательной к двум окружностям

Построение внешней касательной к двум окружностям

---

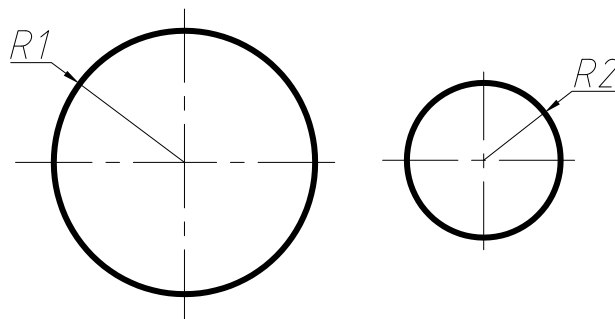
---



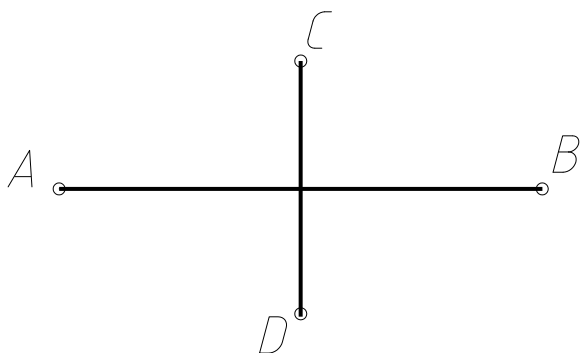
Построение внутренней касательной к двум окружностям

---

---



## Построение эллипса по большой и малой осям



---

---

---

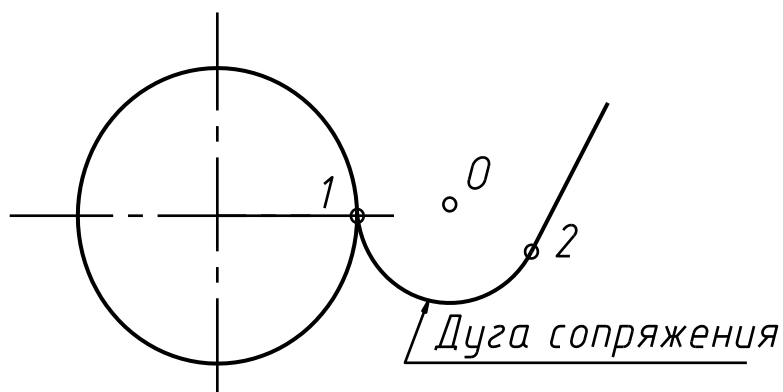
---

# СОПРЯЖЕНИЕ

**Новые слова:** *Сопряжение, Центр сопряжения, Точка сопряжения, Радиус сопряжения, Сопрягающая дуга, Внешнее сопряжение, Внутреннее сопряжение, Смешанное сопряжение.*

Сопряжение \_\_\_\_\_

Дуга сопряжения \_\_\_\_\_



Радиус сопряжения \_\_\_\_\_

Центр сопряжения \_\_\_\_\_

Точка сопряжения \_\_\_\_\_

Внешнее сопряжение \_\_\_\_\_

Внутреннее сопряжение \_\_\_\_\_

Смешанное сопряжение \_\_\_\_\_

## 1. Построение сопряжения сторон угла

*Задание 11. Построить сопряжение сторон острого угла*

---

---

---

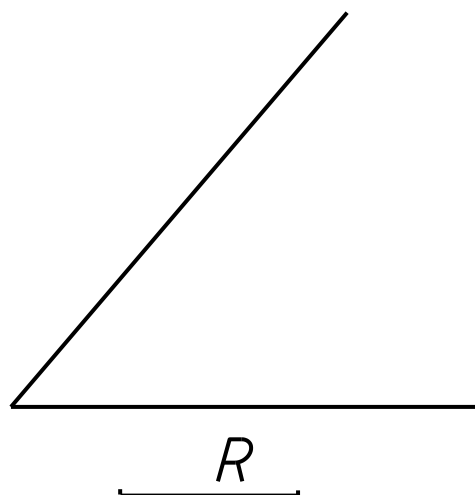
---

---

---

---

---



*Задание 12. Построить сопряжение сторон тупого угла*

---

---

---

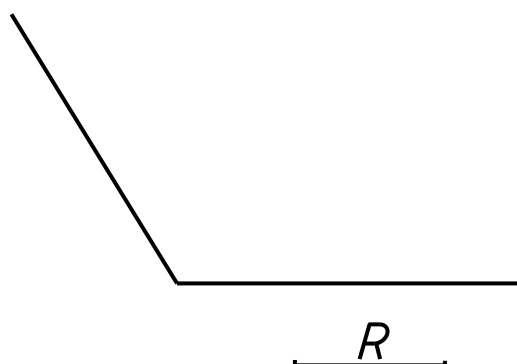
---

---

---

---

---



*Задание 13. Построить сопряжение сторон прямого угла*

---

---

---

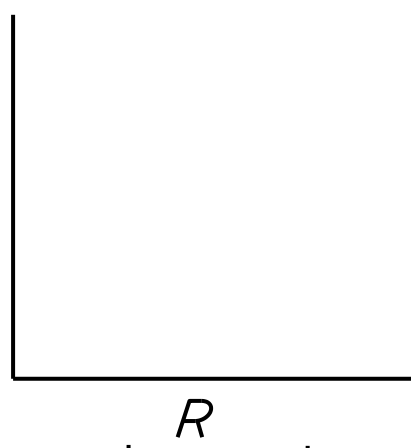
---

---

---

---

---



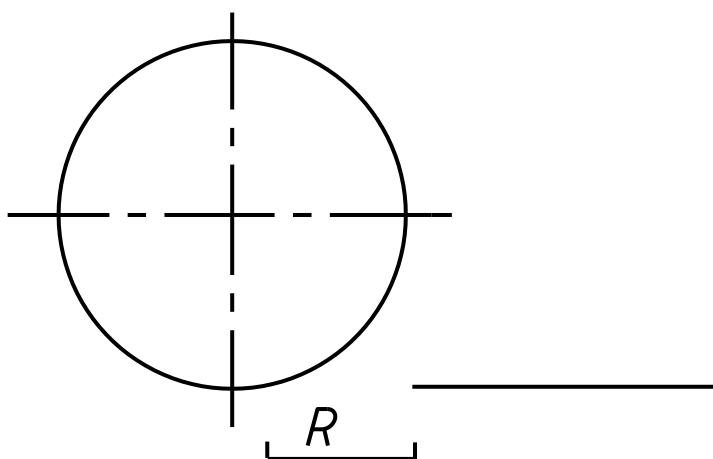
## 2. Построение сопряжения окружности и прямой

*Задание 14. Построить внешнее сопряжение окружности и прямой дугой окружности заданного радиуса*

---

---

---

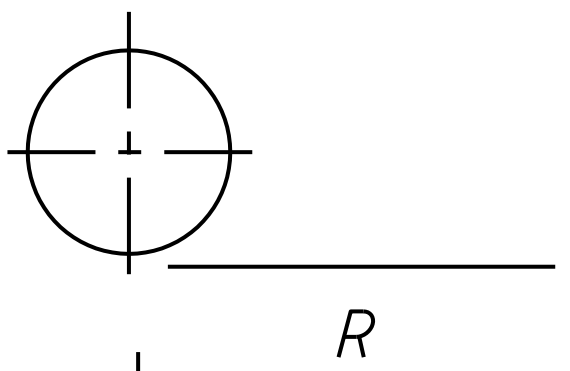


*Задание 15. Построить внутреннее сопряжение окружности и прямой дугой окружности заданного радиуса*

---

---

---

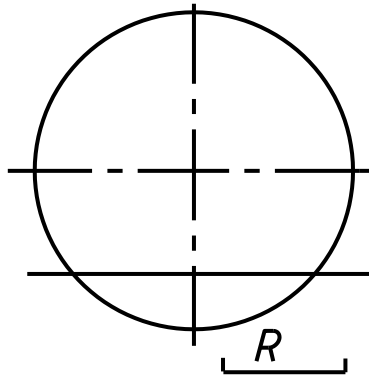


**Задание 16.** Построить сопряжение окружности и прямой, когда прямая пересекает окружность

---

---

---



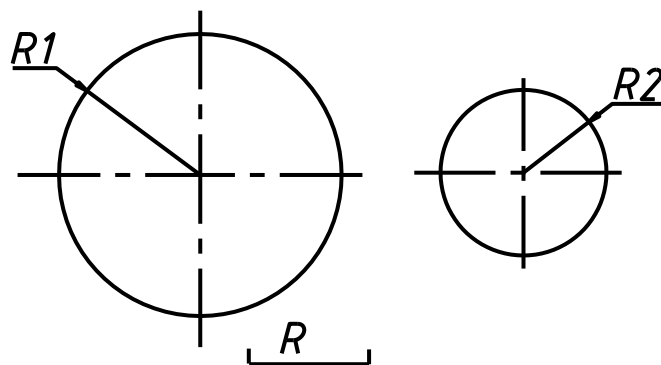
### 3. Построение сопряжения двух окружностей

**Задание 17.** Построить внешнее сопряжение двух окружностей дугой окружности заданного радиуса

---

---

---

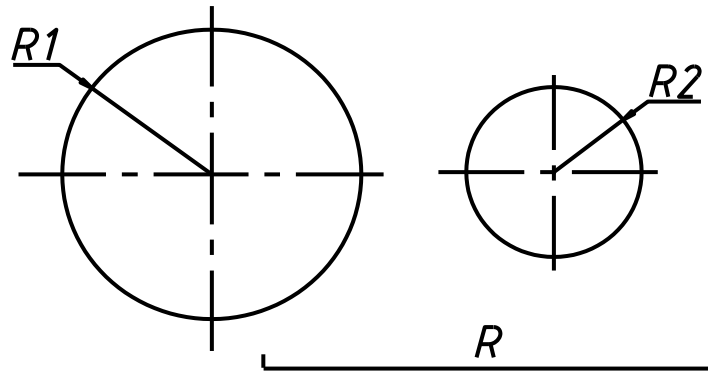


**Задание 18.** Построить внутреннее сопряжение двух окружностей дугой окружности заданного радиуса

---

---

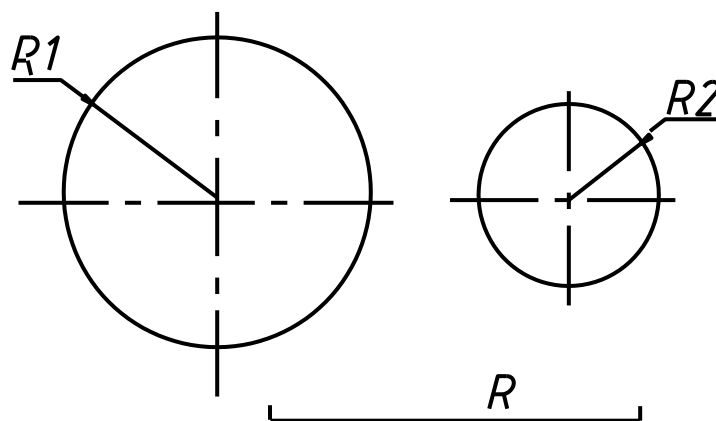
---



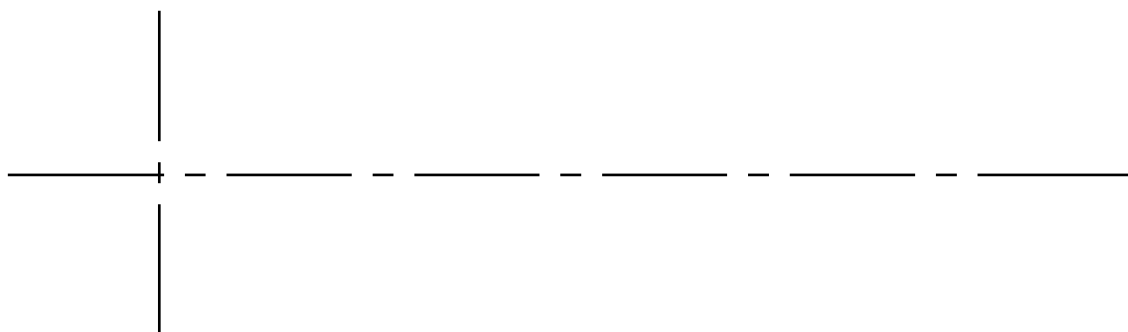
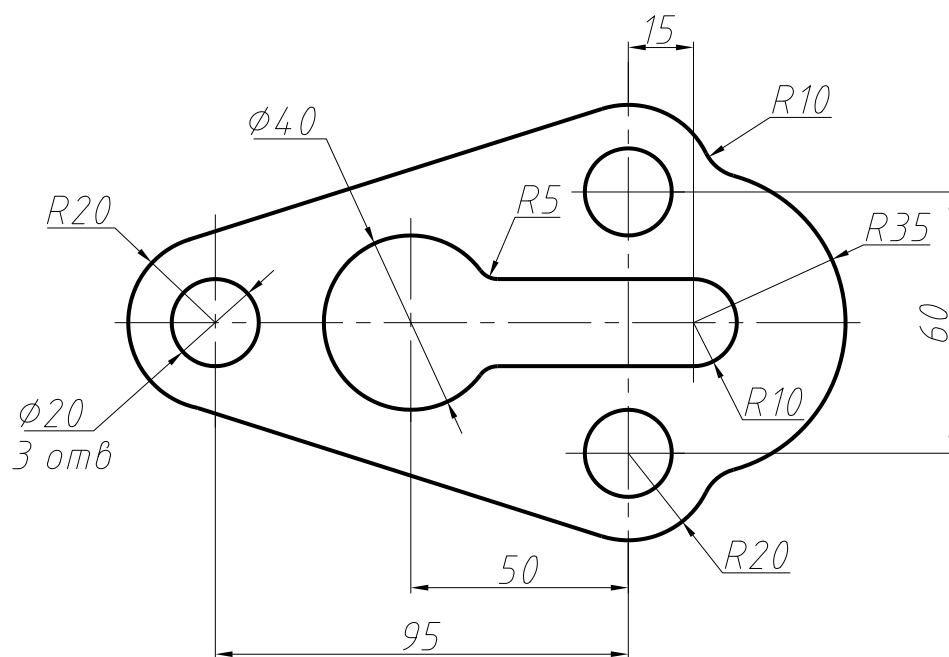
**Задание 19.** Построить смешанное сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса

---

---



**Задание 20. Выполните сопряжение**



## МЕТОДЫ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ. КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ

**Новые слова:** Проецирование, плоскость, проекция, плоскость проекций, проецирующий луч, проекция точки, центральное проецирование, параллельное проецирование, центральная проекция, центр проецирования, параллельная проекция, горизонтальная плоскость проекций, фронтальная плоскость проекций, ось проекций, горизонтальная проекция, фронтальная проекция, профильная плоскость проекций, профильная проекция, комплексный чертеж, эюр, линия связи, эюр точки, координата точки, точка общего положения, точка частного положения

**Проецирование** – это \_\_\_\_\_

### Центральное проецирование.

Центральным проецирование называется \_\_\_\_\_

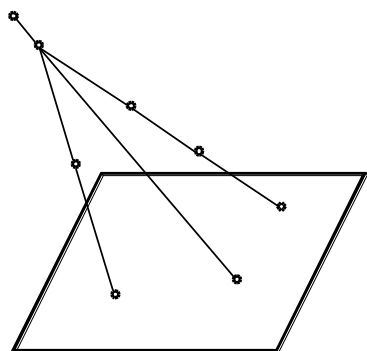


Рис. 7

Аппарат проецирования

---

---

---

---

---

---

---

---

### Параллельное проецирование.

Параллельным проецирование называется \_\_\_\_\_

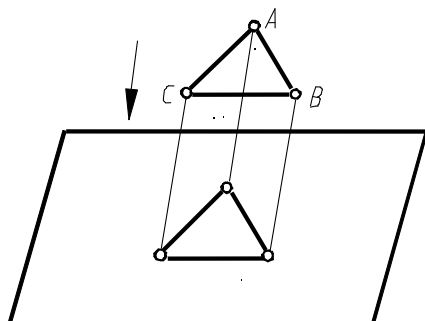


Рис. 8

Аппарат проецирования

---

---

---

---

---

---

---

---



## Метод прямоугольного проецирования.

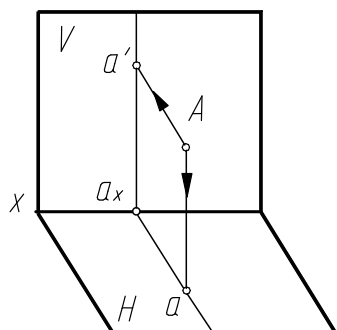


Рис.

$H$  – \_\_\_\_\_;  
 $V$  – \_\_\_\_\_;  
 $W$  – \_\_\_\_\_;  
 $ox, oy, oz$  – \_\_\_\_\_;  
 $ox$  – \_\_\_\_\_;  
 $oy$  – \_\_\_\_\_;  
 $oz$  – \_\_\_\_\_;  
 $o$  – точка пересечения осей проекций –  
 начало координат (от латинского слова  
 «origo» – начало).

