

**ИНЖЕНЕРНАЯ И
КОМПЬЮТЕРНАЯ
ГРАФИКА**
КУРС ЛЕКЦИЙ В СЛАЙДАХ

**ТЕОРИЯ ПОСТРОЕНИЯ
ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА**

НАПРАВЛЕНИЕ «СТРОИТЕЛЬСТВО»
(БАКАЛАВРИАТ)

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Короев Ю.И.

Начертательная геометрия. Архитектура – С,М., 2014 –424 с.: ил.

2. Короев Ю.И.,Орса Ю.Н.

Сборник задач и заданий по начертательной геометрии.

3. Короев Ю.И.

Черчение для строителей. М.: Высш. шк.,2003 – 253с.ил.
Архитектура – С,М., 2007

4. Гордон В.О., Семенцов – Огиевский М.А.

Курс начертательной геометрии . Учебное пособие для вузов

М.: Наука, 2008 – 272 с.:ил

5. Н.Н. Крылов , Г.С. Иконников, В.Л. Николаев, Н.М. Лаврухина

Начертательная геометрия :учеб. для вузов
М.: Высш. шк.,2007 – 244 с.:ил.

ЛЕКЦИЯ 1

ТОЧКА. ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.

Начертательная геометрия изучает методы изображения пространственных форм на плоскости и способы решения геометрических задач по этим изображениям

По изображениям, построенным по правилам начертательной геометрии, можно представить форму предмета в пространстве, его размеры и расположение относительно других предметов. Начертательная геометрия является основой инженерной графики.

Основателем начертательной геометрии

В курсе начертательной геометрии изучаются:

- **Методы изображения пространственных форм на плоском чертеже**
- **Способы графического решения различных геометрических задач**
- **Способы преобразования и исследования геометрических свойств изображенного объекта**
- **Способы геометрического формообразования поверхностей**

Принятые обозначения

A, B, C, D или $I, II, III \dots$ - точки , расположенные в пространстве

a, b, c, d или $1, 2, 3 \dots$ - горизонтальные проекции точек

a', b', c', d' или $1', 2', 3' \dots$ - фронтальные проекции точек

a'', b'', c'', d'' или $1'', 2'', 3'' \dots$ - профильные проекции точек
 H – горизонтальная плоскость проекций

V – фронтальная плоскость проекций

W – профильная плоскость проекций

$P, S, Q, R \dots$ - плоскости в пространстве

$P_H, P_V, P_W, S_H, S_V, S_W \dots$ - следы плоскости

α - угол наклона к горизонтальной плоскости проекций

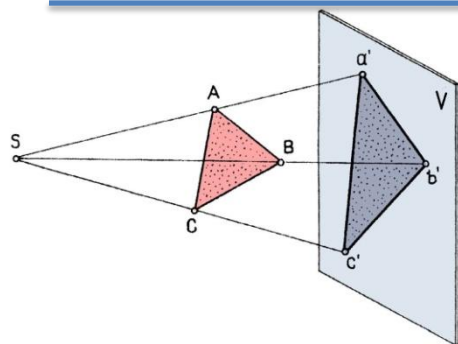
β - угол наклона к фронтальной плоскости проекций

γ - угол наклона к профильной плоскости проекций

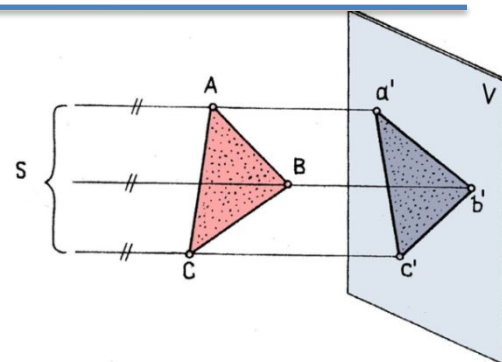
символы $\equiv$ – тождество , r – перпендикуляр , $\cap$ – пересечение