### Проецирование на три плоскости проекций

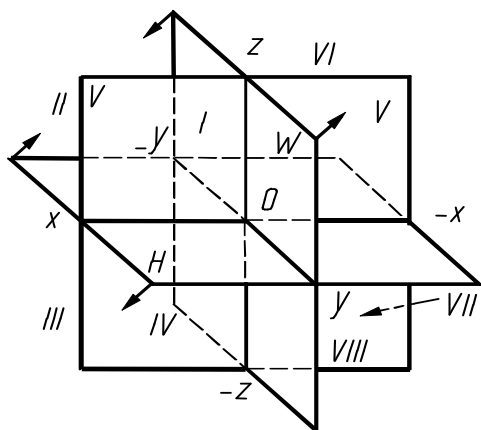


Рис. 10

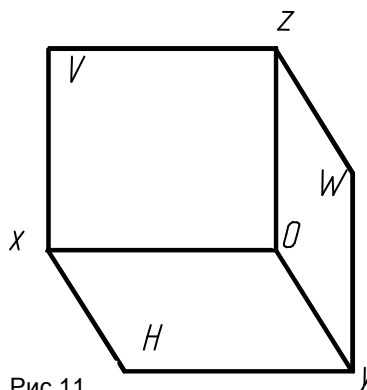


Рис. 11

### Точка. Комплексный чертёж.

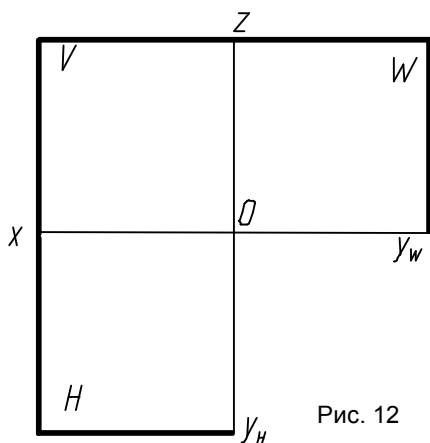


Рис. 12

$A$  – \_\_\_\_\_;  
 $a$  – \_\_\_\_\_;  
 $a'$  – \_\_\_\_\_;  
 $a''$  – \_\_\_\_\_;  
 $oa_x$  – \_\_\_\_\_;  
 $oa_y$  – \_\_\_\_\_;  
 $oa_z$  – \_\_\_\_\_;

**Комплексный чертёж (эпюр)** – это \_\_\_\_\_

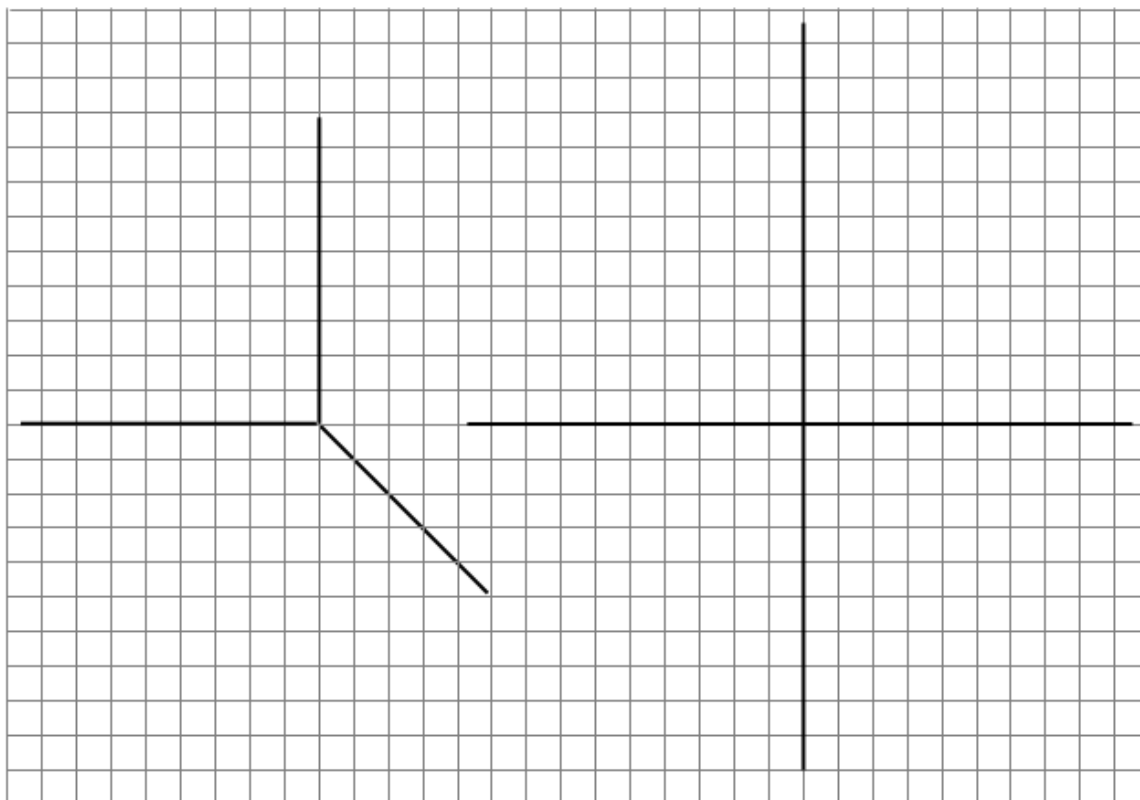
**Линия связи** - это \_\_\_\_\_

**Координаты точки** – это \_\_\_\_\_

### Основные правила ортогонального проецирования точки

1. Положение точки в пространстве определяется тремя координатами  $A(x, y, z)$ .
2. Положение точки на плоскости определяется двумя координатами:  
 $a(x, y)$ ;  $a'(x, z)$ ;  $a''(y, z)$ .
3. Две проекции точки определяют положение ее третьей проекции; две проекции точки определяют ее положение в пространстве.
4. Две проекции находятся на одном перпендикуляре (линии связи) к оси проекций, их разделяющей.

**Задание.** По заданным координатам X,Y,Z постройте эпюры точек и наглядное изображение. Определите положение точек относительно плоскостей проекций. A(30,20,10); B(20,25,0); C (0,25,10); D(25,0,15); E(0, 0,10); F(20,0,0); K (0,25, 0); M(0,0,0).



A \_\_\_\_\_; B \_\_\_\_\_; C \_\_\_\_\_;  
D \_\_\_\_\_; E \_\_\_\_\_; F \_\_\_\_\_;  
K \_\_\_\_\_; M \_\_\_\_\_

## Проекции прямой.

Линия – \_\_\_\_\_

Прямая линия – \_\_\_\_\_

**Положение прямой относительно плоскостей проекции.**

Прямая общего положения – \_\_\_\_\_

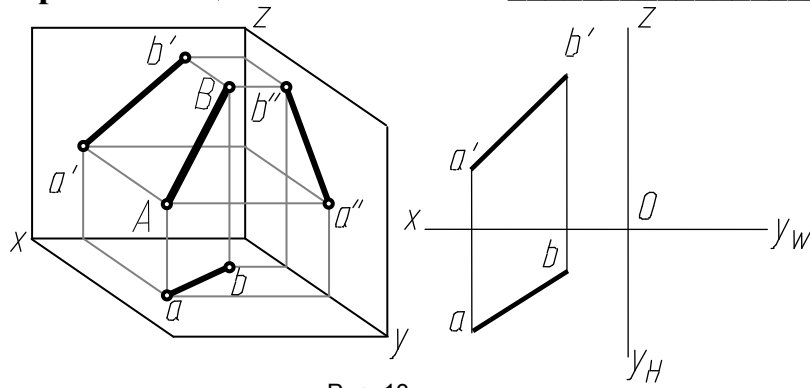
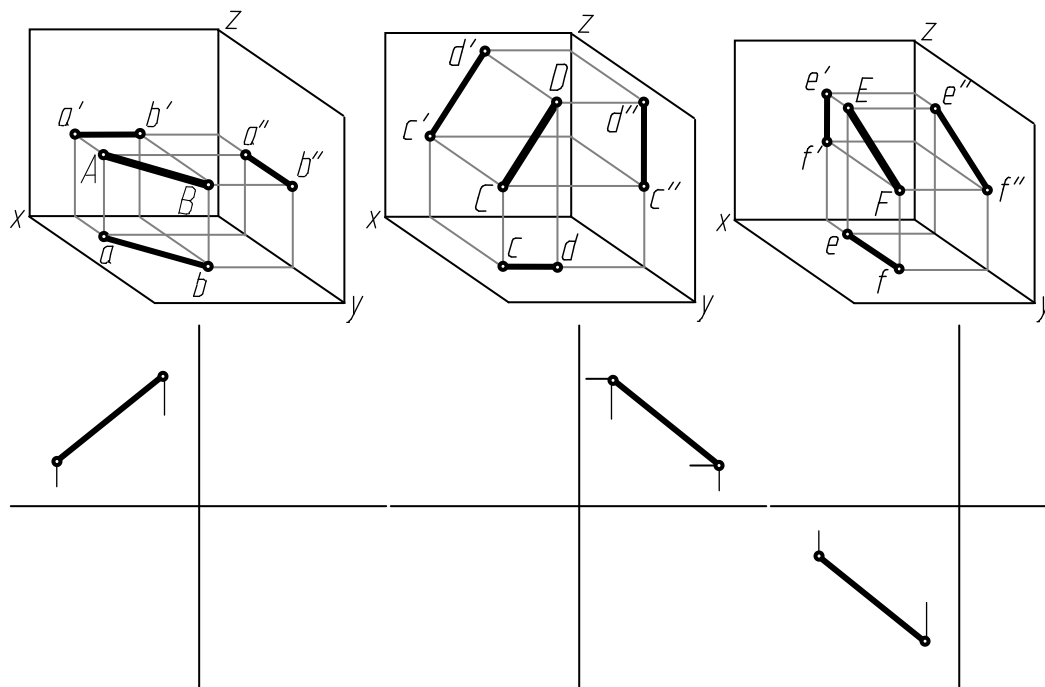
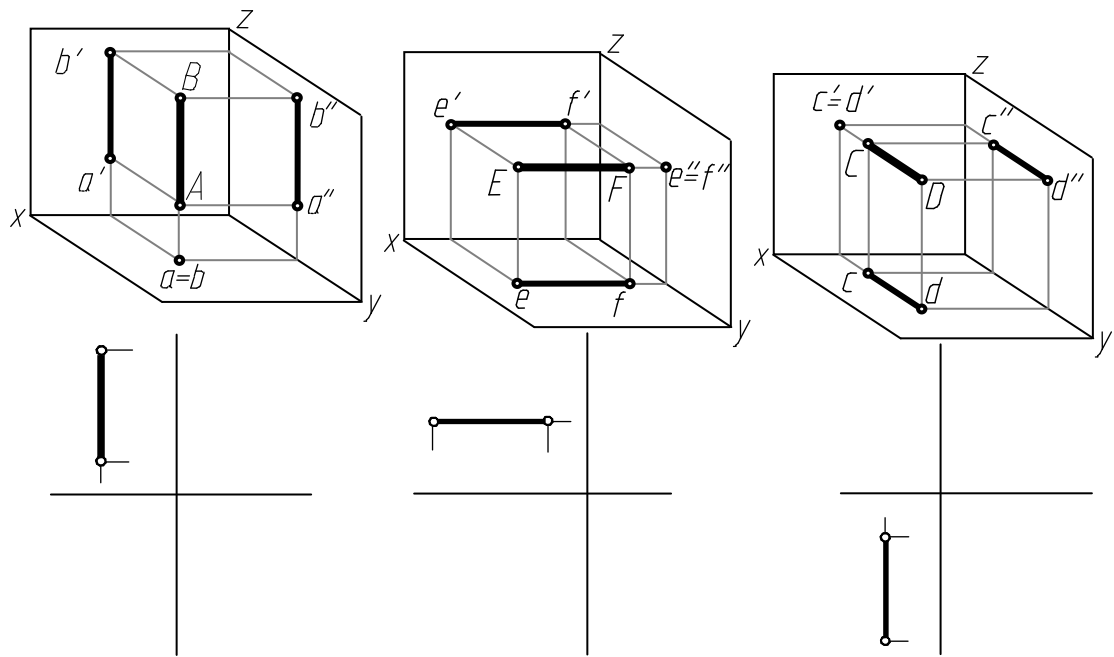


Рис. 13

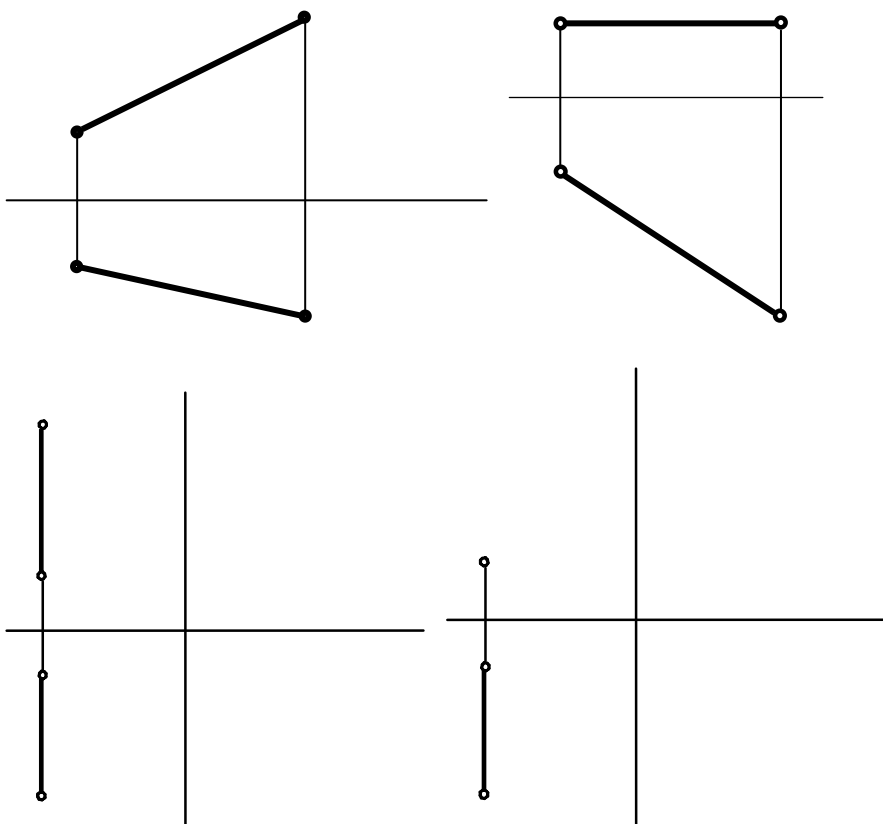
Прямые уровня - \_\_\_\_\_



Прямые проецирующие - \_\_\_\_\_



**Задание.** Постройте недостающую проекцию отрезка на эюре.



**Проекции плоскости.  
Задание плоскости на чертеже**

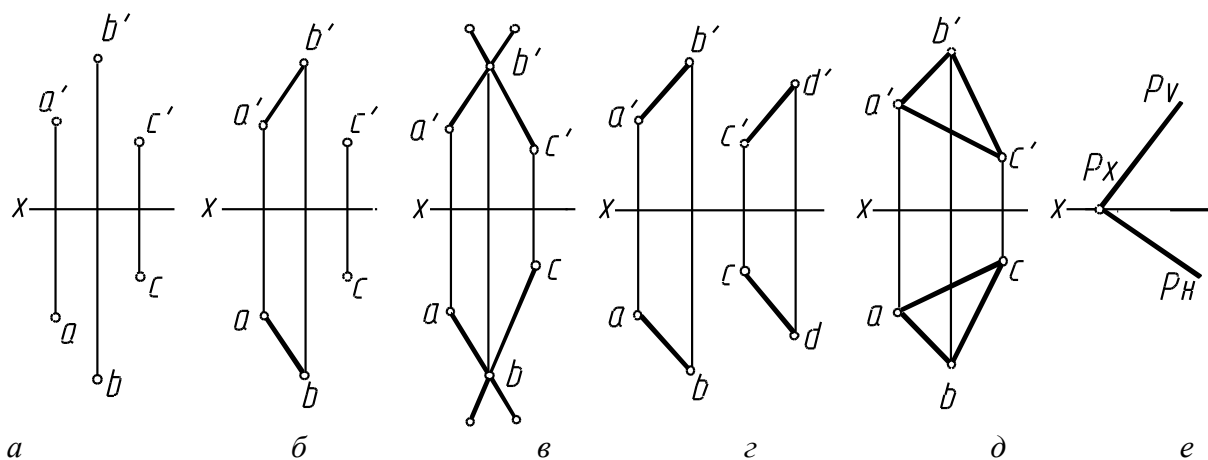
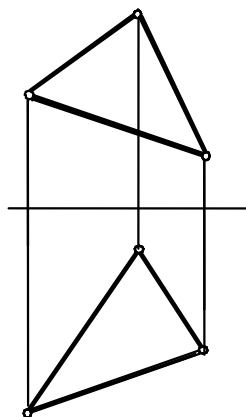


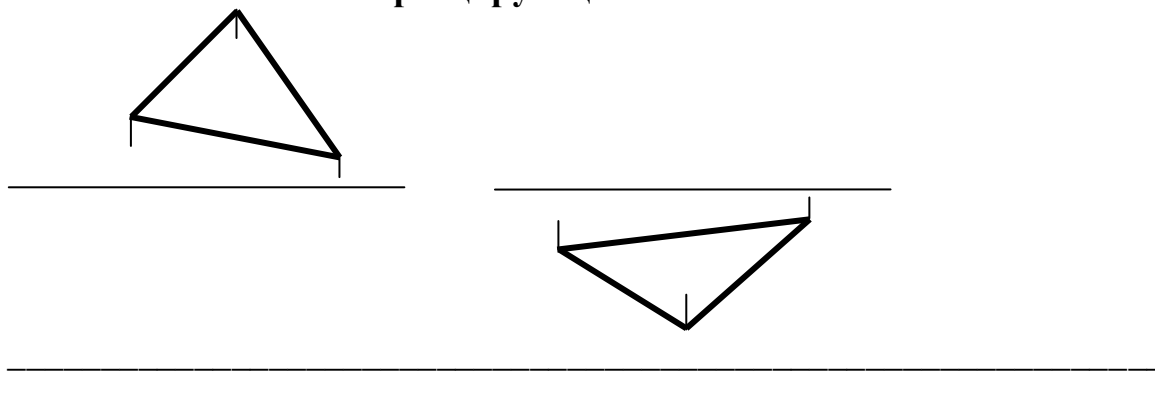
Рис. 14

- a — \_\_\_\_\_ ;  
 б — \_\_\_\_\_ ;  
 в — \_\_\_\_\_ ; з — \_\_\_\_\_ ;  
 д — \_\_\_\_\_ ; е — \_\_\_\_\_ .

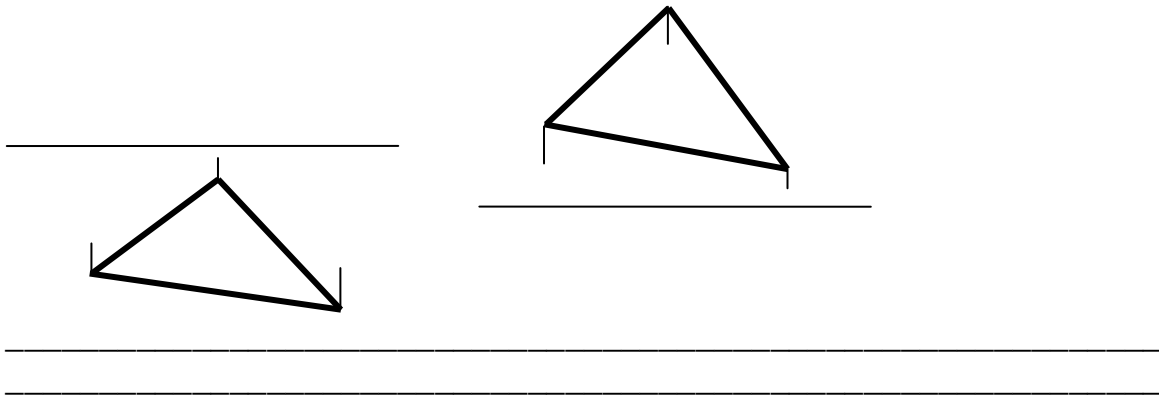
**Положение плоскости относительно плоскостей проекции.  
Плоскость общего положения — \_\_\_\_\_**



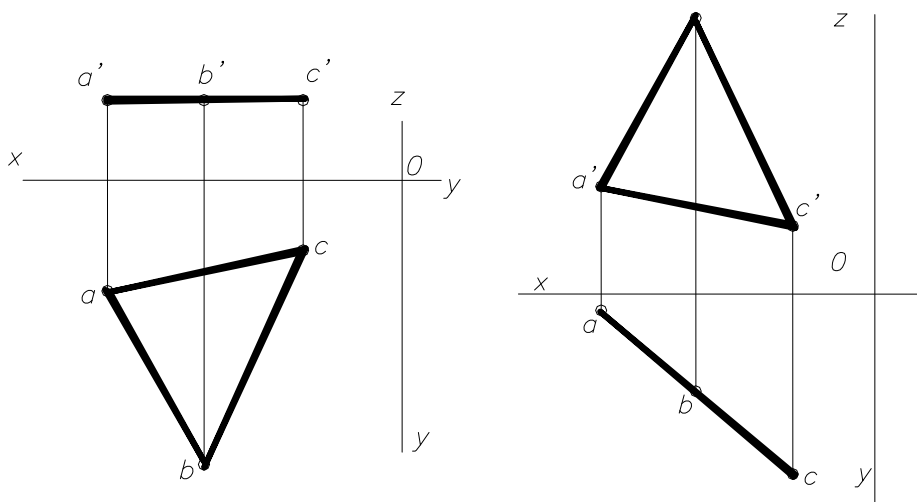
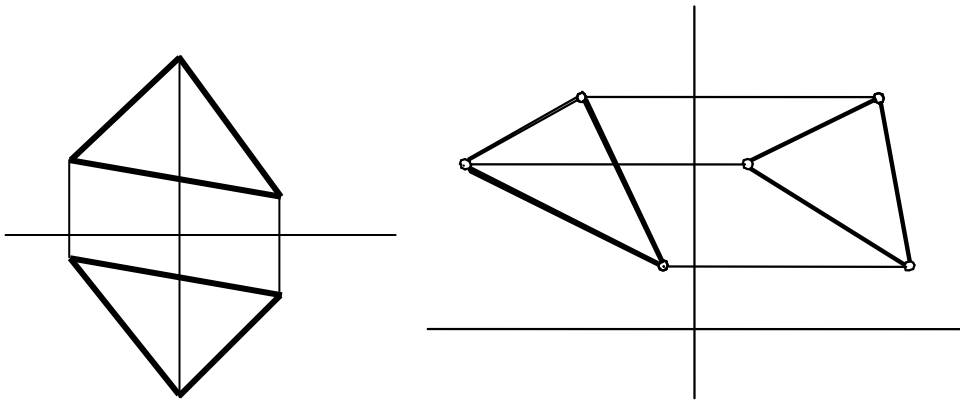
**Проецирующие плоскости**



## Плоскости уровня

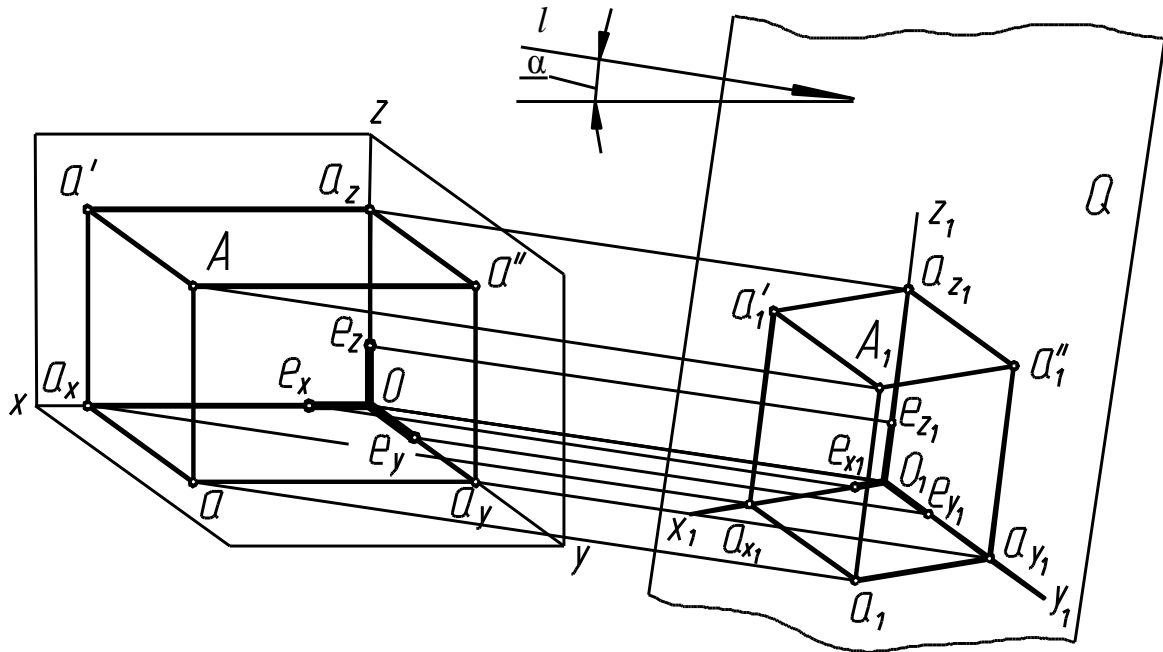


**Задание.** Постройте недостающую проекцию плоскости на эюре.



## АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

**Новые слова:** Аксонометрия, картинная плоскость, вторичная проекция, аксонометрические оси, изометрия, изометрическая проекция окружности, эллипс, величина большой оси эллипса, величина мало оси эллипса.

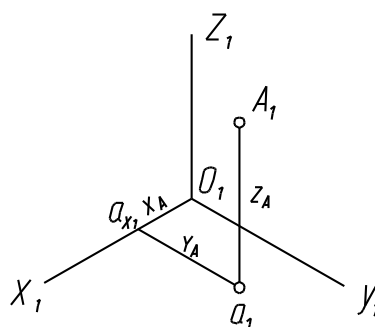
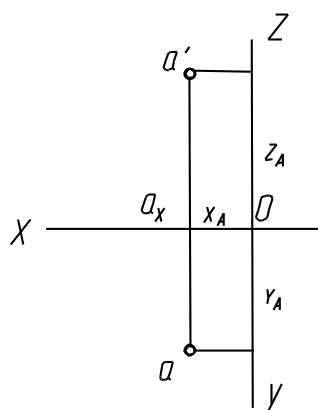
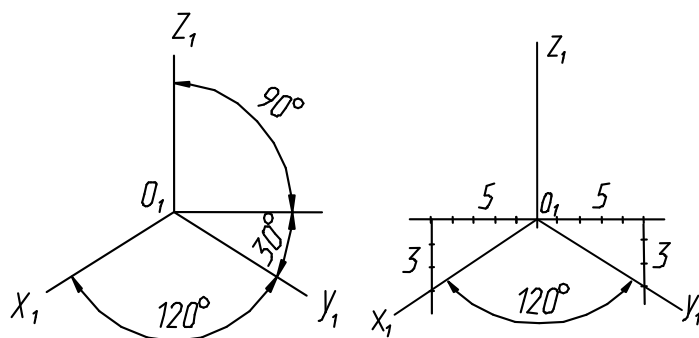


Комплексный чертеж является графически простым и удобно измеряемым. Но по нему не всегда легко представить предмет в пространстве. Необходим чертеж, дающий и наглядное представление. Он может быть получен при проецировании предмета вместе с осями координат на одну плоскость. В этом случае на одной проекции можно получить наглядное и метрически определенное изображение. Такие виды изображений называют *аксонометрическими проекциями*. Слово «аксонометрия» (от гр. *axo* – ось и *metreo* – измеряю) переводится как «измерение по осям». Способ аксонометрического проецирования состоит в том, что фигура вместе с осями прямоугольных координат (к которым она отнесена в пространстве) проецируется на некоторую плоскость. Эту плоскость называют *плоскостью аксонометрических проекций*, или *картинной плоскостью*.

$Q$  – \_\_\_\_\_;  $l$  – \_\_\_\_\_;  
 $\alpha$  – \_\_\_\_\_;  $x_1, y_1, z_1$  – \_\_\_\_\_;  
 $A_1$  – \_\_\_\_\_;  $a_1, a'_1, a''_1$  – \_\_\_\_\_;

### Прямоугольная параллельная изометрия.

В прямоугольной изометрической проекции коэффициенты искажения по всем трем осям одинаковы ( $m=n=k$ ) и равны 0,82, а аксонометрические оси  $x_1, y_1, z_1$  образуют друг с другом углы в  $120^\circ$ . Но на практике изометрию для упрощения выполняют приведенной, принимая коэффициенты  $m=n=k=1$ . При этом изображение увеличивается в 1,22 раза.

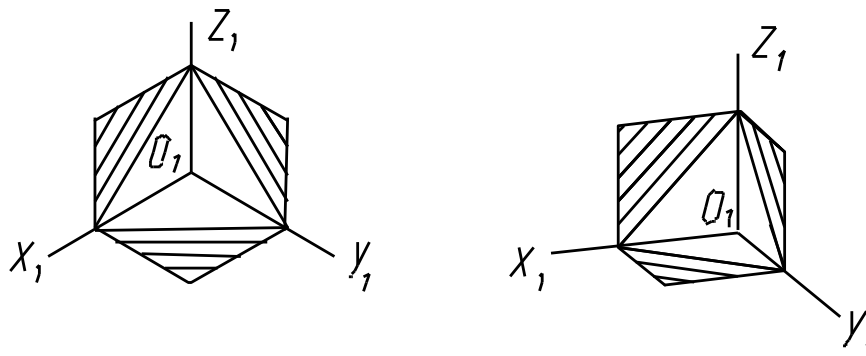


Если даны ортогональные проекции точки  $A$ , то для построения изометрической проекции этой точки проводим аксонометрические оси. Далее от начала координат точки  $O_1$  по оси  $x_1$  откладываем отрезок  $o_1a_{x1}$ , равный координате  $x_A$  точки  $A$ . Координату  $x_A$  берем с комплексного чертежа.

Из точки  $a_{x1}$  проводим прямую, параллельную оси  $y_1$ , и на ней откладываем отрезок, равный координате  $y_A$  точки  $A$ , получаем точку  $a_1$ ; из точки  $a_1$  проводим отрезок, параллельный оси  $z_1$  и равный координате  $z_A$  точки  $A$ . Полученная точка  $A_1$  – изометрическая проекция точки  $A$ .



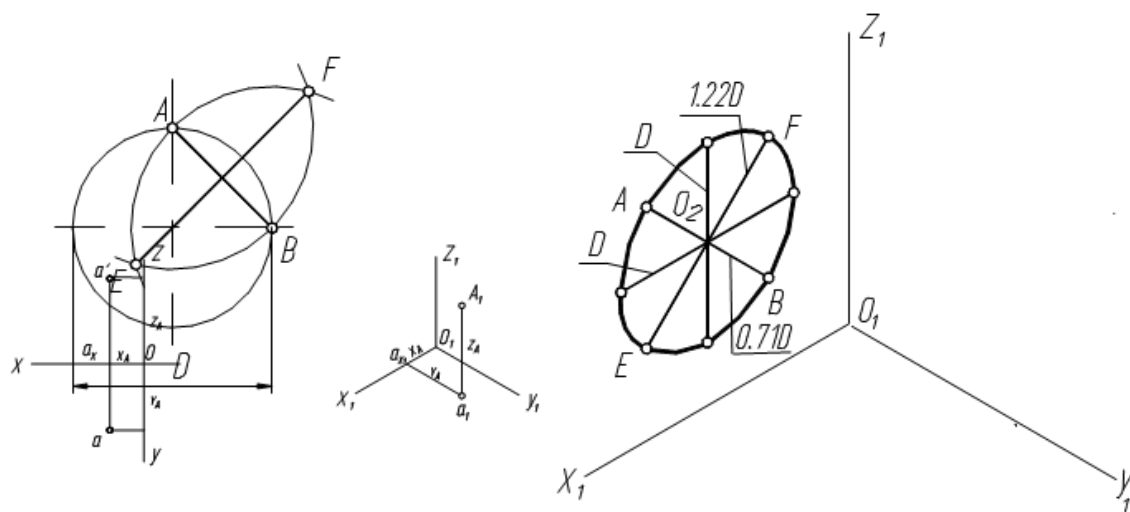
Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях проводят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям.



### Изометрическая проекция окружности

При построении приведенной аксонометрии размеры увеличиваются в 1,22 раза. Поэтому величина большой оси эллипса составляет  $1,22D$ , а величина малой оси –  $0,71D$ .

**Графический способ определения размеров осей эллипса.** Вычерчиваем окружность диаметра  $D$ , хорда  $AB = 0,71D$  (величина малой оси эллипса). Приняв за центр точки  $A$  и  $B$ , радиусом, равным  $AB$ , проводим дуги до их взаимного пересечения. Полученные точки  $E$  и  $F$  соединяем прямой линией.  $EF = 1,22D$  – величина большой оси эллипса.




---



---

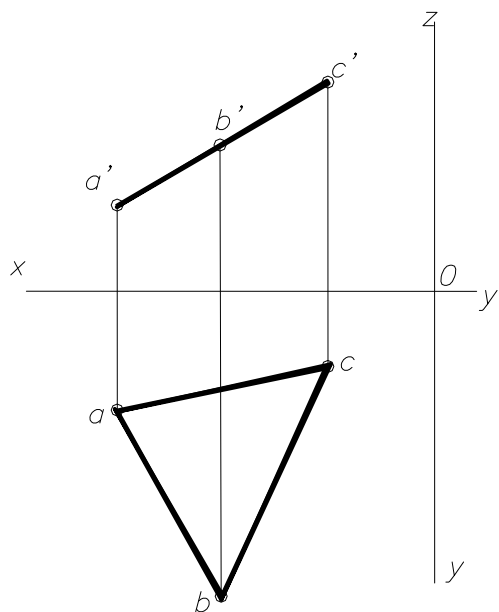


---

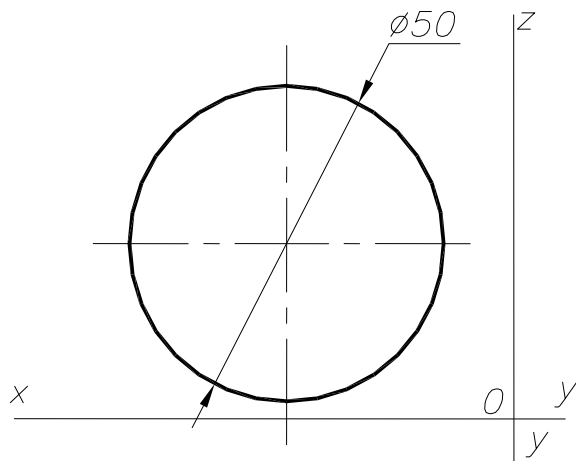


---

**Задание.** По ортогональным проекциям плоской фигуры построить прямоугольную изометрию.



**Задание.** Постройте прямоугольную изометрию окружности, которая принадлежит плоскости  $V$ .

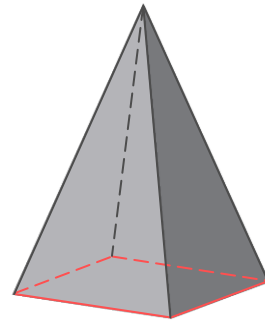
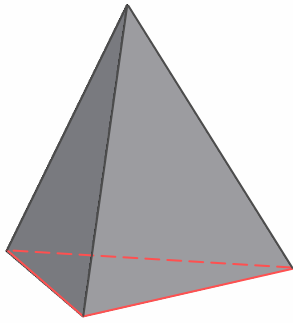


## ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ.

**Новые слова:** Геометрическое тело, тело вращения, призма, куб, параллелепипед, пирамида, ребро, грань, основание, шар, цилиндр, конус.

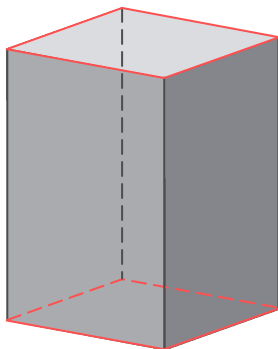
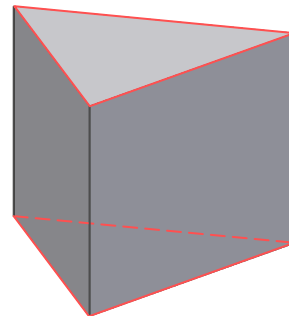
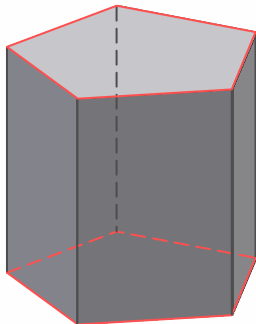
**Пирамида** – это \_\_\_\_\_

---



**Призма** – это \_\_\_\_\_

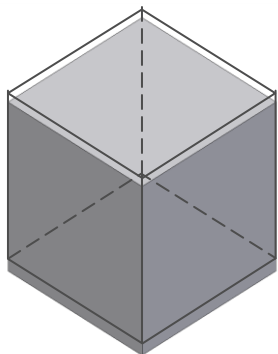
---



**Параллелепипед** – это \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

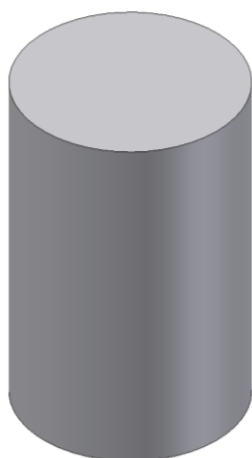
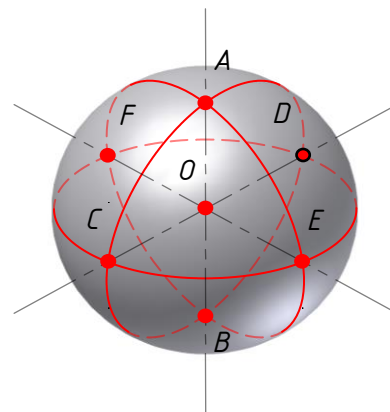
\_\_\_\_\_



**Куб** – это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

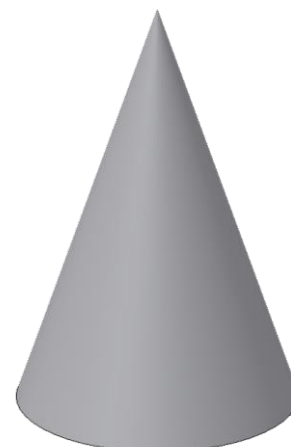
**Шар** – это

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**Цилиндр** – это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