$\parallel$ – параллельность $\in$ – принадлежность

МЕТОДЫ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ



Проецирование



Центральное

При построении
перспективных
изображений

Параллельное

Прямоугольное

При построении
ортогональных
проекций

Косоугольное

При построении
аксонометрических
проекций

Центральное проецирование

Объект

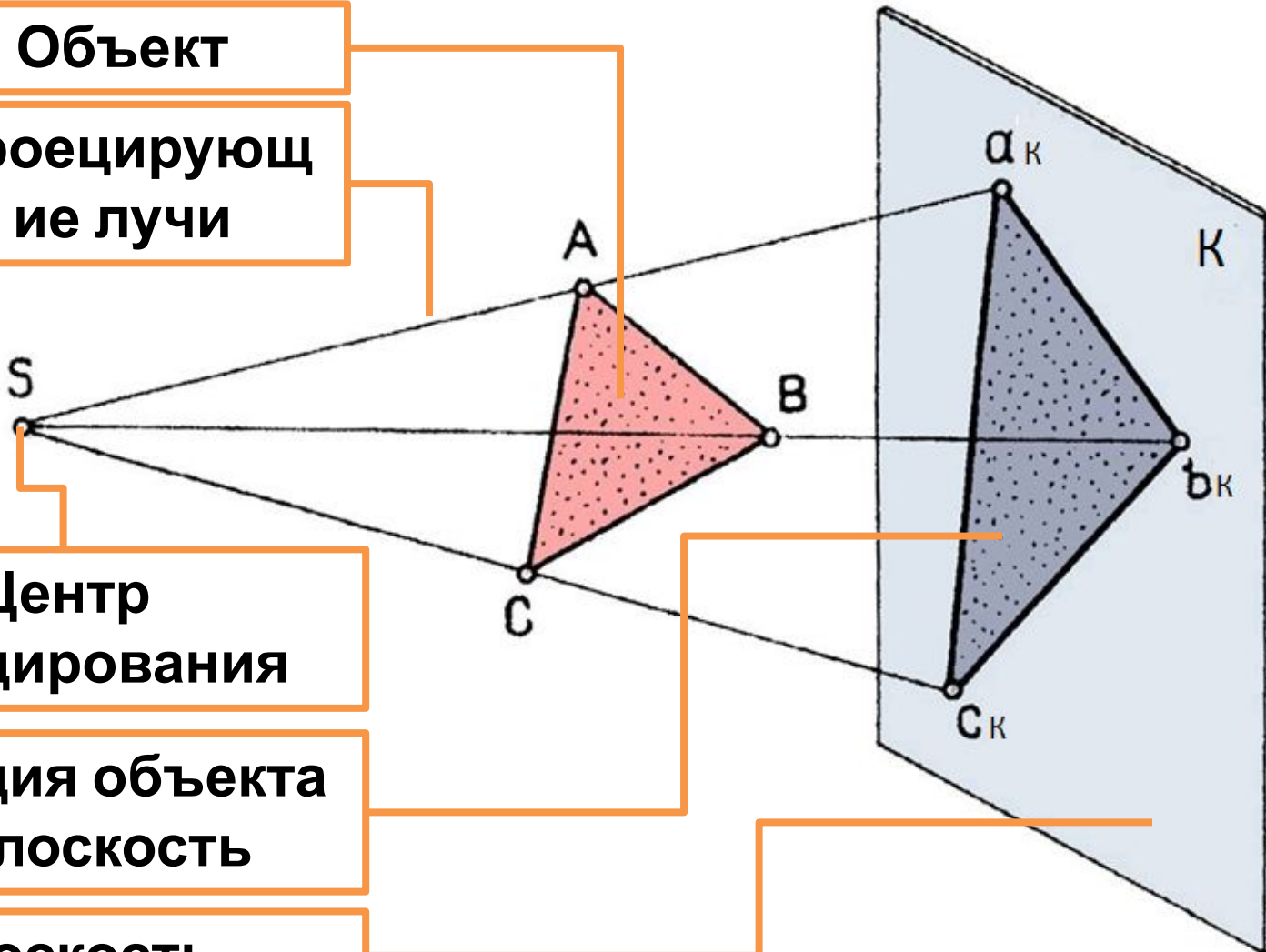
Проецирующ
ие лучи

Центр
проецирования

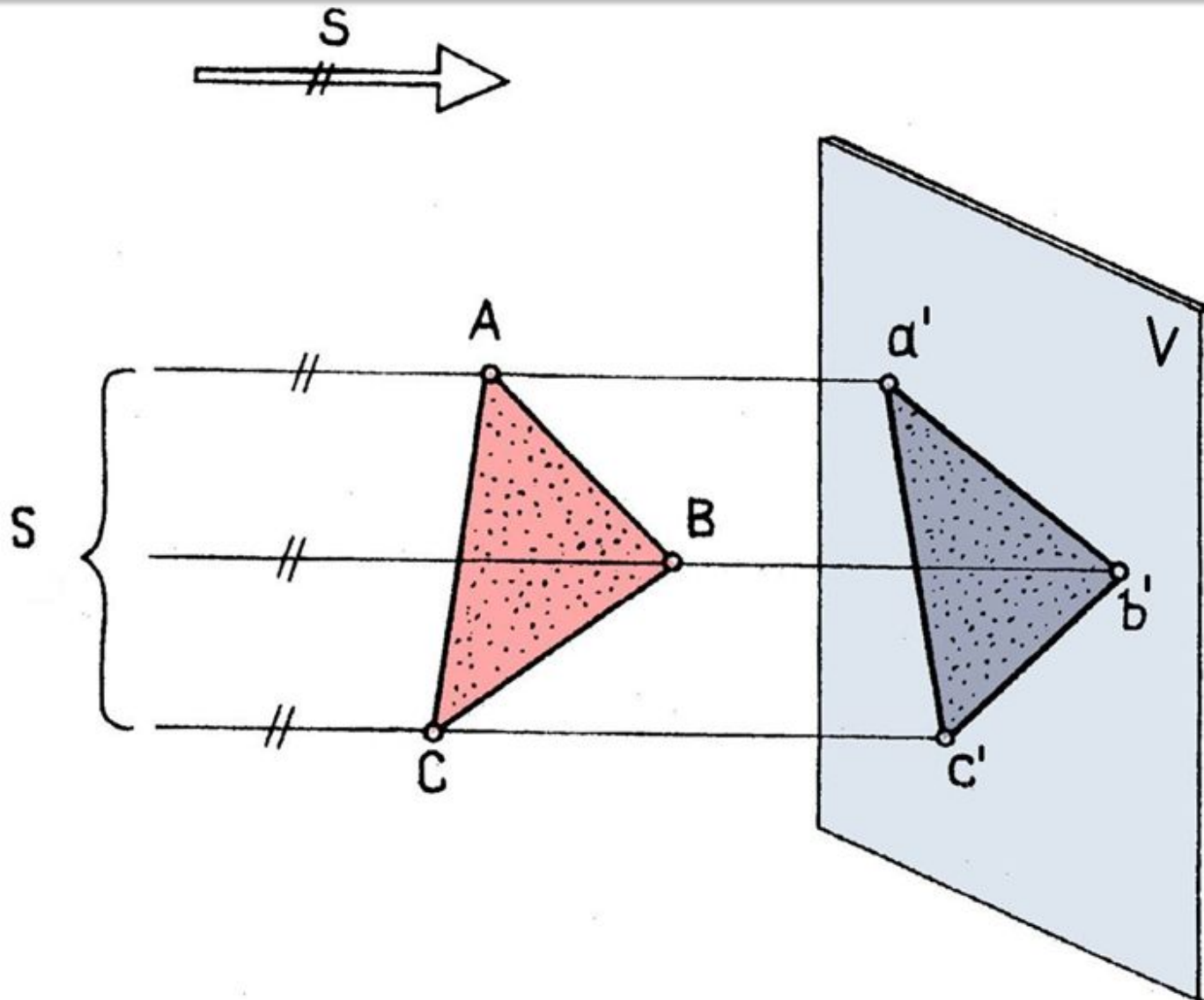
Проекция объекта
на плоскость

Плоскость
проекций

Способ получения центральной проекции

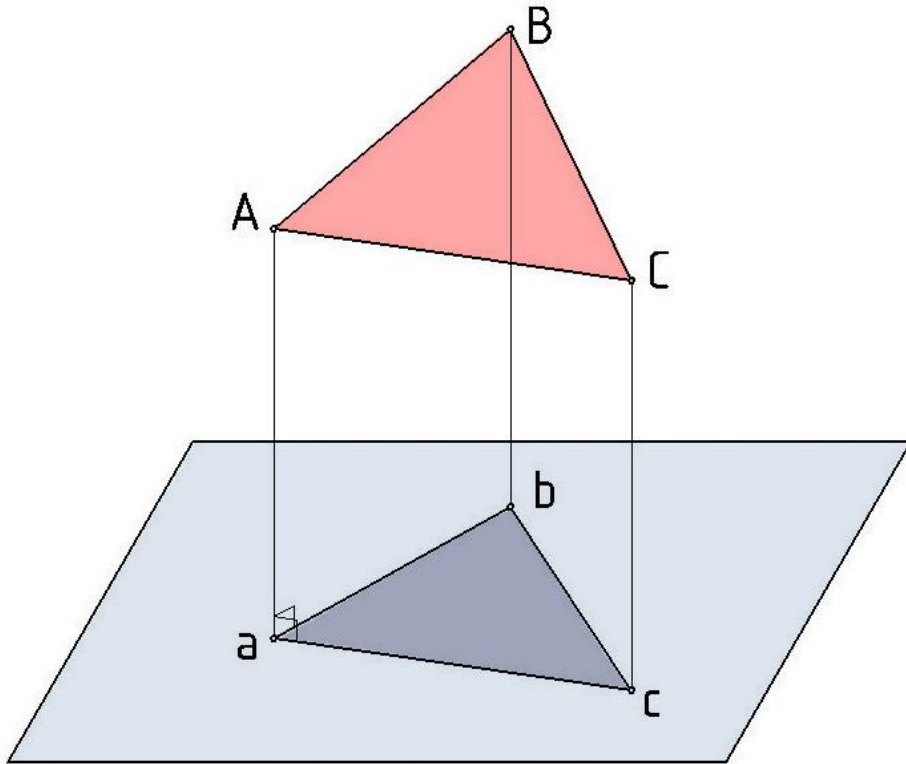


Параллельное проецирование

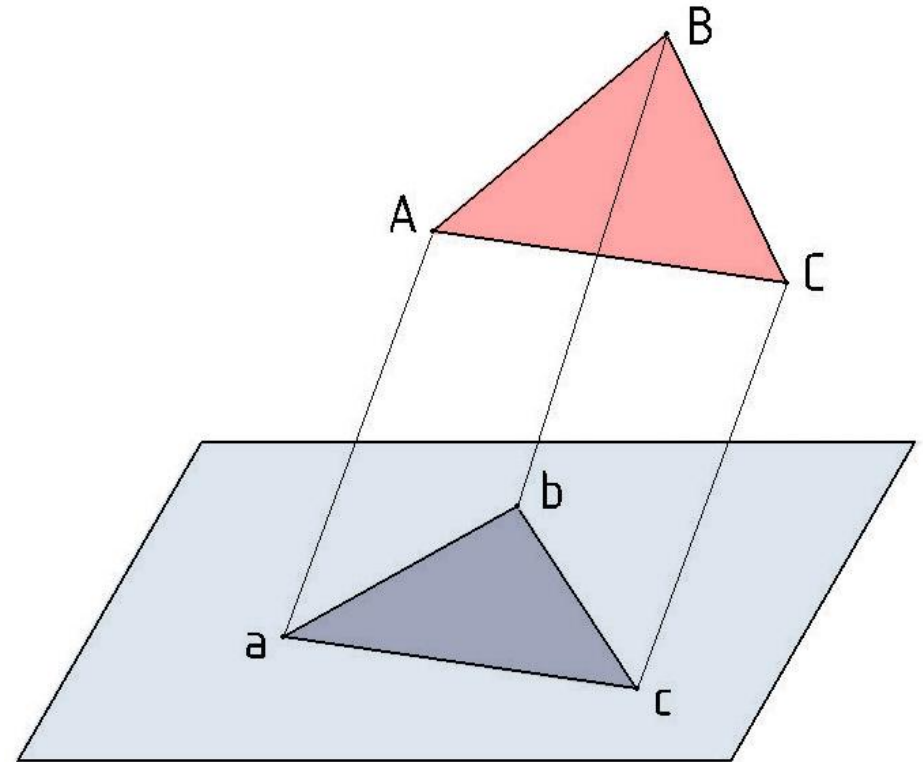


Способ получения параллельной проекции

Параллельное проецирование



Прямоугольное
(ортогональное)