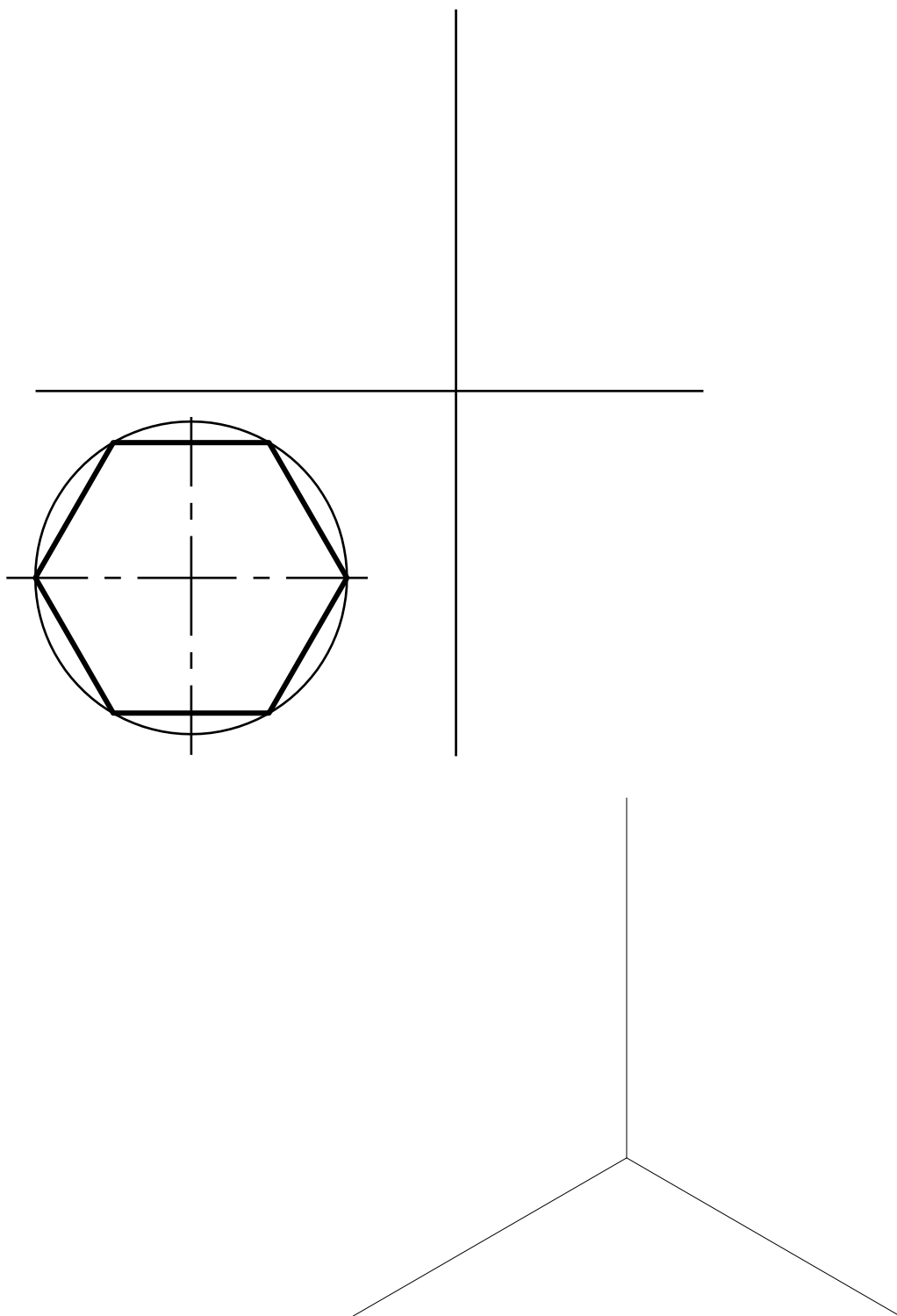
**Конус** – это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



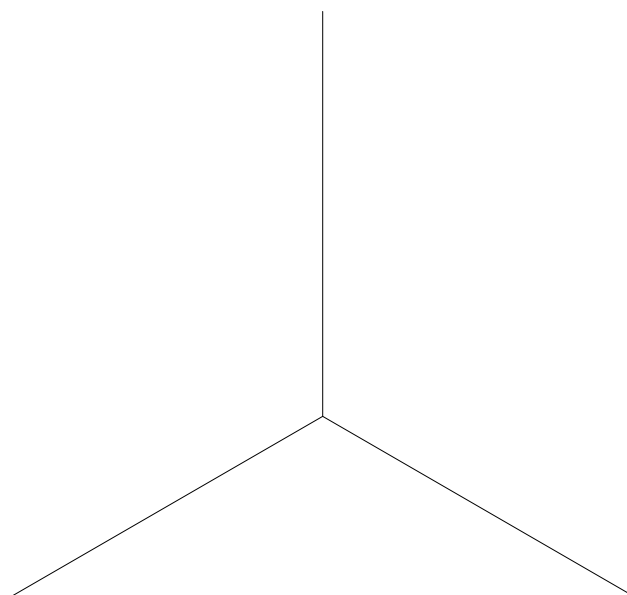
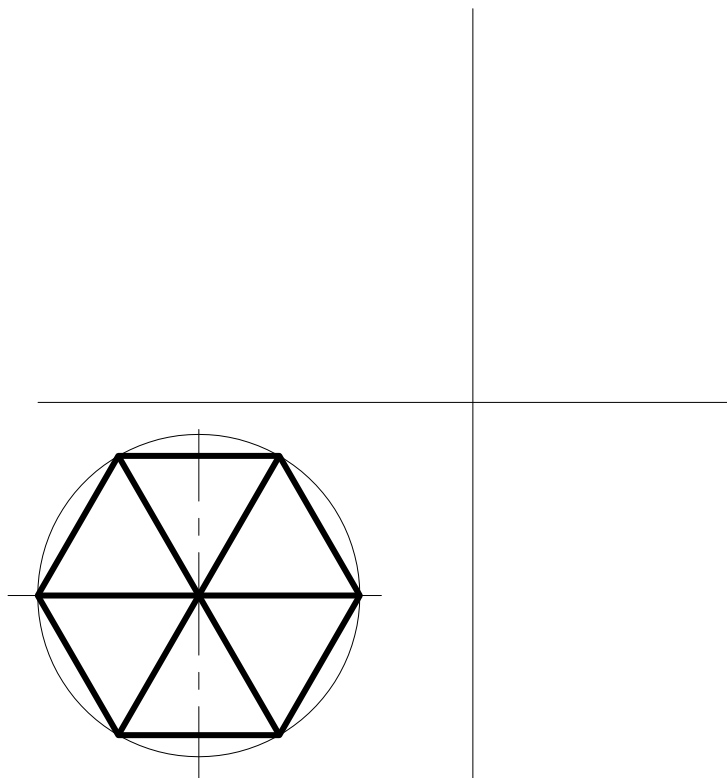
В зависимости от положения геометрического тела относительно фронтальной плоскости проекций его проекциями на ней могут быть следующие плоские фигуры: у куба – только квадрат; у прямоугольного параллелепипеда – прямоугольники, соответствующие размерам его граней; у цилиндра – прямоугольник, круг; у конуса – треугольник, круг; у шара – только круг; у правильной пирамиды – треугольник или треугольники, многоугольник с биссектрисами углов; у правильной призмы – прямоугольник, прямоугольники, многоугольник.

### Построение проекций геометрических тел.

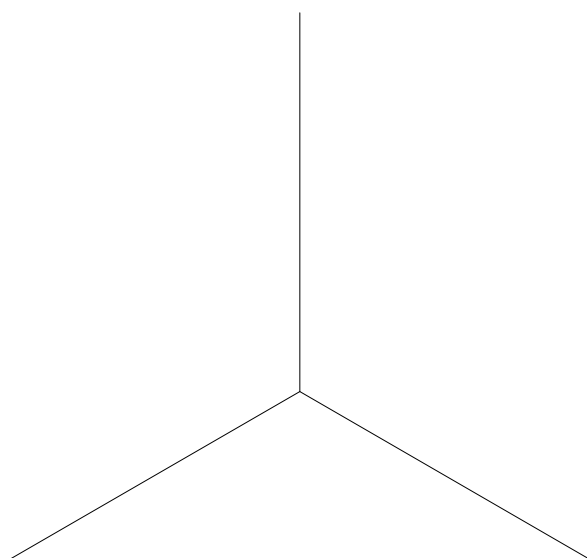
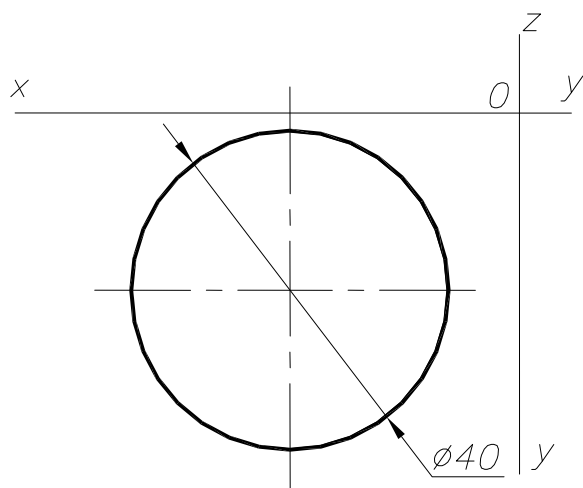
**Задание.** Постройте фронтальную и профильную проекции правильной призмы. Постройте прямоугольную изометрию этой призмы. Задана горизонтальная проекция основания призмы. Нижнее основание лежит в горизонтальной плоскости проекций, высота призмы 40 мм.



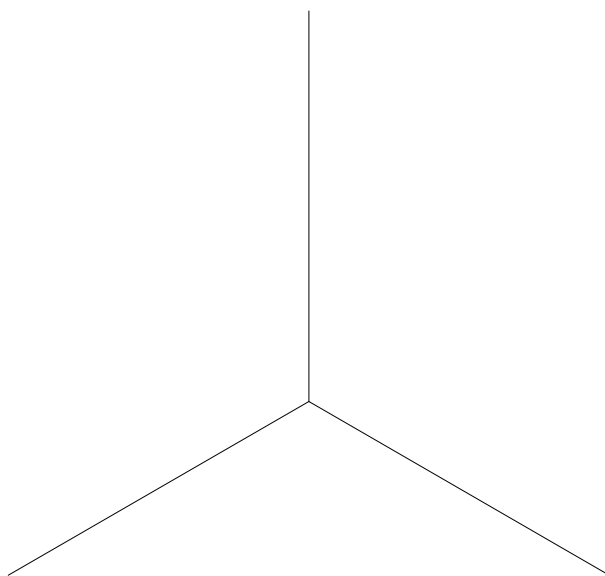
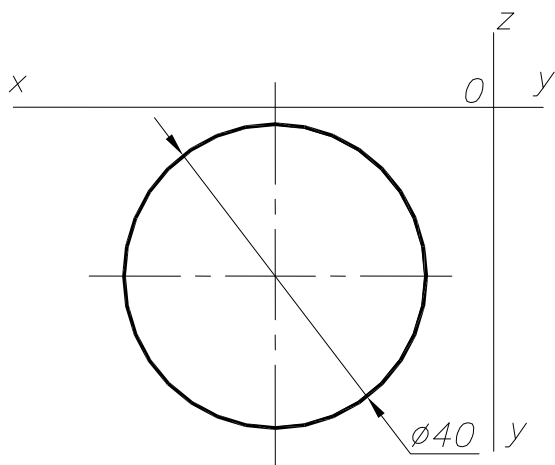
**Задание.** Постройте фронтальную и профильную проекции правильной пирамиды. Постройте прямоугольную изометрию этой пирамиды. Задана горизонтальная проекция основания пирамиды. Нижнее основание лежит в горизонтальной плоскости проекций, высота пирамиды 40 мм.



**Задание.** Постройте фронтальную и профильную проекции прямого кругового цилиндра. Постройте прямоугольную изометрию этого цилиндра. Задана горизонтальная проекция основания. Нижнее основание лежит в горизонтальной плоскости проекций, высота цилиндра 50 мм.

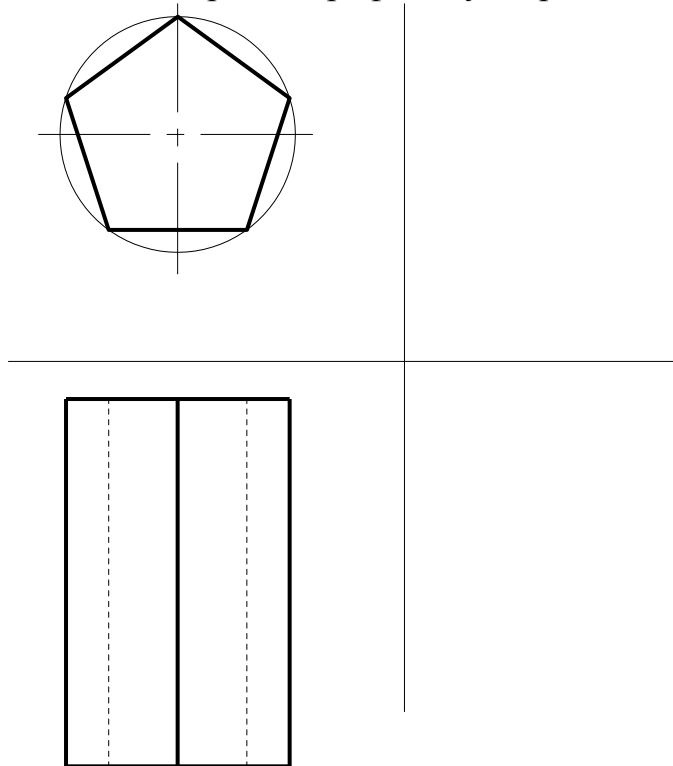


**Задание.** Постройте фронтальную и профильную проекции прямого кругового конуса. Постройте прямоугольную изометрию этого конуса. Задана горизонтальная проекция основания. Нижнее основание лежит в горизонтальной плоскости проекций, высота конуса 50 мм.

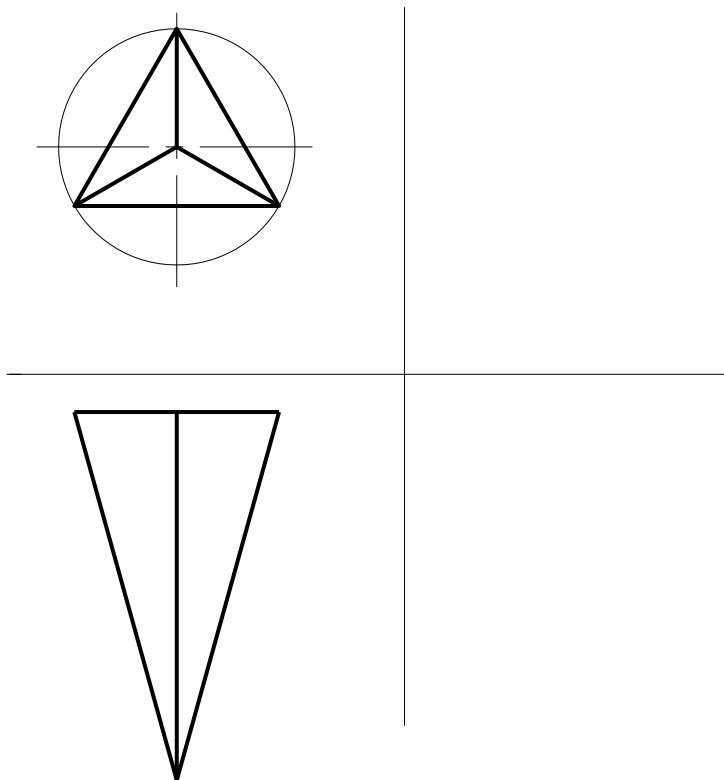




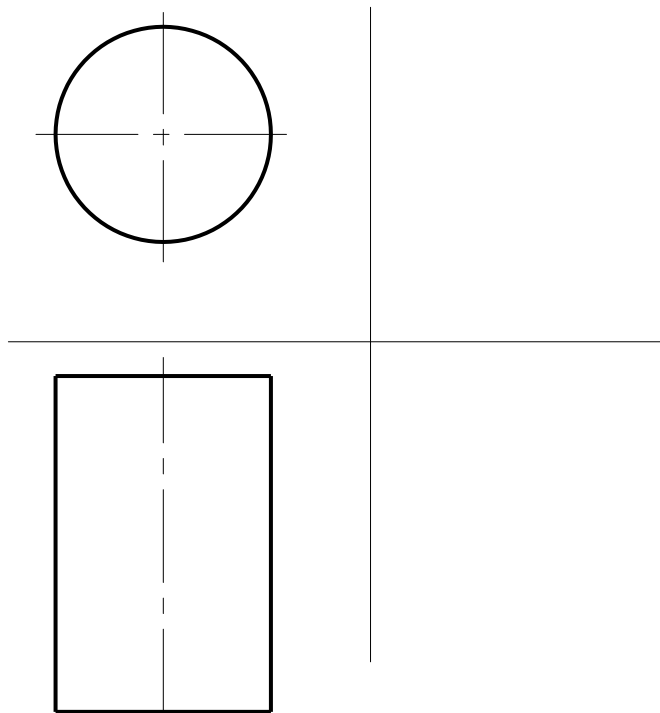
**Задание.** Постройте профильную проекцию призмы.



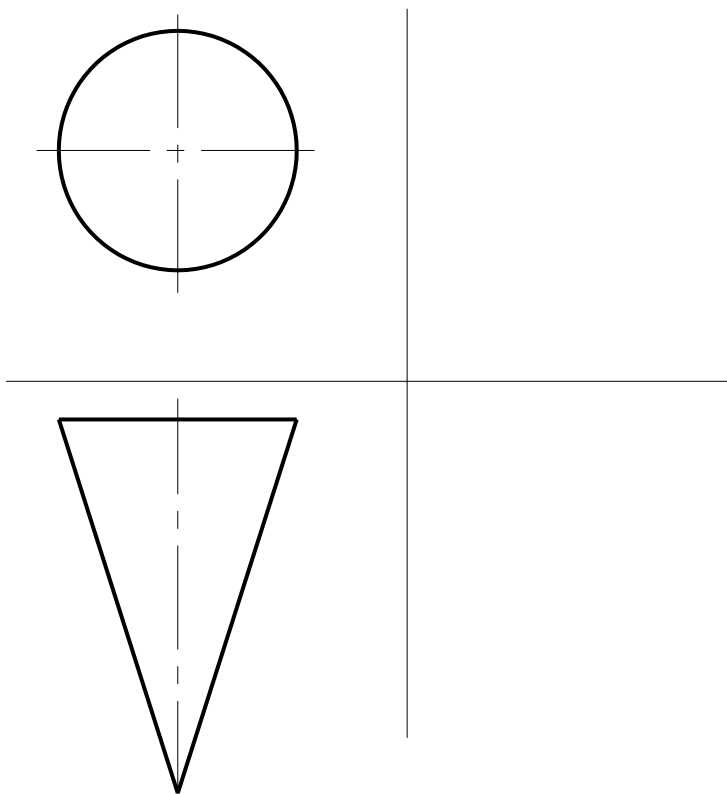
**Задание.** Постройте профильную проекцию пирамиды.



**Задание.** Постройте профильную проекцию прямого кругового цилиндра.



**Задание.** Постройте профильную проекцию прямого кругового конуса.



## ПОСТРОЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СЕЧЕНИЯ. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК.

**Новые слова:** *многогранник, сечение, развертка, усеченная фигура, триангуляция.*

Сечением \_\_\_\_\_

---

---

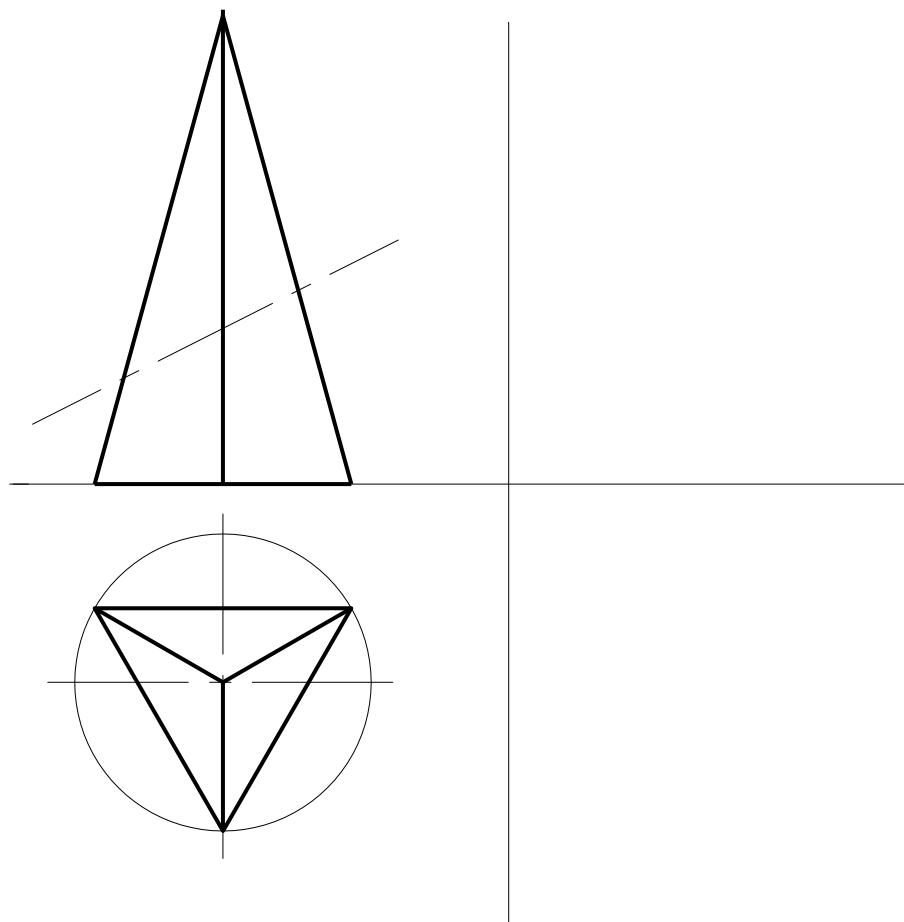
При пересечении поверхности геометрического тела проецирующими плоскостями или плоскостями уровня одна проекция сечения всегда совпадает с проекцией плоскости.

Разверткой поверхности \_\_\_\_\_

---

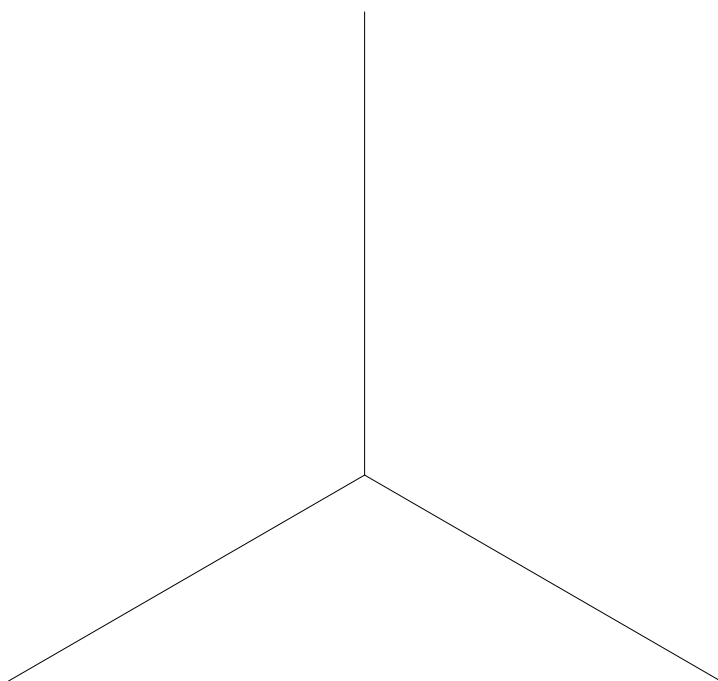
---

Построение развертки многогранной поверхности сводится, прежде всего, к определению натуральной величины граней.



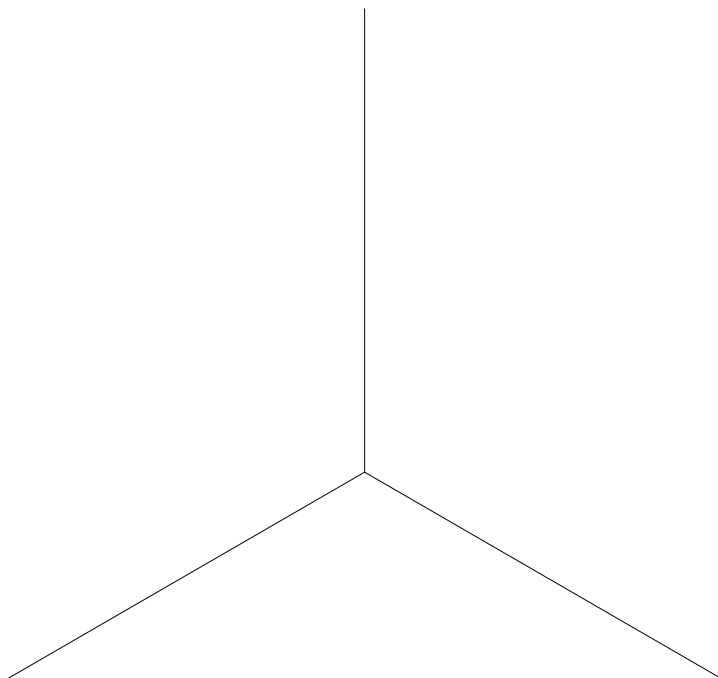
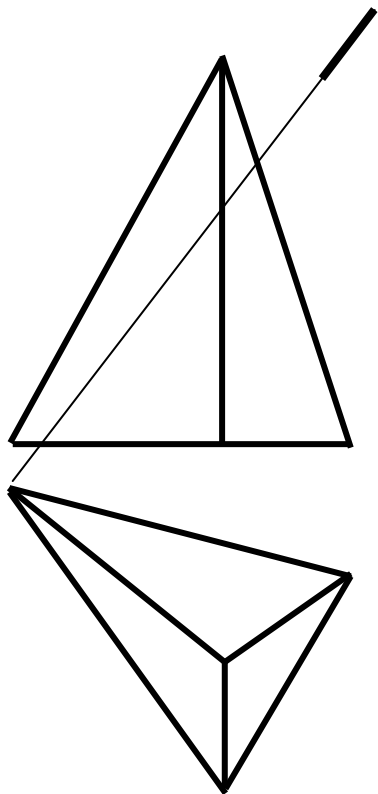
Построение развертки.

Построение изометрии усеченной пирамиды.

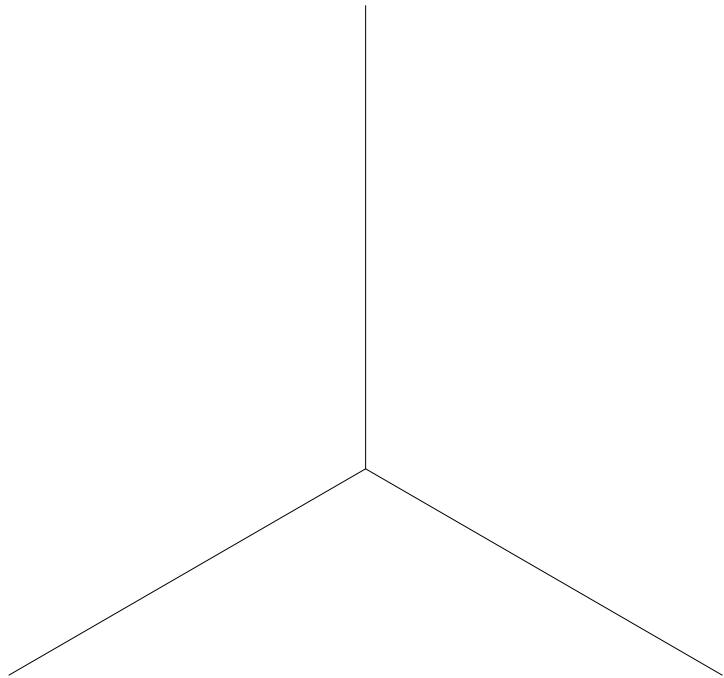
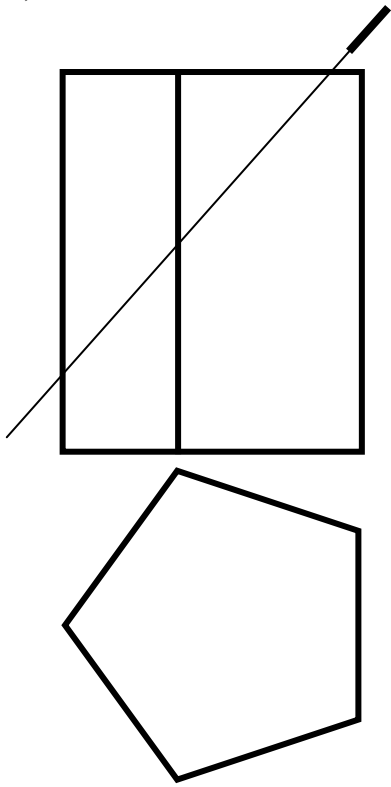


**Задание.** Постройте три проекции геометрического тела, сечение проецирующей плоскостью данных тел, натуральную величину сечений, развертки и изометрию усеченных поверхностей.

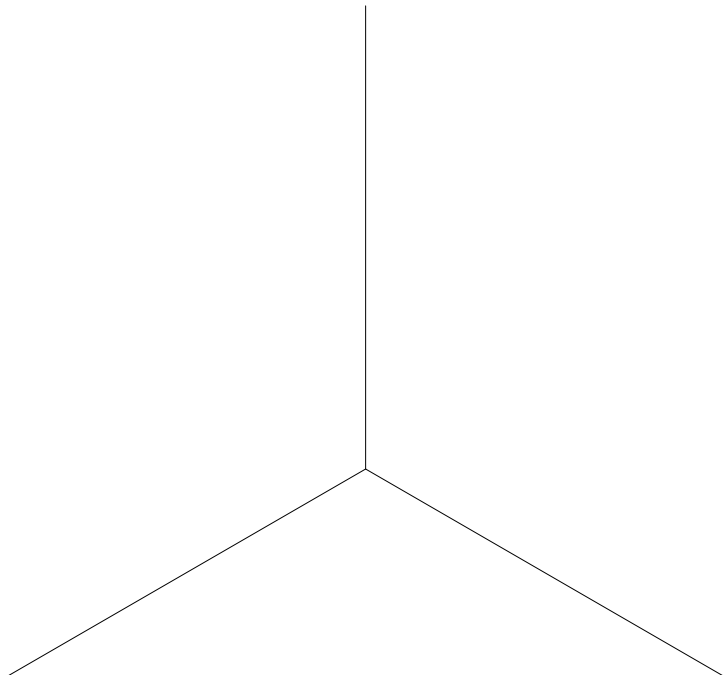
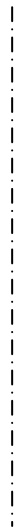
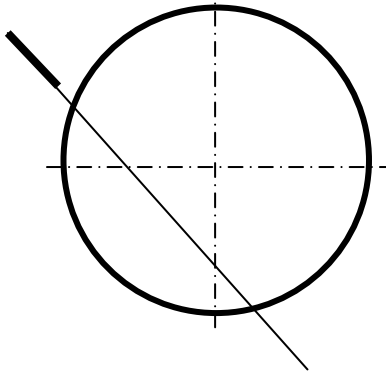
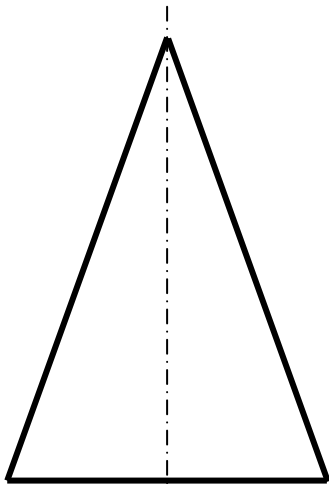
а)



6)

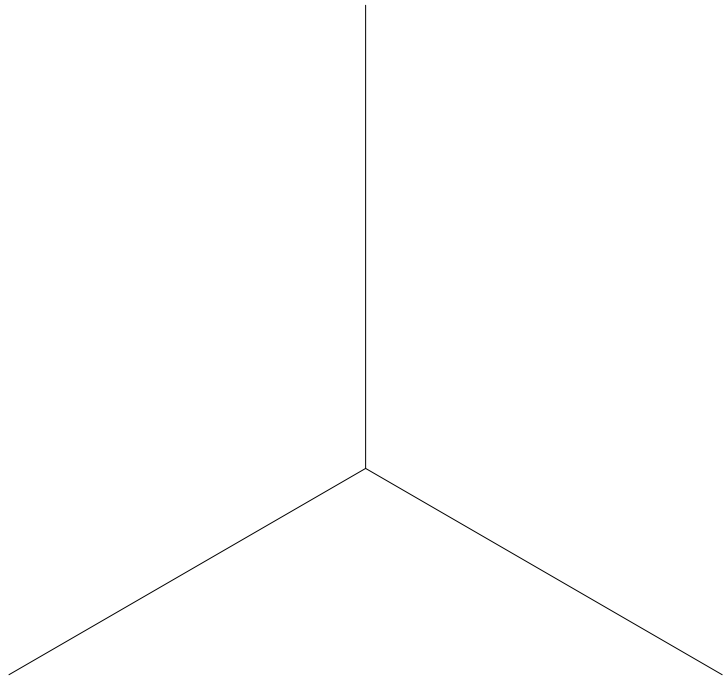
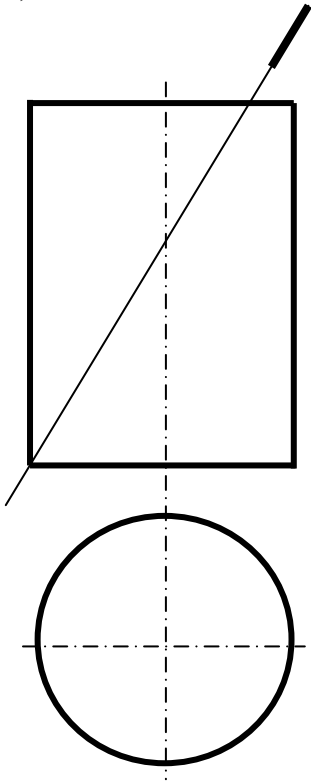


B)





г)



# Изображения

*Вид, основной вид, дополнительный вид, местный вид, высота, габаритные размеры, ребро, разрез, сложный разрез, сечение, вынесенные сечения, наложенные сечения.*

## Виды

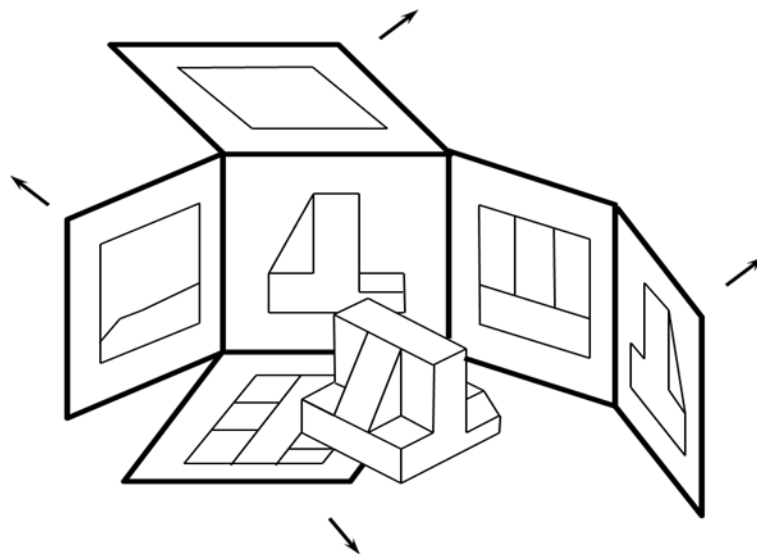
**Вид** – это \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Для уменьшения количества изображений допускается показывать на видах невидимые части поверхности предмета (штриховыми линиями).

**Основные виды** - \_\_\_\_\_

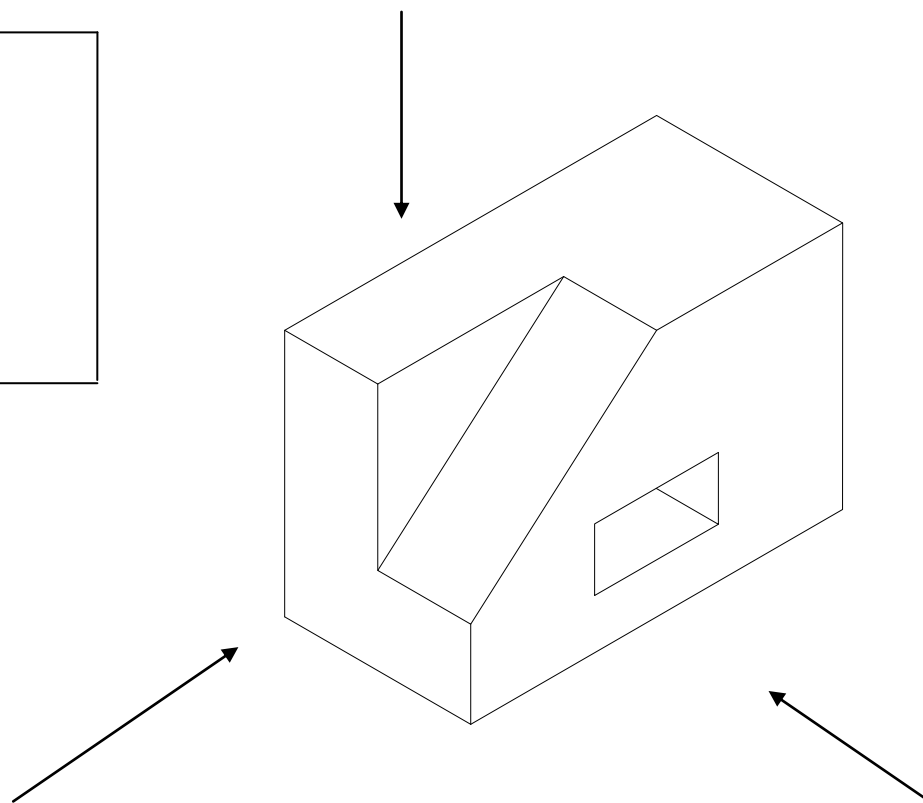
\_\_\_\_\_



Правила обозначения видов

## Проекции (виды) предмета

По заданной прямоугольной изометрии модели начертите три проекции модели и поставьте размеры. Внутреннее строение модели начертите линиями невидимого контура. Масштаб 1:1