-проецирующие прямые
перпендикулярны
плоскости проекций



Косоугольное
-проецирующие прямые
не перпендикулярны
плоскости проекций

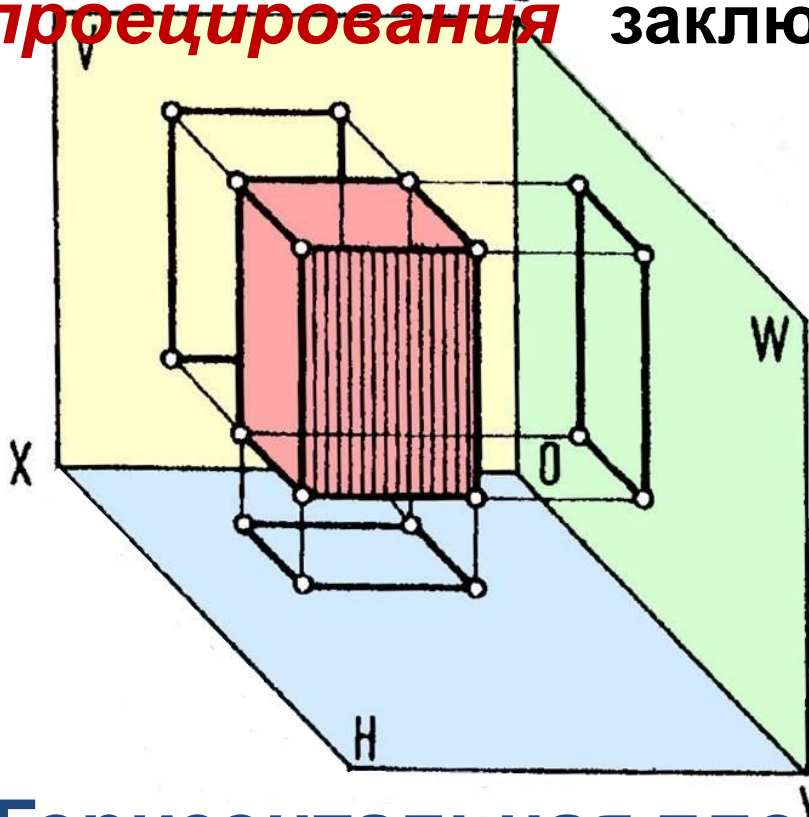
Свойства параллельного проецирования

- Проекция точки – точка
- Проекция прямой – прямая
- Если точка принадлежит прямой, то проекция точки принадлежит проекции этой прямой
- Отношение отрезков в пространстве сохраняется на проекциях
- Если прямые в пространстве параллельны, то параллельны и их проекции

$$(AB \parallel CD \rightarrow ab \parallel cd)$$

Ортогональное проецирование

Сущность метода **ортогонального проецирования** заключается в том, что предмет (фигура) проецируется на две или три взаимно перпендикулярные плоскости лучами, ортогональными (перпендикулярными) к этим плоскостям.