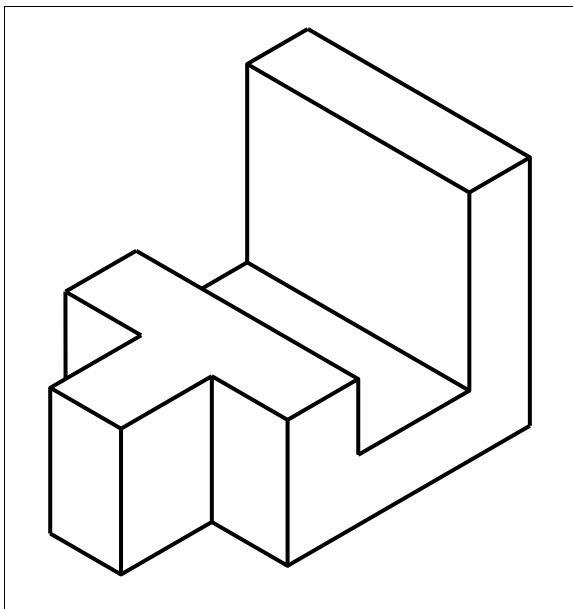


## Выполнение чертежей деталей.

### Вариант 1

По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

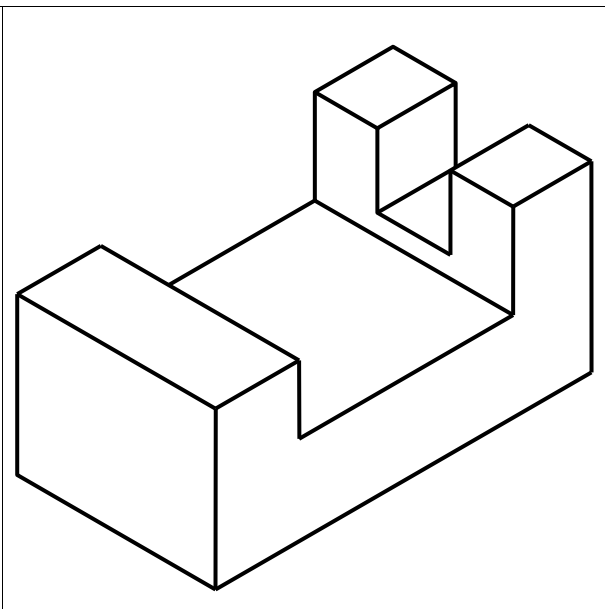
Масштаб 1:1



### Вариант 2

По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

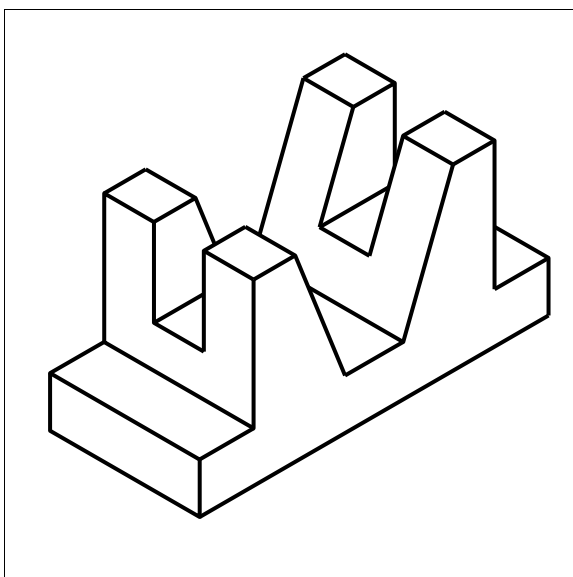
Масштаб 1:1



### Вариант 3

По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

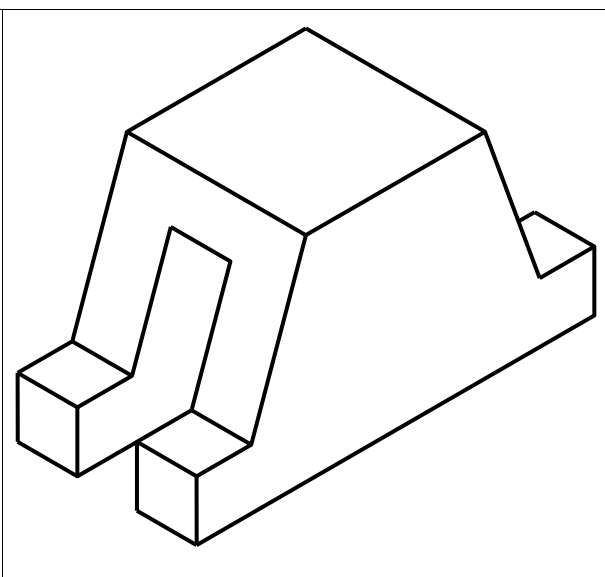
Масштаб 1:1



### Вариант 4

По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

Масштаб 1:1

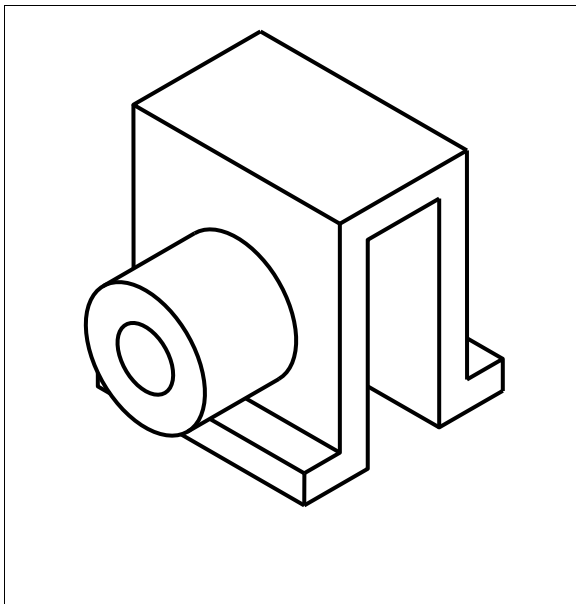




**Вариант 5**

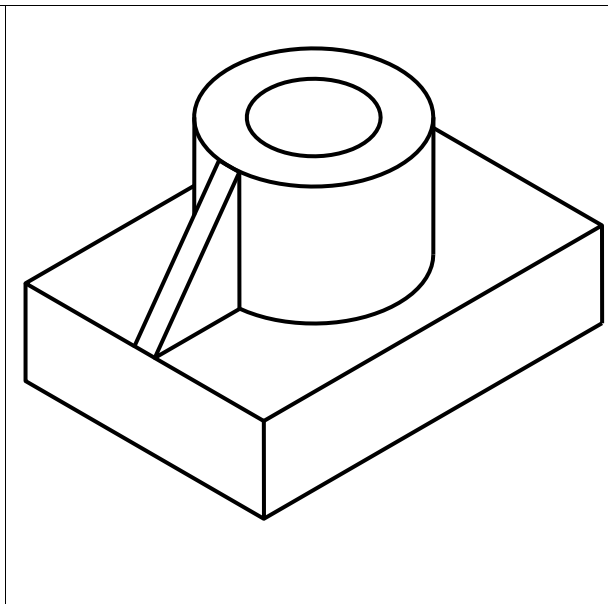
По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

Масштаб 1:1

**Вариант 6**

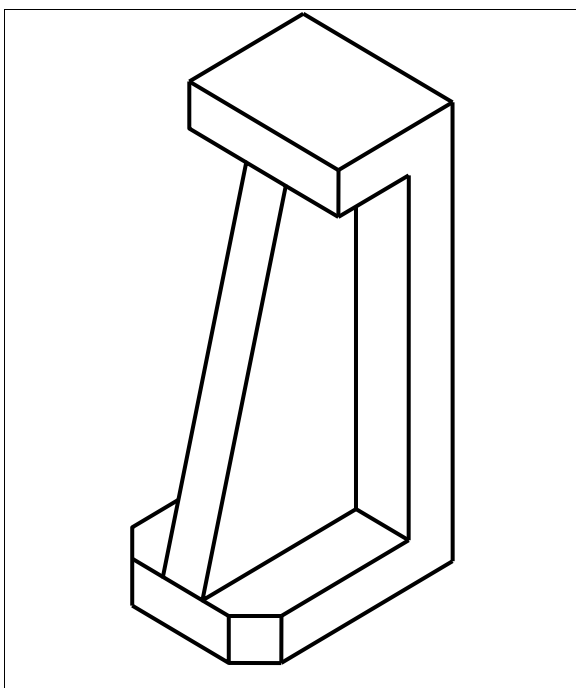
По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

Масштаб 1:1

**Вариант 7**

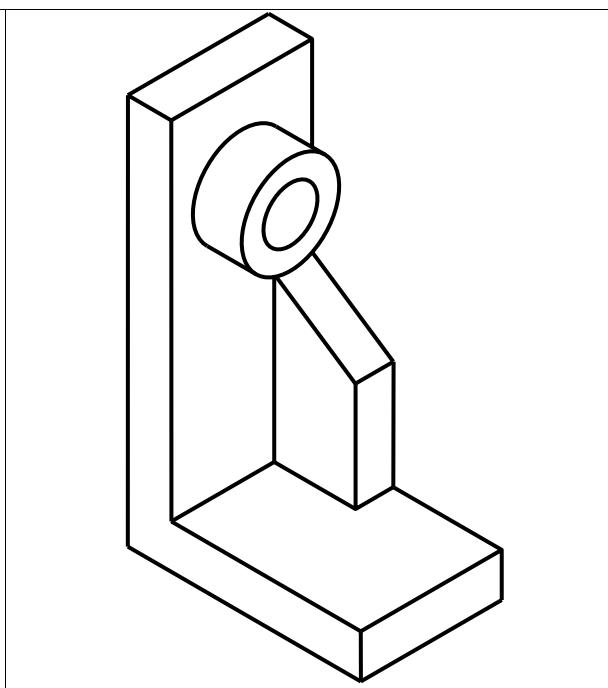
По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

Масштаб 1:1

**Вариант 8**

По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

Масштаб 1:1

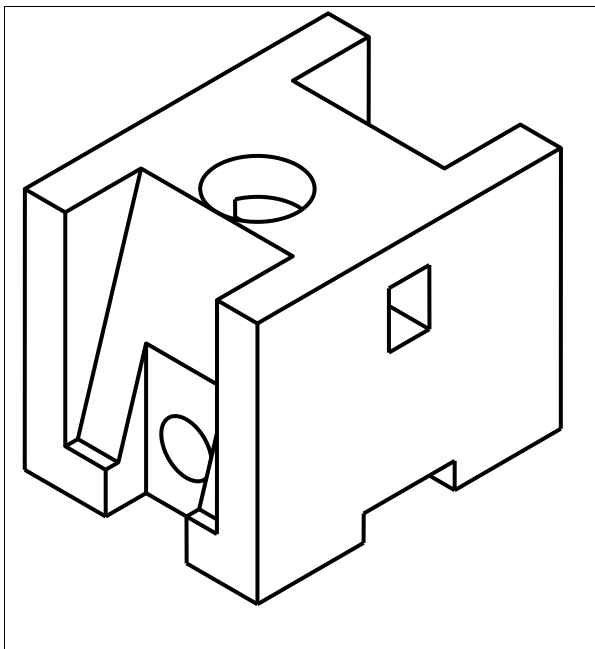




**Вариант 9**

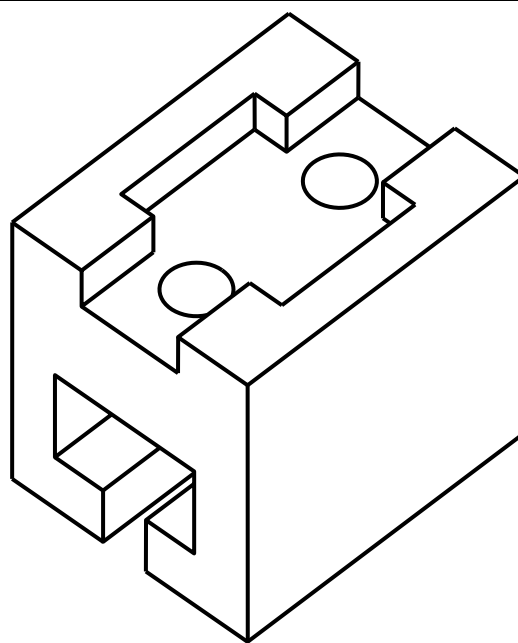
По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

Масштаб 1:1

**Вариант 10**

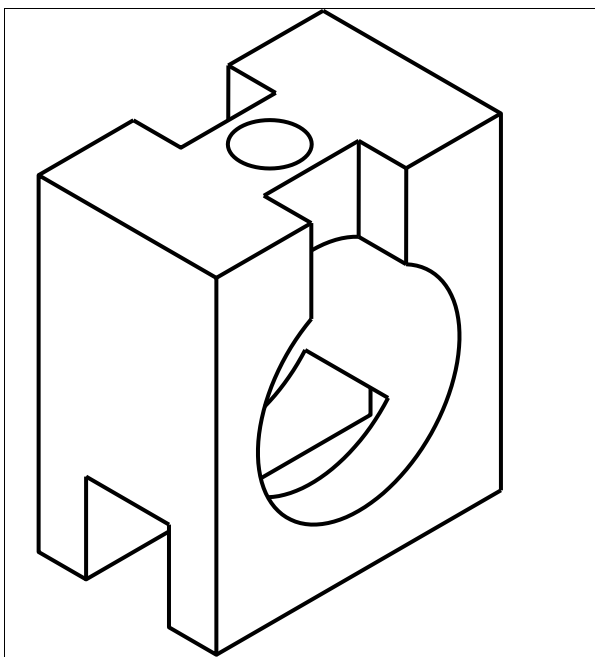
По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

Масштаб 1:1

**Вариант 11**

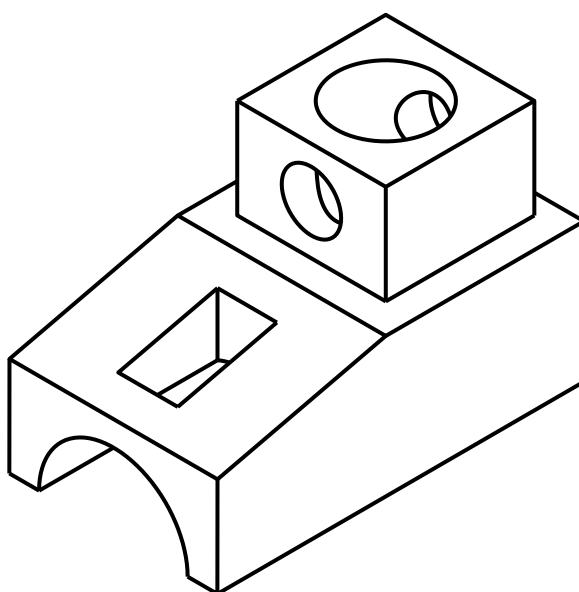
По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

Масштаб 1:1

**Вариант 12**

По данному пространственному изображению детали выполнить основные виды.

Масштаб 1:1





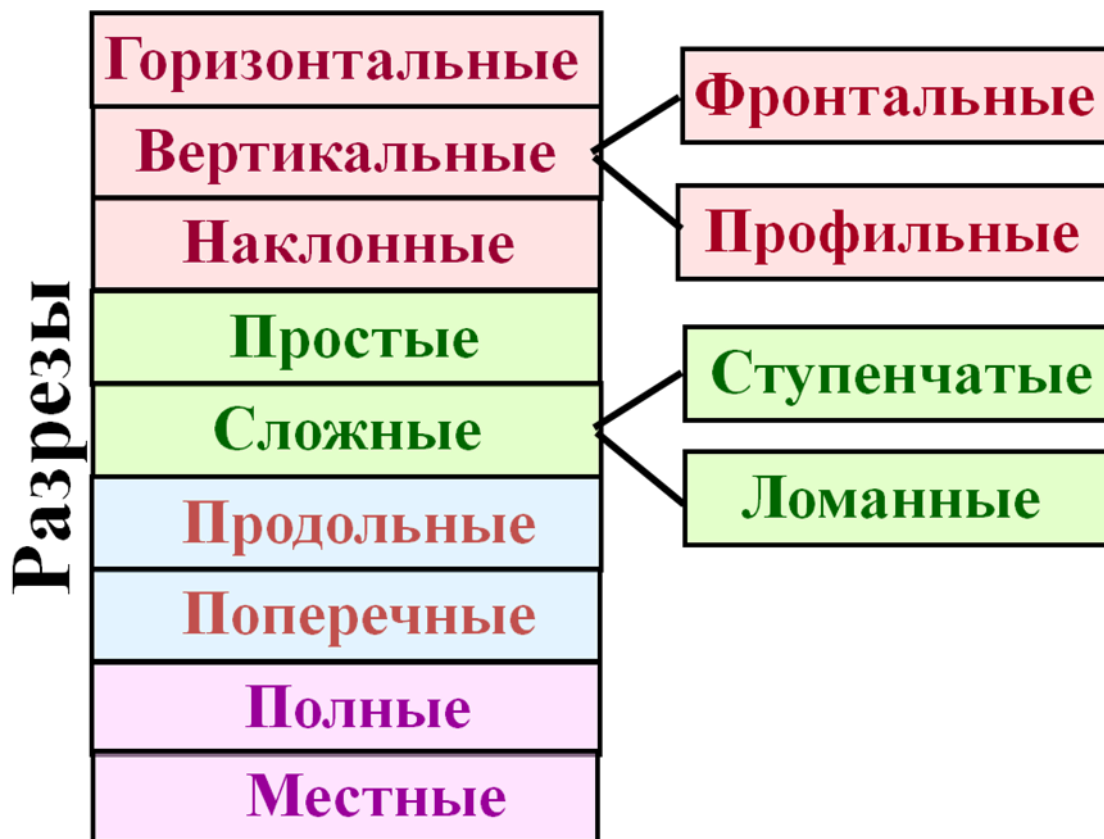


## Разрезы

Разрезом называется \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Как подразделяются разрезы в зависимости:

от положения секущей плоскости относительно плоскости проекций?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

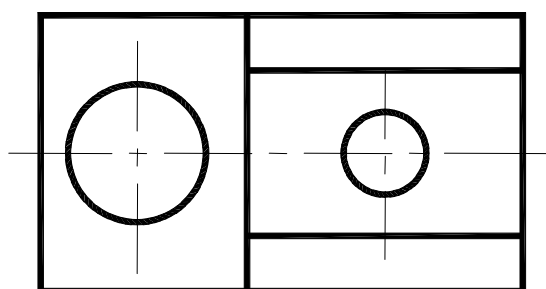
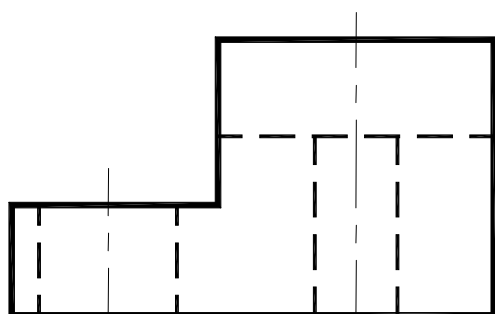
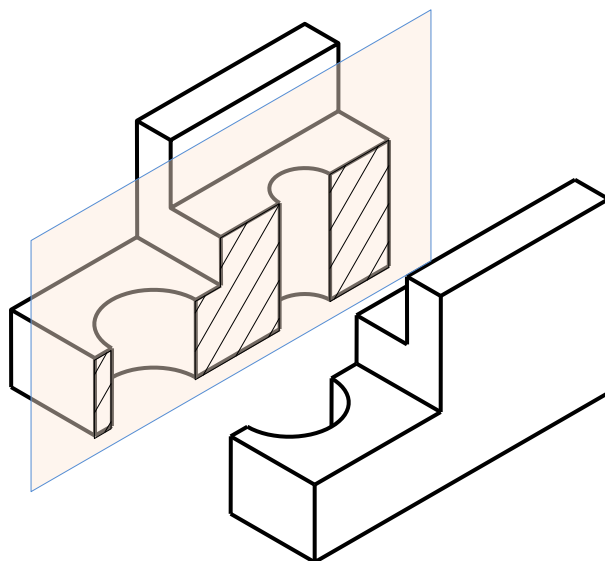
Как подразделяют разрезы в зависимости от числа секущих плоскостей?

\_\_\_\_\_

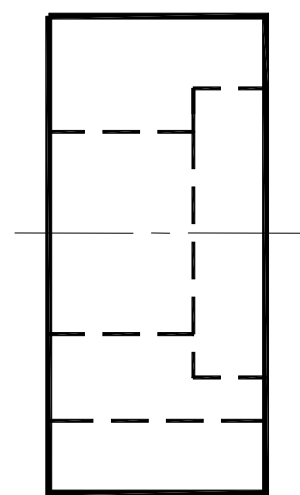
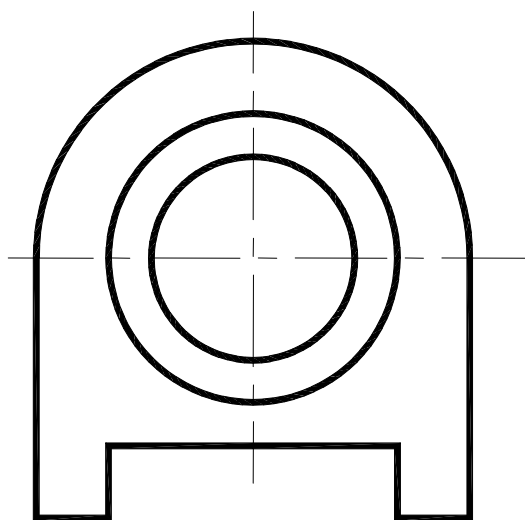
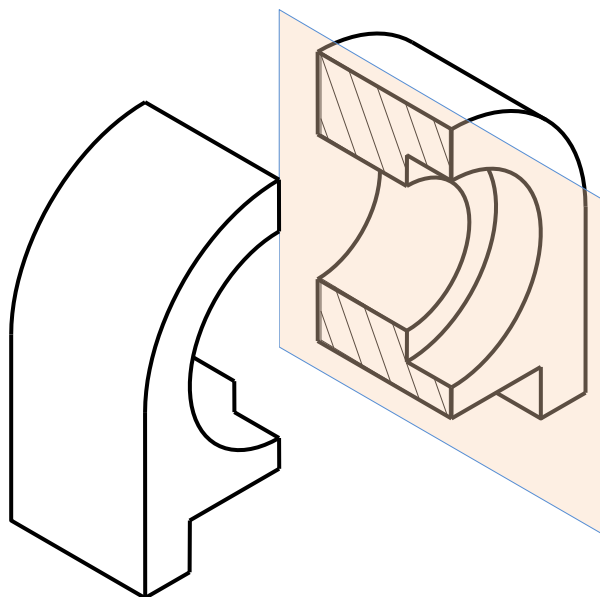
\_\_\_\_\_

Постройте простые разрезы на чертежах деталей.

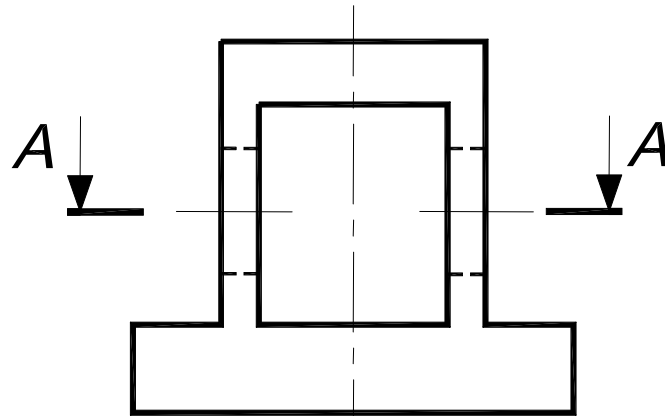
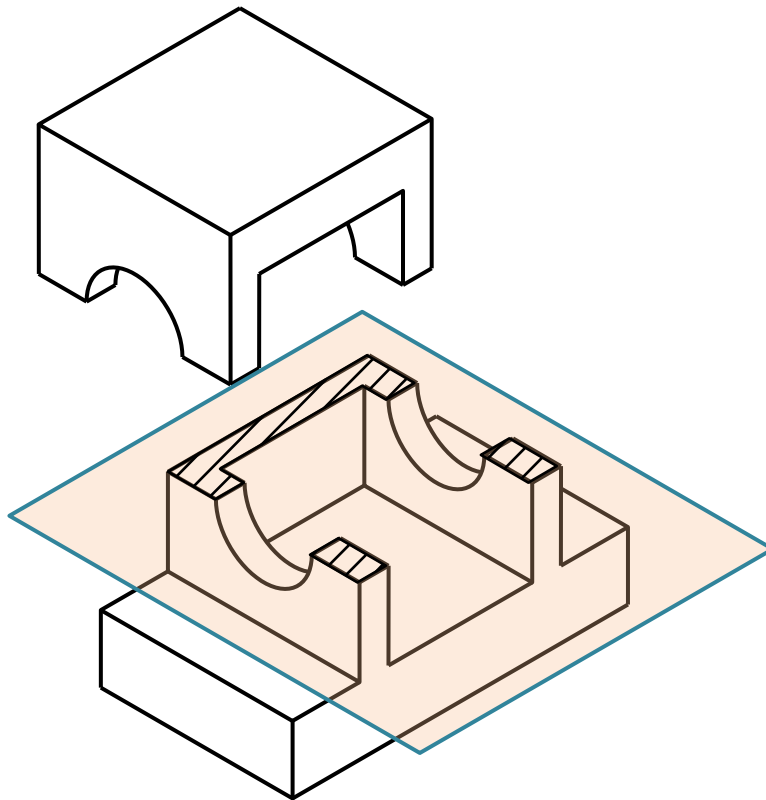
1. Фронтальный разрез



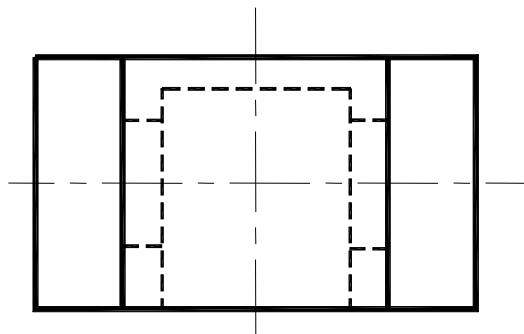
## 2. Профильный разрез



### 3. Горизонтальный разрез



A-A



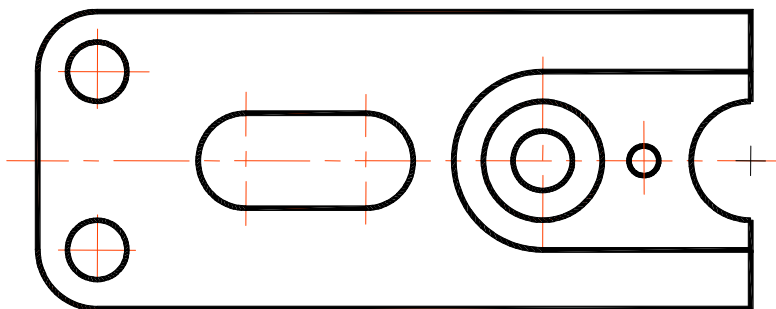
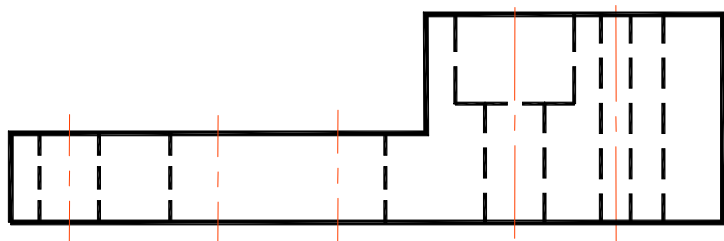
Как подразделяют сложные разрезы ? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Ступенчатый разрез** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

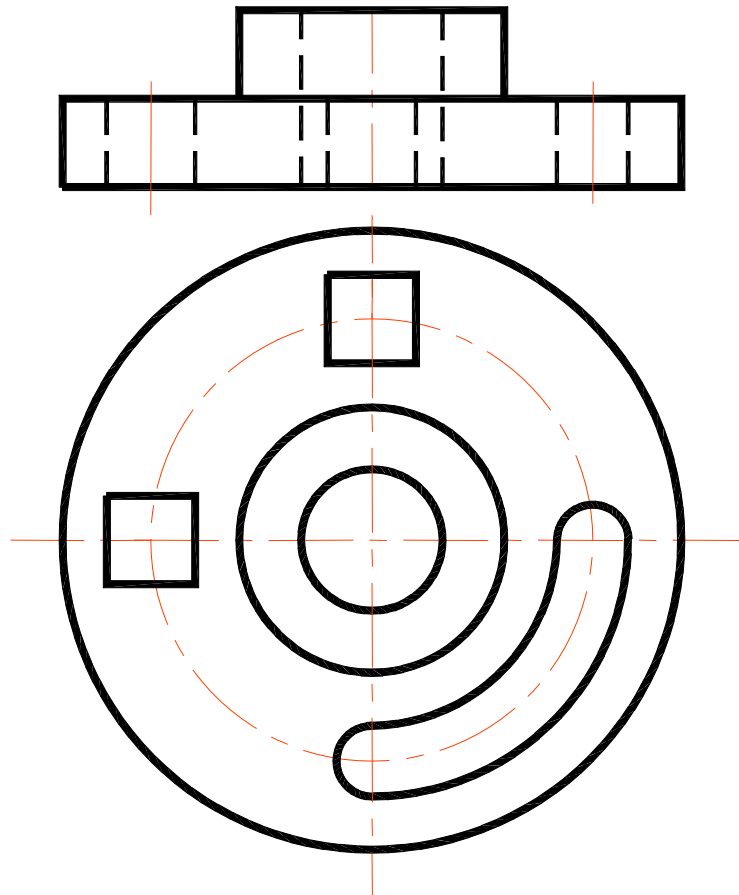
\_\_\_\_\_



## Ломаный разрез

---

---



*При выполнении сложных разрезов переход от одной секущей плоскости к другой на разрезе условно не показывают.*

## Местный разрез

---

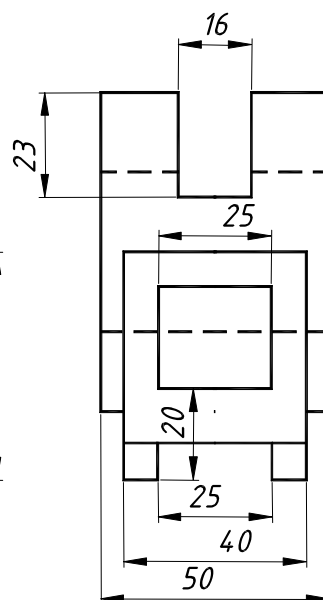
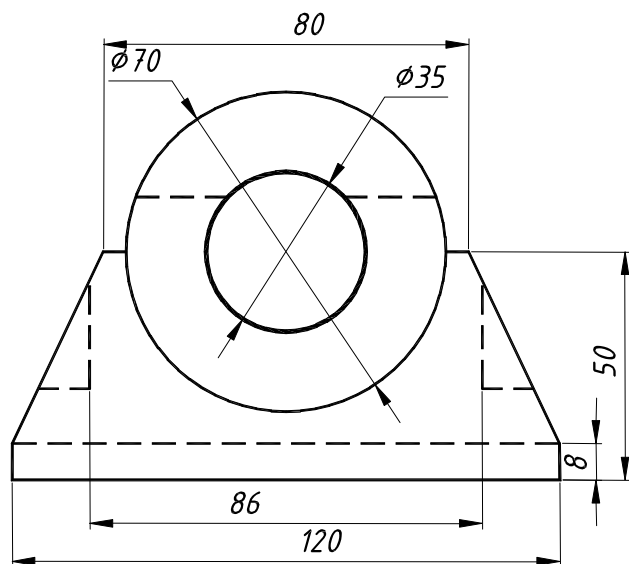
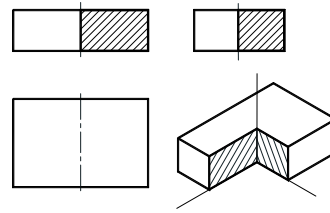
---

## Полный разрез

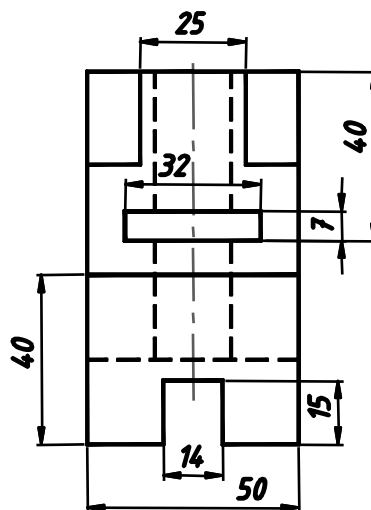
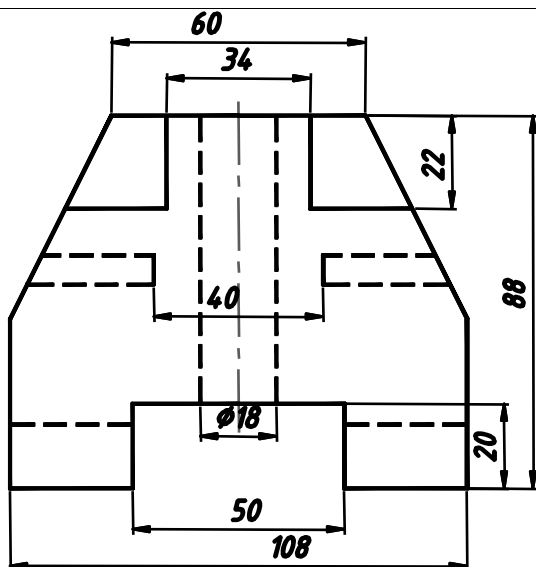
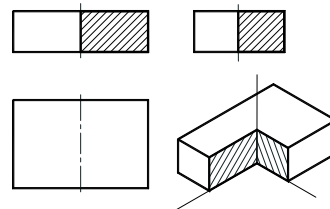
---

---

**Вариант 1.** Постройте три вида (проекции) и прямоугольную изометрию данной детали. Выполните необходимые разрезы. Масштаб 1:1

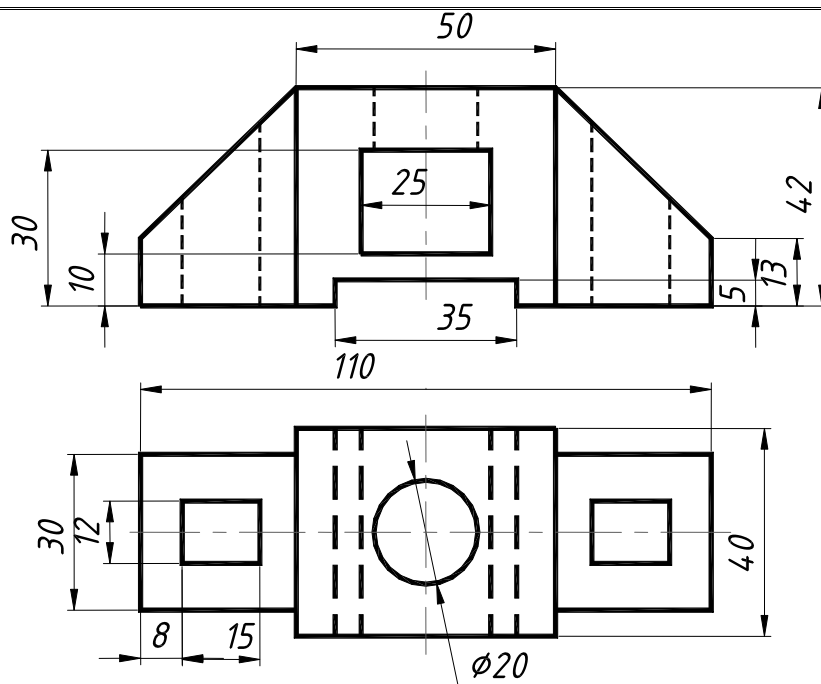
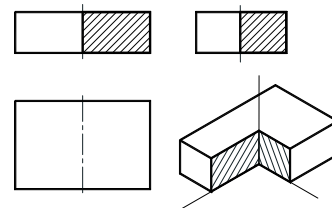


**Вариант 2.** Постройте три вида (проекции) и прямоугольную изометрию данной детали. Выполните необходимые разрезы. Масштаб 1:1

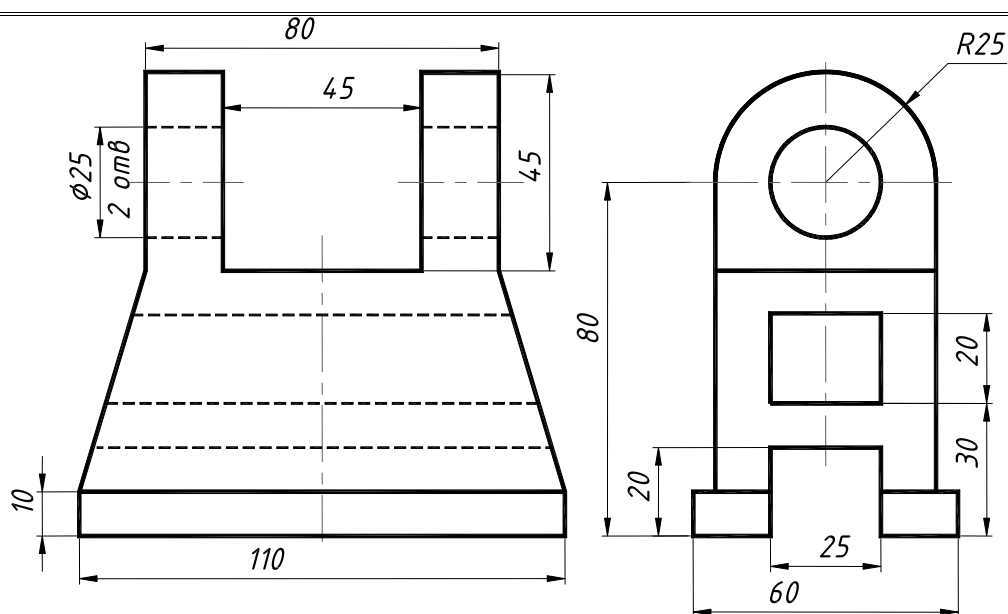
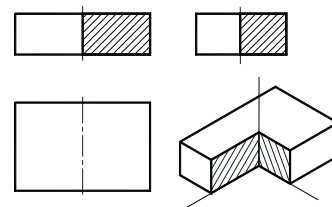




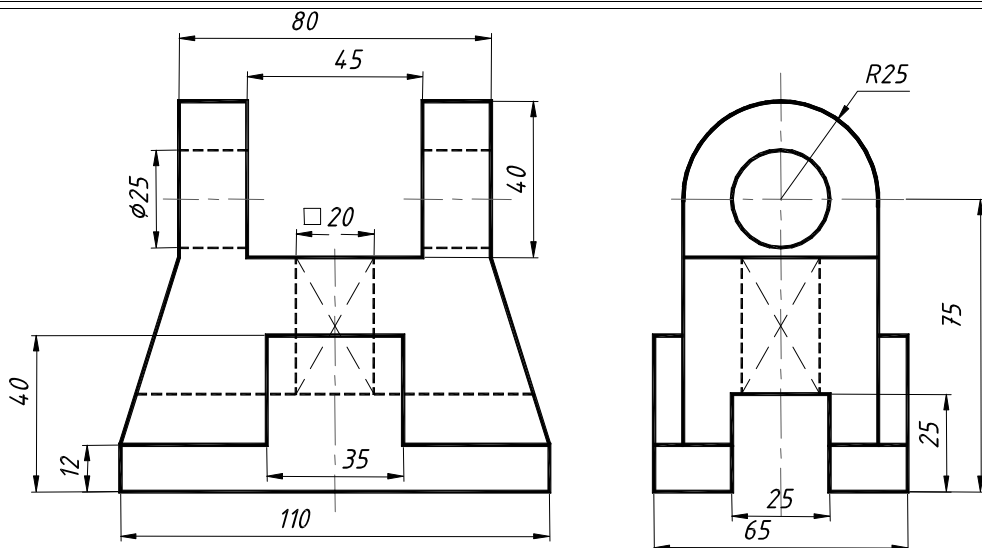
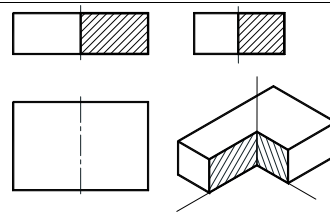
**Вариант 3.** Постройте три вида (проекции) и прямоугольную изометрию данной детали. Выполните необходимые разрезы. Масштаб 1:1