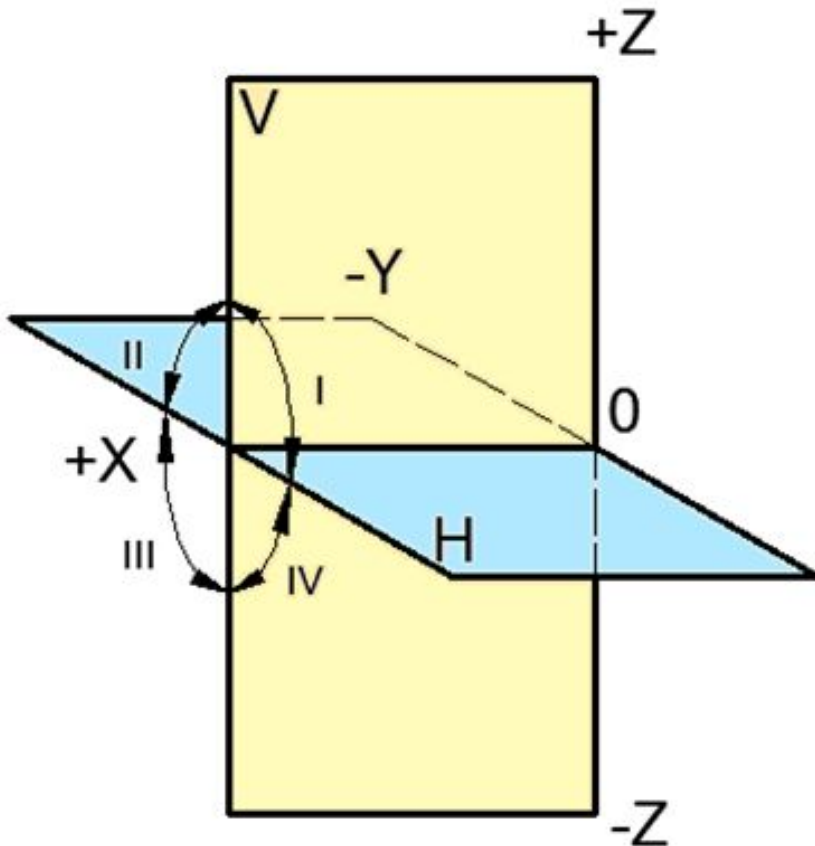
Горизонтальная плоскость
проекций – H

Фронтальная плоскость проекций –

V — Профильная плоскость

ТОЧКА , ПРЯМАЯ , ПЛОСКОСТЬ

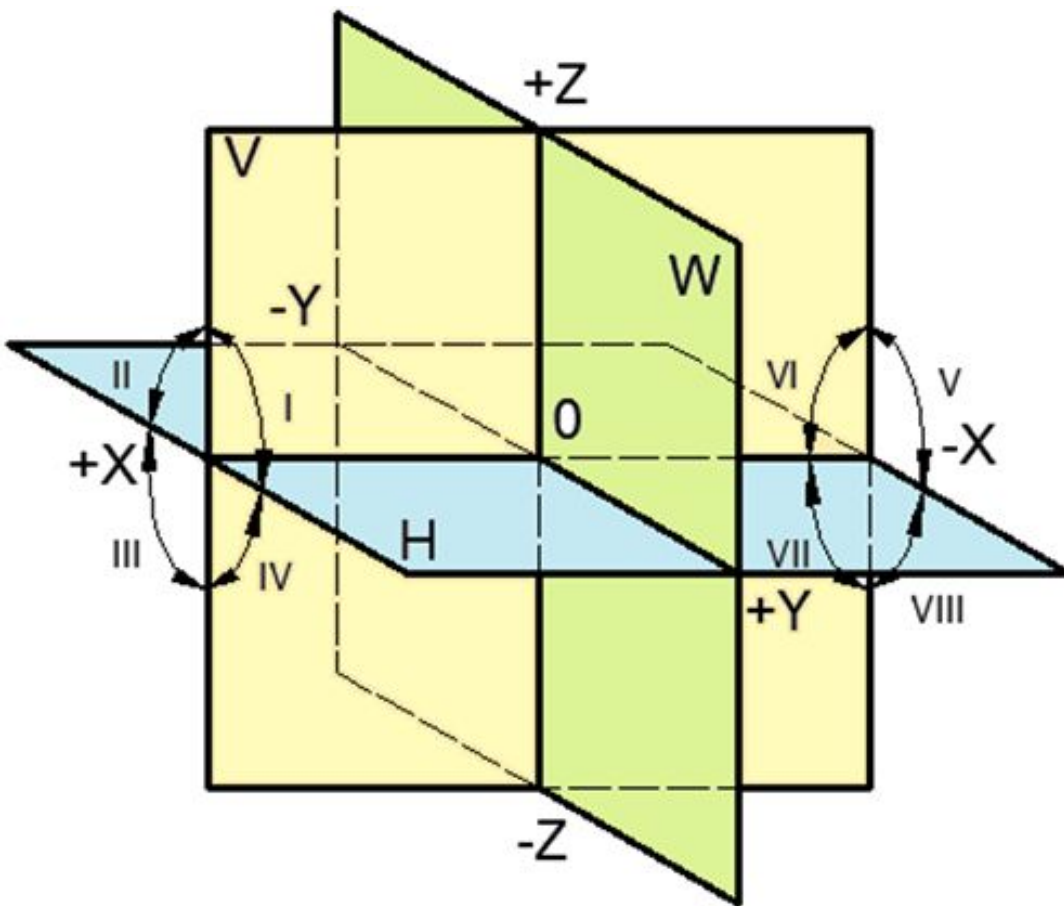
Ортогональная система плоскостей проекций



Две взаимно перпендикулярные плоскости проекций делят все пространство на четыре двугранных угла - **четверти**, которые нумеруют римскими цифрами (I, II, III, IV)

Предмет, расположенный в первой четверти пространства, считается видимым

Ортогональная система плоскостей проекций

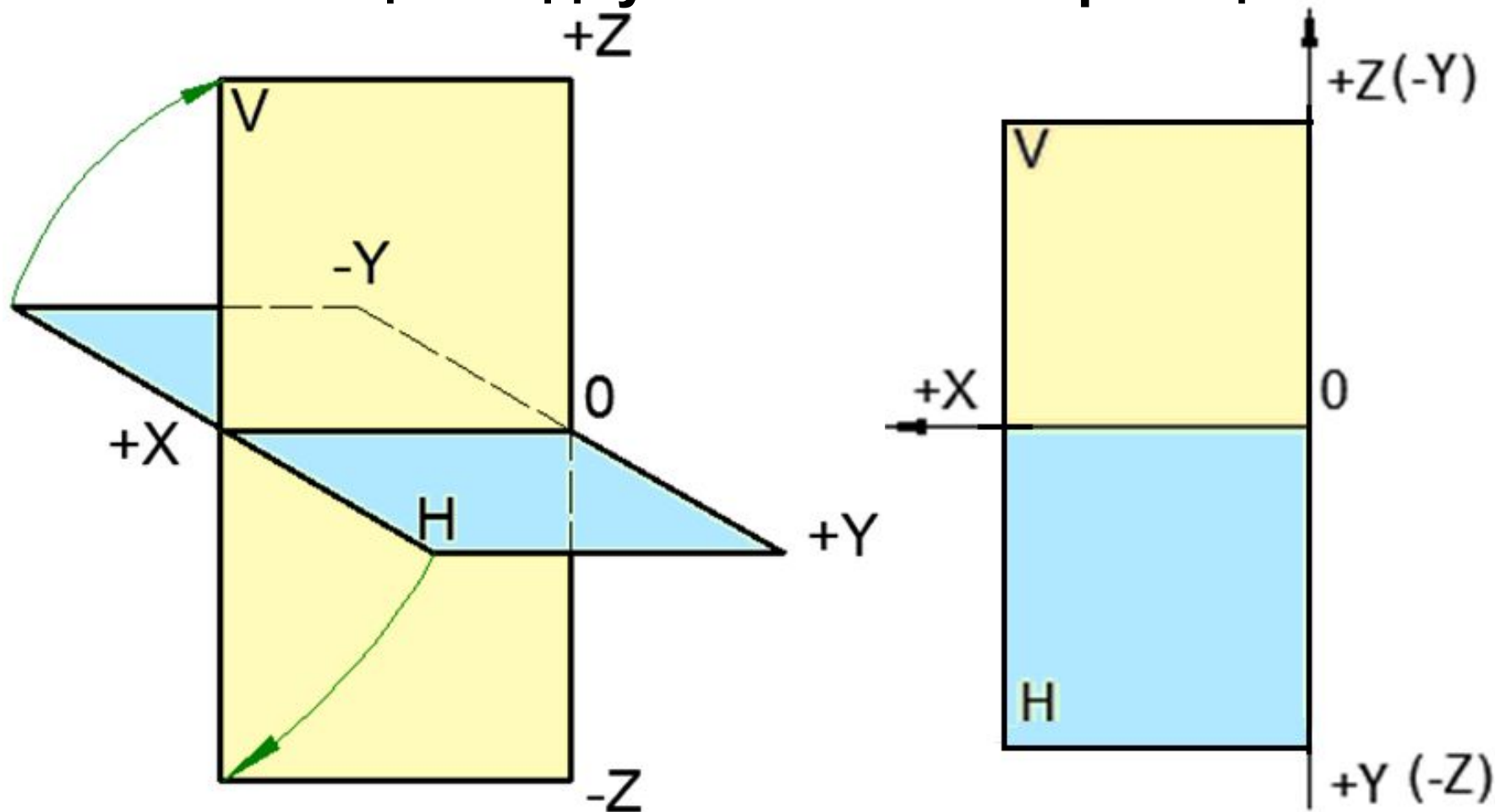


Три взаимно перпендикулярные плоскости проекций делят все пространство на восемь трехгранных углов – **октантов**, которые нумеруются римскими цифрами (I...VIII)

Плоскости проекций попарно пересекаясь, определяют три оси координат **Ox , Oy , Oz**

Ортогональная система плоскостей проекций

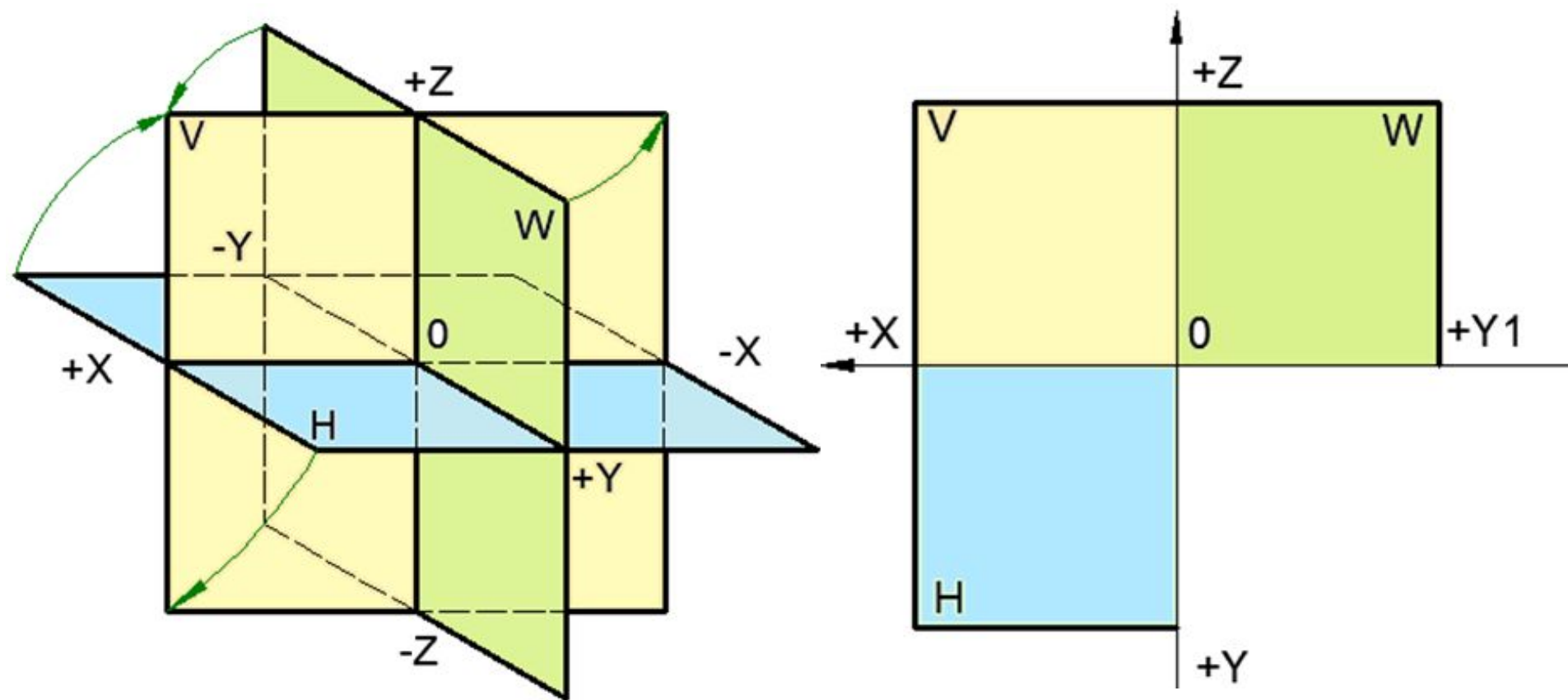
Совмещение двух плоскостей проекций

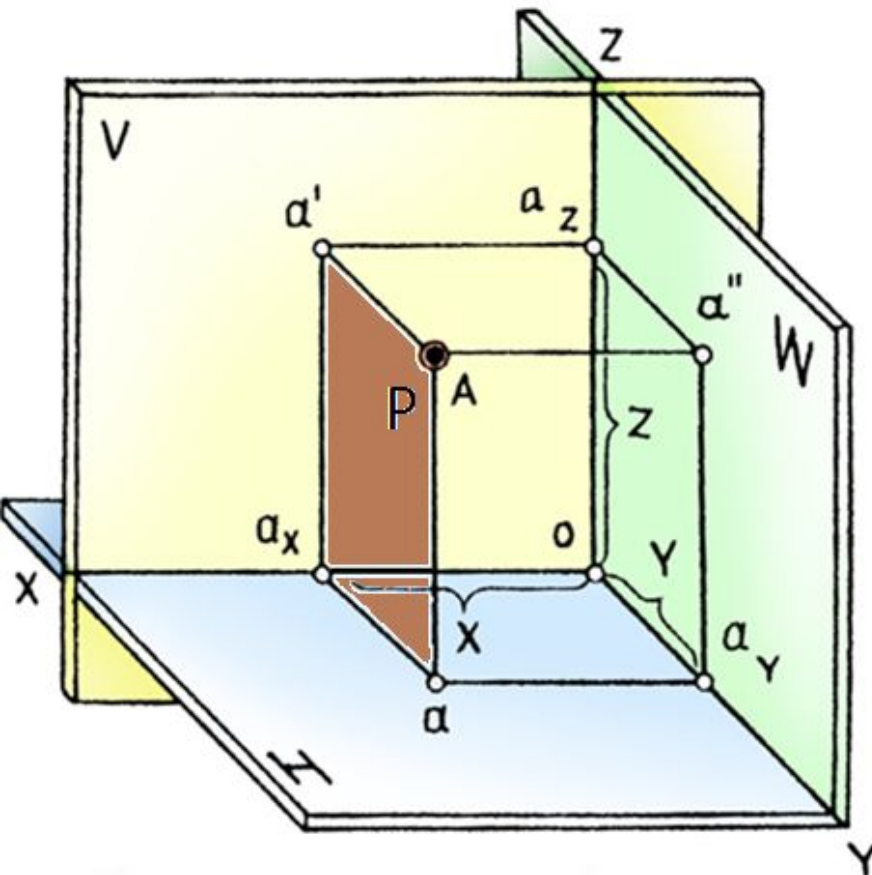


Вращением вокруг оси Ox совмещаем плоскость H с плоскостью V

Ортогональная система плоскостей проекций

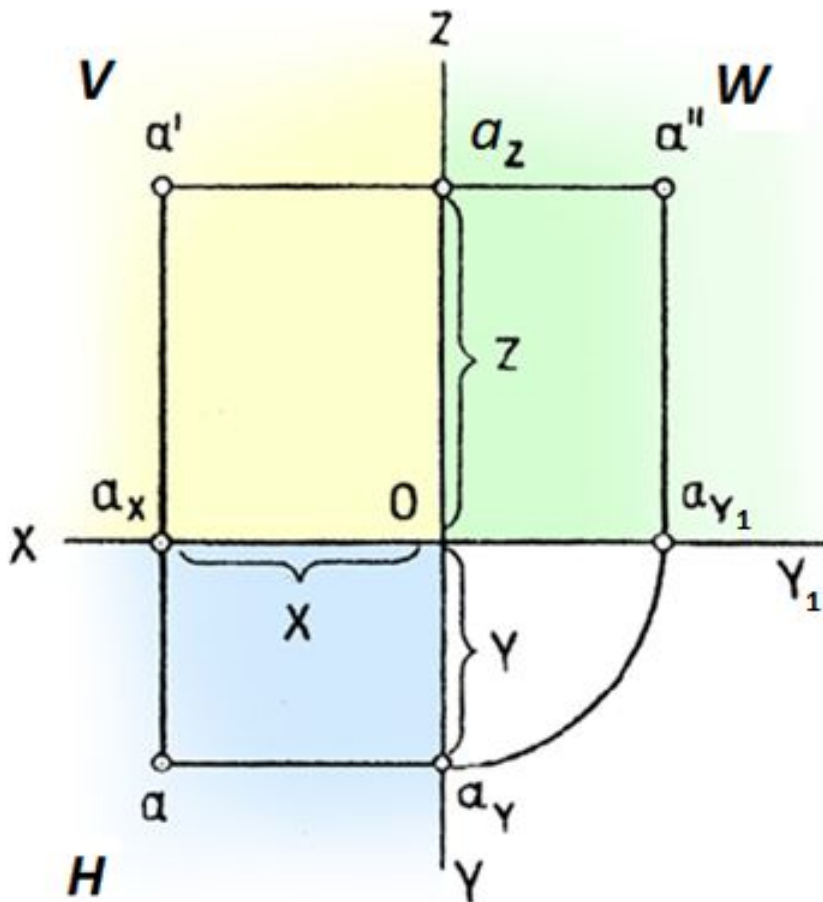
Совмещение трех плоскостей проекций





- Ортогональной проекцией точки называется основание перпендикуляра, опущенного из данной точки на плоскость проекций
- Положение точки устанавливают с помощью прямоугольных декартовых координат x , y , z с началом в точке O

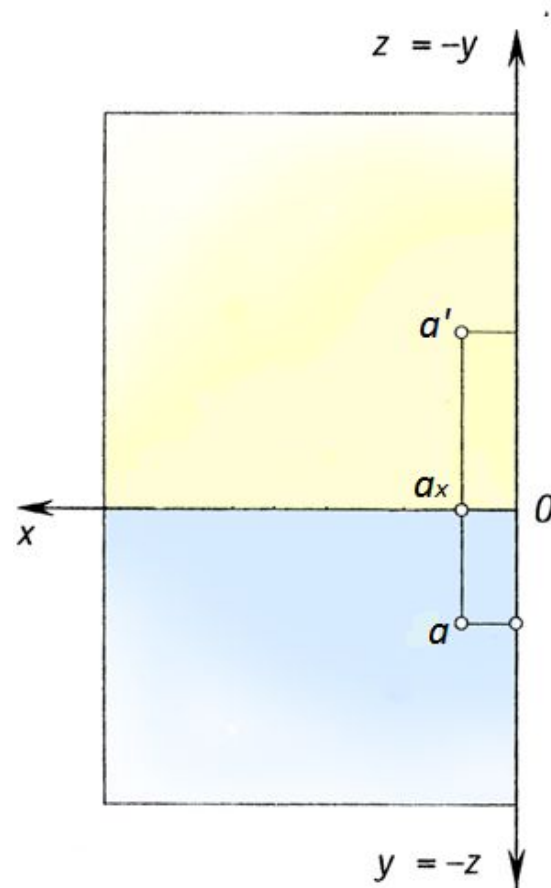
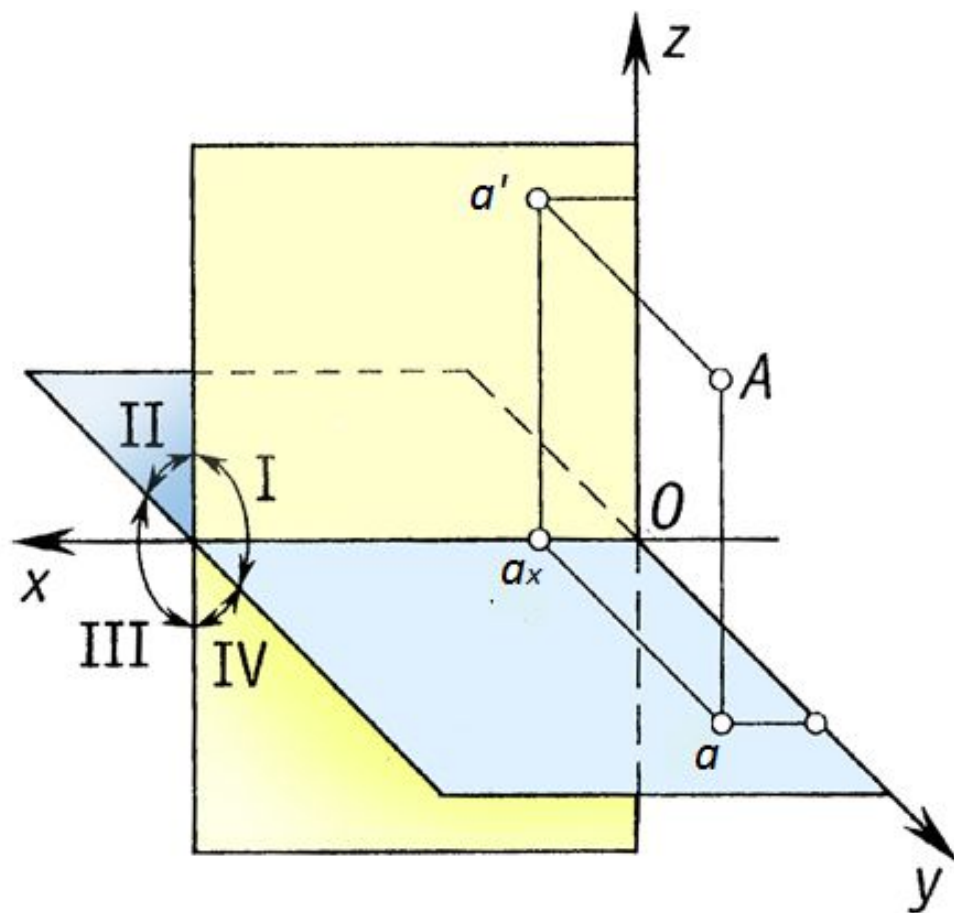
Проекционный чертеж, полученный в результате совмещения плоскостей проекций, называется эпюром Монжа



Последовательность построения проекций точки:

- отложив по осям координаты точки $A(x, y, z)$, получим точки a_x, a_y, a_z ;
- через полученные точки a_x, a_y, a_z проводим линии связи перпендикулярно осям координат;
- на пересечении линий связи определяем проекции точки a, a', a''

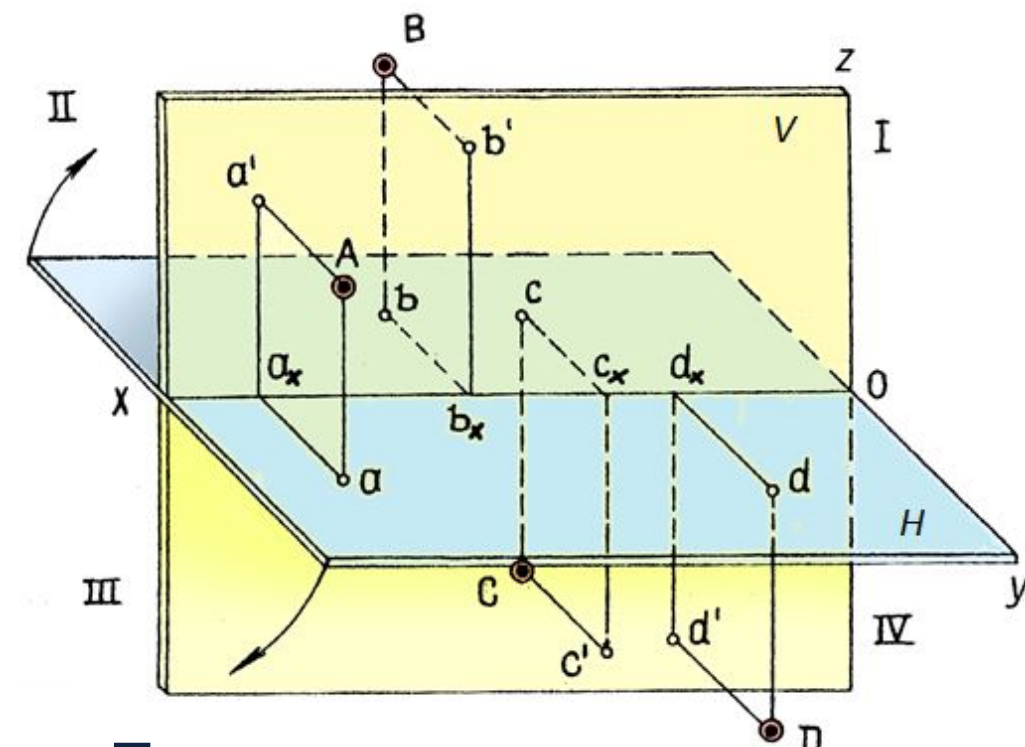
Точка



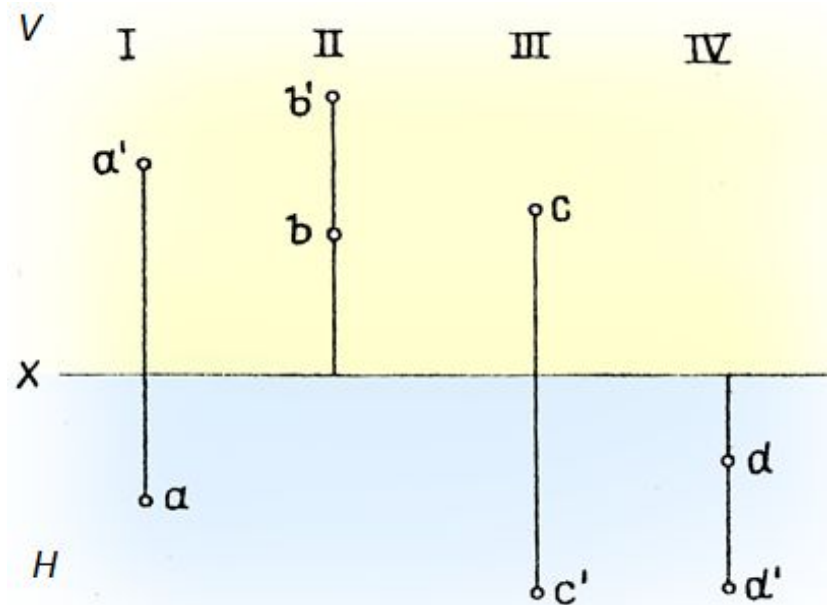
- **Две проекции точки однозначно определяют положение точки в пространстве**

Точка

Положение проекций точек на эюре зависит от того, в какой четверти находится данная точка



- Точки **A, B, C, D** расположены соответственно в **I, II, III, IV** четвертях пространства



- Эпюр точек **A, B, C, D**

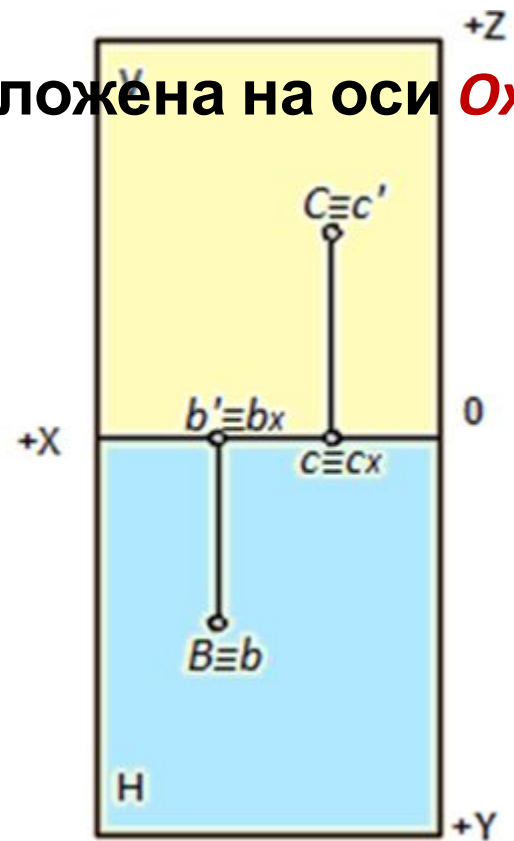
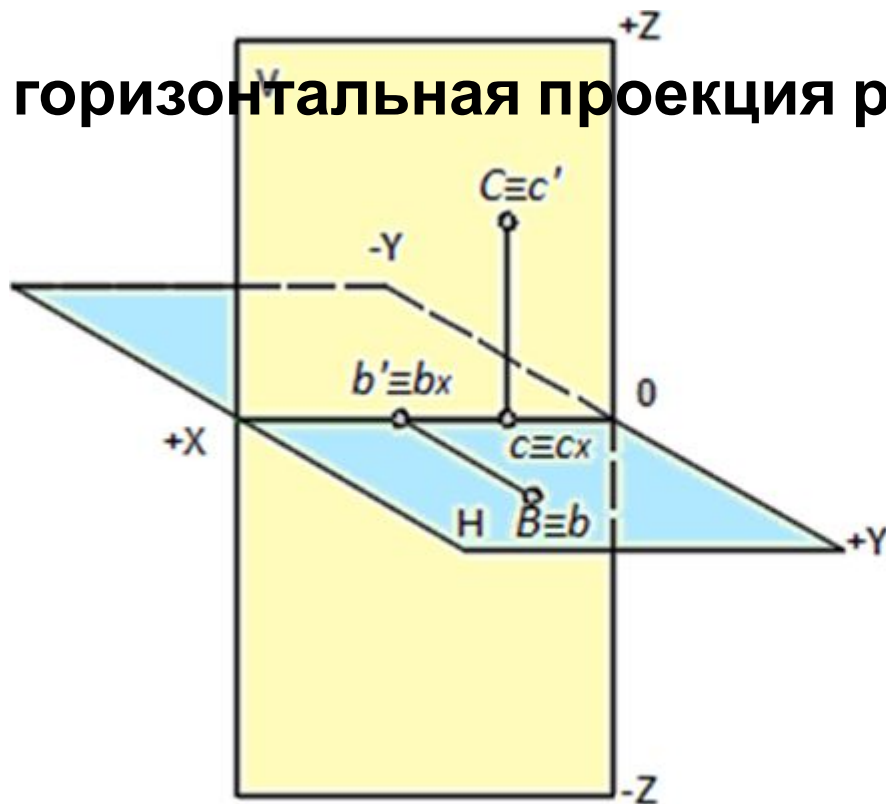
Точка

- Если точка расположена на плоскости ***H*** (точка ***B***), то ее

фронтальная проекция расположена на оси ***Ox***

- Если точка расположена на плоскости ***V*** (точка ***C***), то ее

горизонтальная проекция расположена на оси ***Ox***



Прямая линия

Прямые

```
graph TD; A[Прямые] --> B[Общего положения]; A --> C[Частного положения]; B --> D[Прямые уровня]; C --> E[Проецирующие];
```

Общего

положения

Прямая, не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоскостей проекций

Прямые уровня

Прямые, параллельные плоскостям проекций:

- *горизонталь*
- *фронталь*
- *профильная прямая*

Частного

положения

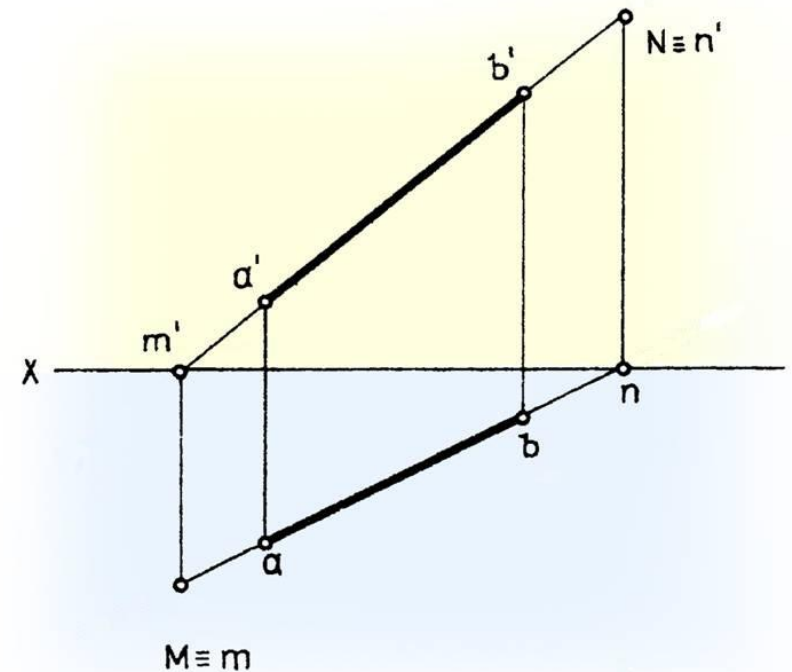
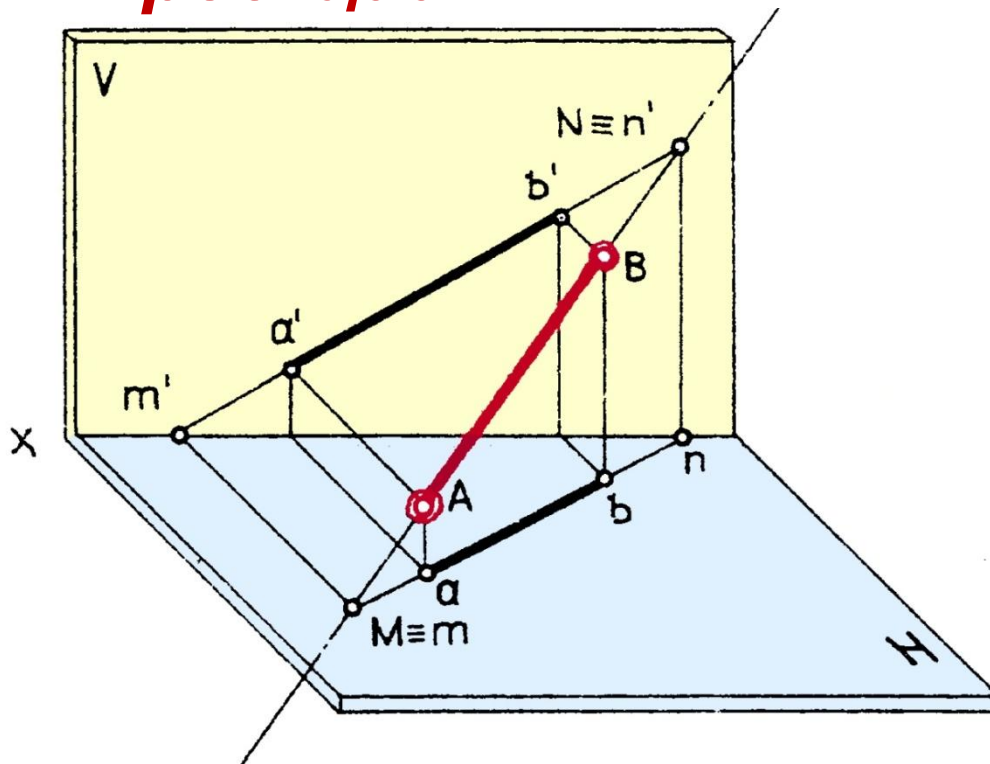
Проецирующие

Прямые, перпендикулярные плоскостям проекций:

- *горизонтально проецирующие*
- *фронтально проецирующие*
- *профильно проецирующие*

Прямая линия

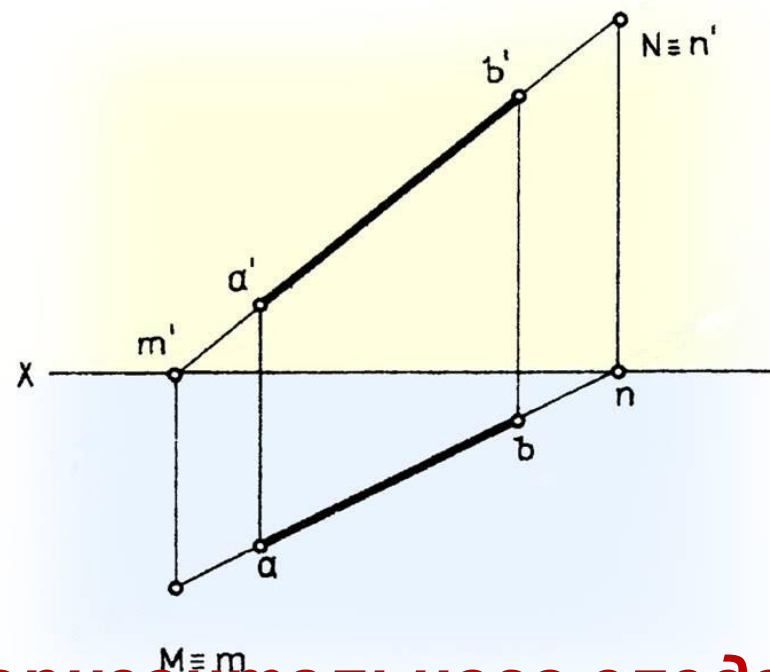