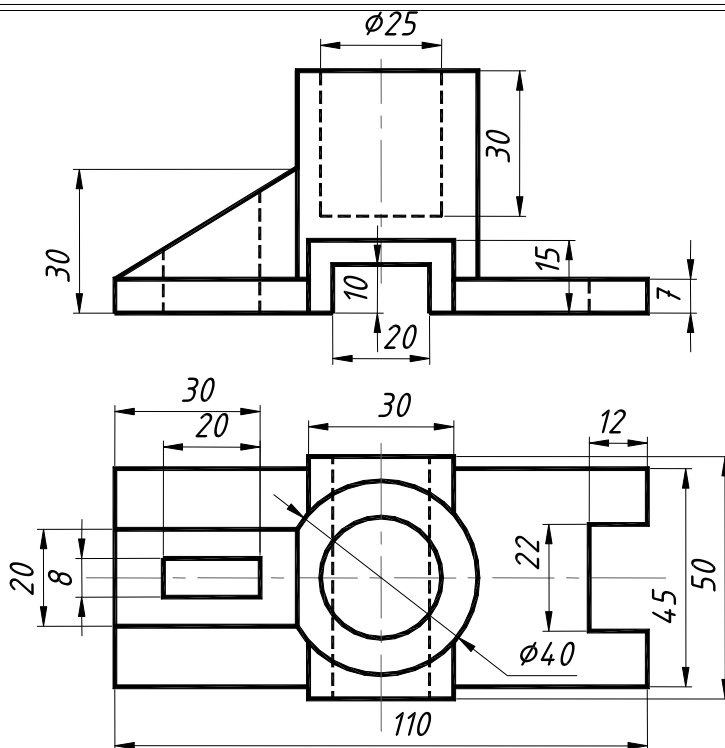
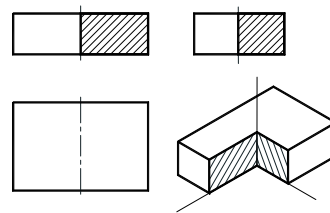
**Вариант 4.** Постройте три вида (проекции) и прямоугольную изометрию данной детали. Выполните необходимые разрезы. Масштаб 1:1



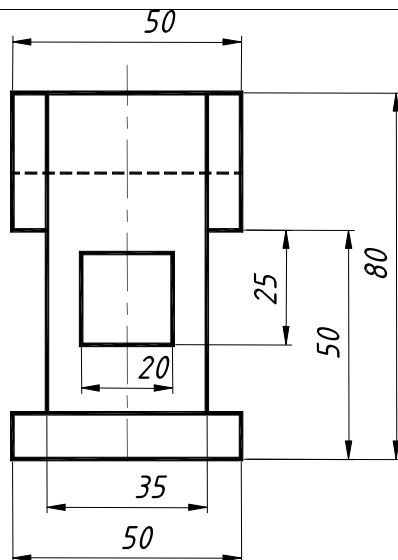
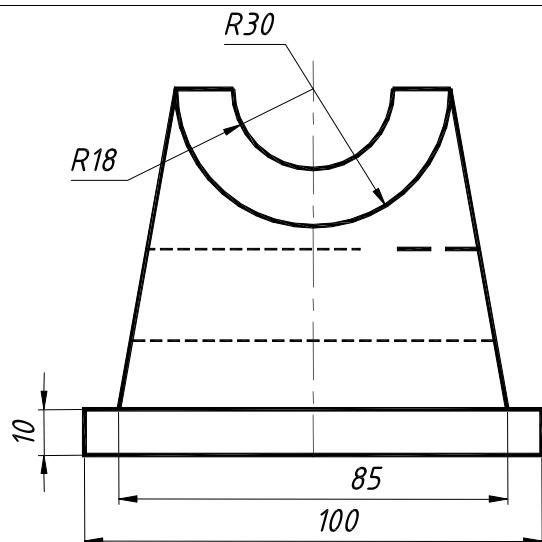
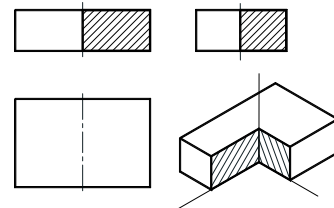
**Вариант 5.** Постройте три вида (проекции) и прямоугольную изометрию данной детали. Выполните необходимые разрезы. Масштаб 1:1



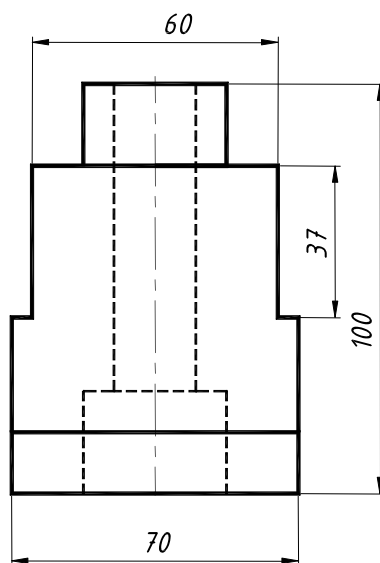
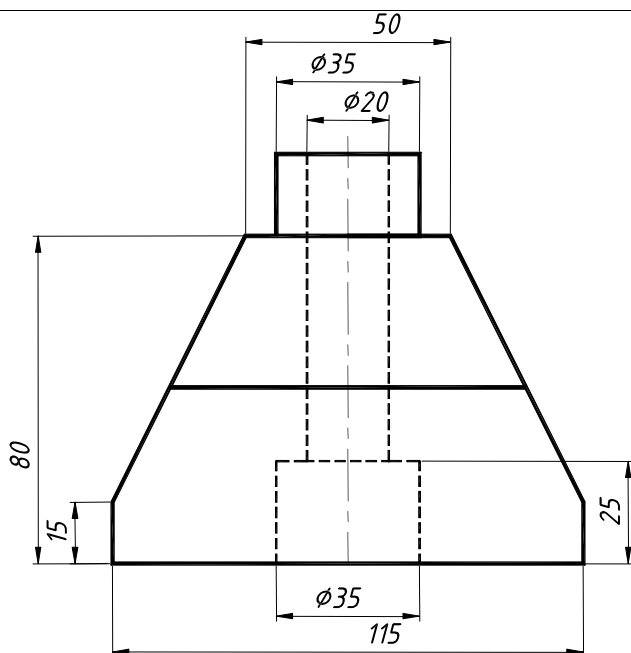
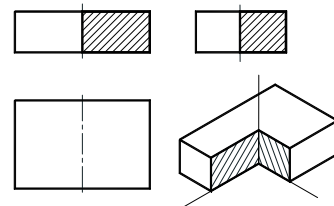
**Вариант 6.** Постройте три вида (проекции) и прямоугольную изометрию данной детали. Выполните необходимые разрезы. Масштаб 1:1



**Вариант 7.** Постройте три вида (проекции) и прямоугольную изометрию данной детали. Выполните необходимые разрезы. Масштаб 1:1



**Вариант 8.** Постройте три вида (проекции) и прямоугольную изометрию данной детали. Выполните необходимые разрезы. Масштаб 1:1



## Сечение

**Сечение - это** \_\_\_\_\_

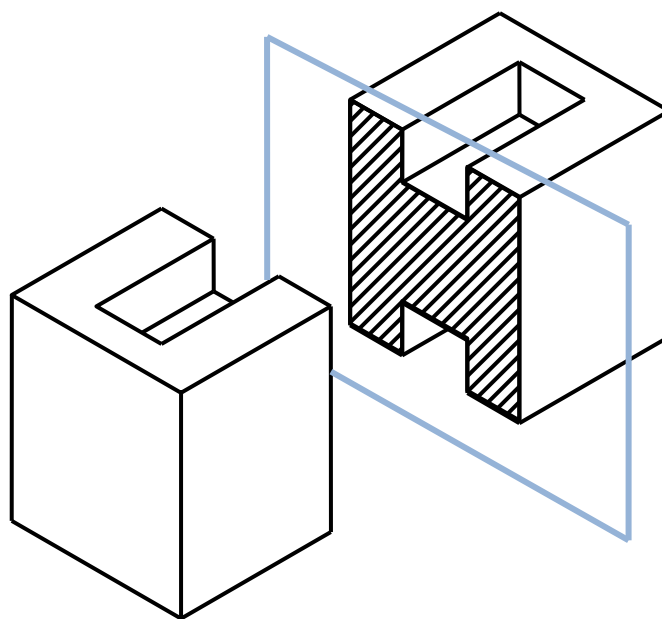
---

**Сечение разделяют на** \_\_\_\_\_

---

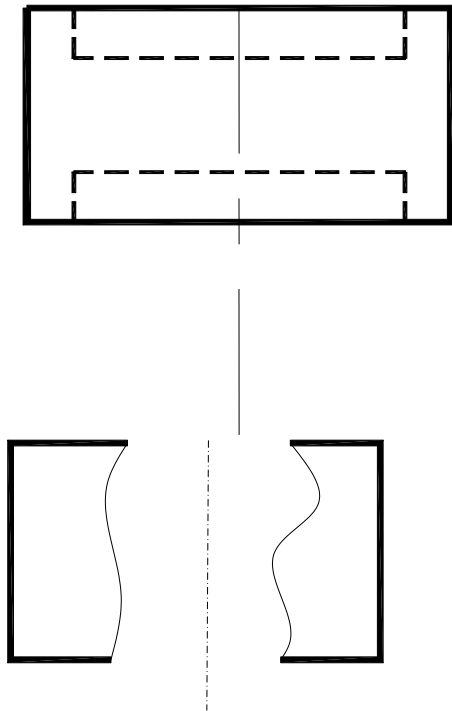
Постройте сечения.

1. Симметричные (без обозначения)

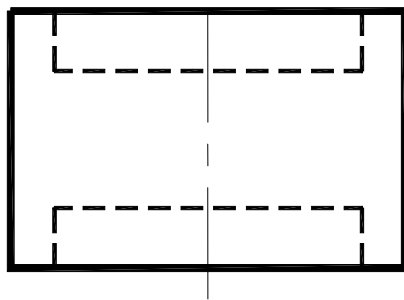


Вынесенные;

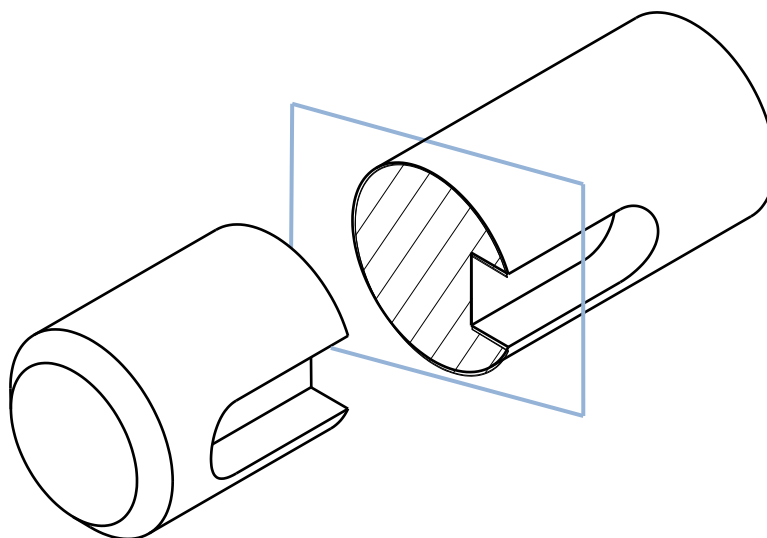
а) На продолжении линии сечения;    б) В разрыве между частями одного и того же вида.



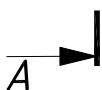
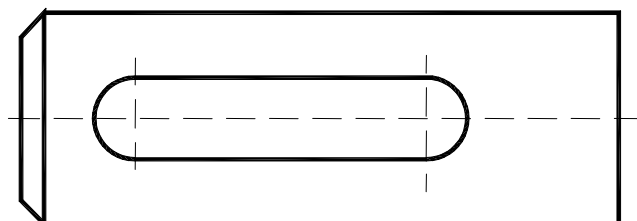
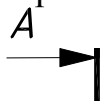
Наложенное на виде предмета (тонкой линией)



2. Несимметричные (с обозначением)

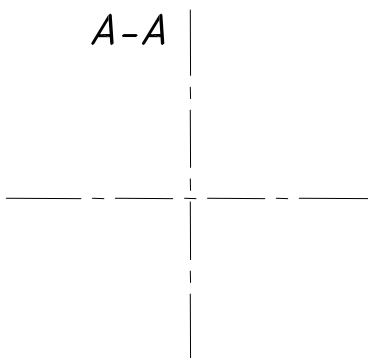


в) На свободном поле чертежа

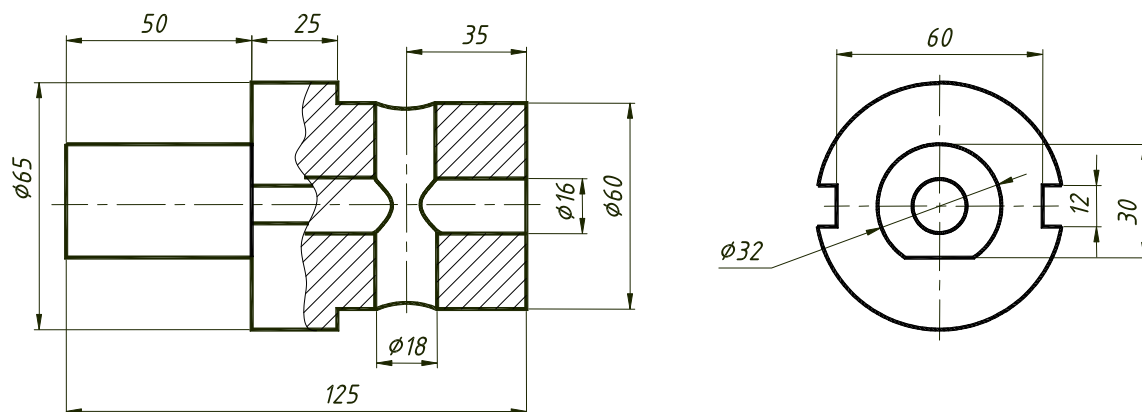


0

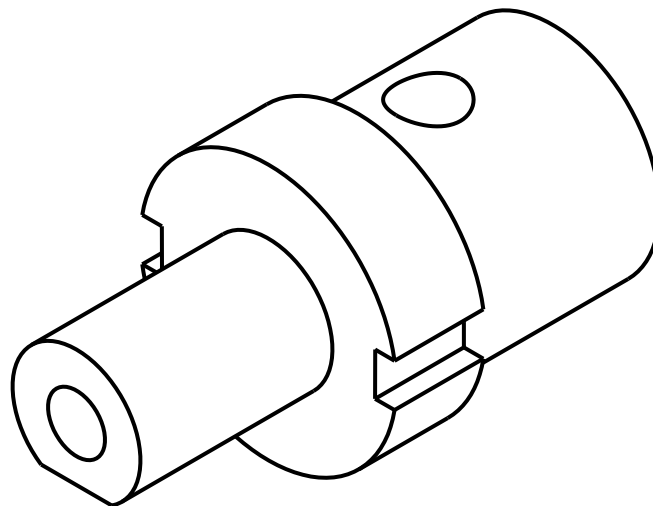
A-A



Валик. Выполните сечения для данной детали.



Отверстия  $\phi 16$  и  $\phi 18$  – сквозные.



### Вопросы для повторения

4. Какие чертежные инструменты вы знаете?
5. Какие линии вы знаете?
6. Для чего применяют сплошную основную линию?
7. Какая линия называется штриховой? Где она используется?
8. Где используется штрихпунктирная тонкая линия? Какова ее толщина?
9. Что такое формат чертежа?
10. Какие основные форматы чертежа вы знаете?
11. Где размещают основную надпись на чертеже? Назовите ее размеры?
12. Что такое размер шрифта?
13. Какие размеры шрифта вы знаете?
14. Какой угол наклона букв и цифр чертежного шрифта?
15. Что такое отрезок прямой?
16. Что такое луч?
17. Что такое дуга?
18. Что такое окружность?
19. Что такое круг?
20. Что такое биссектриса угла?
21. Что такое сопряжение?
22. Что такое точка сопряжения?
23. Что такое радиус сопряжения?
24. Что такое центр сопряжения?
25. Какие виды сопряжений вы знаете?
26. Что такое лекальная кривая?
27. В каких единицах наносят размеры на чертежах?
28. Что такое масштаб?
29. Что такое проецирование?
30. Основные способы проецирования.
31. Основные правила об ортогональных проекциях точки на плоскостном чертеже.
32. Как называются плоскости проекций? Как они обозначаются?
33. Что такое линия связи?
34. Прямые уровня и свойства их проекций.
35. Проецирующие прямые и свойства их проекций.
36. Способы задания плоскости на чертеже.
37. Частные случаи расположения плоскостей в пространстве.
38. Поверхности вращения.
39. Многогранники.
40. Пересечение многогранников плоскостью.



41. Определение натуральной величины фигуры сечения.
42. Пересечение тел вращения плоскостью.
43. Аксонометрия. Как получают аксонометрический чертеж точки?
44. Что называют видом?
45. Какие вы знаете основные виды?
46. Какое изображение называют дополнительным видом ?
47. Какое изображение называют местным видом?
48. Какое изображение называют разрезом?
49. Как подразделяют разрезы в зависимости от положения секущей плоскости относительно плоскости проекций?
50. Как классифицируются разрезы?
51. Какой разрез называют местным?
52. В каких случаях не обозначают разрезы?
53. Как подразделяют разрезы в зависимости от количества секущих плоскостей?
54. Как подразделяют сложные разрезы?
55. Какой линией отделяют местный разрез от вида?
56. Какое изображение называют сечением?
57. Как называют сечения в зависимости от их расположения на чертеже?
58. Как обозначают сечения?
59. Какой линией на чертеже показывают секущую плоскость?
60. В каких случаях секущая плоскость на чертеже не обозначается?
61. Когда можно на чертеже совместить половину вида и половину разреза?

Учебное издание

Наталья Алексеевна Антипина  
Светлана Петровна Буркова  
Раиса Григорьевна Долотова

# ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

## Рабочая тетрадь

Учебное пособие

Издано в авторской редакции


Верстка Р.Г. Долотова,  
Н.А. Антипина

Подписано к печати 12.11.2014. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл.печ.л. 13,95. Уч.-изд.л. 12,63.  
Заказ 87. Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический  
университет  
Система менеджмента качества  
Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru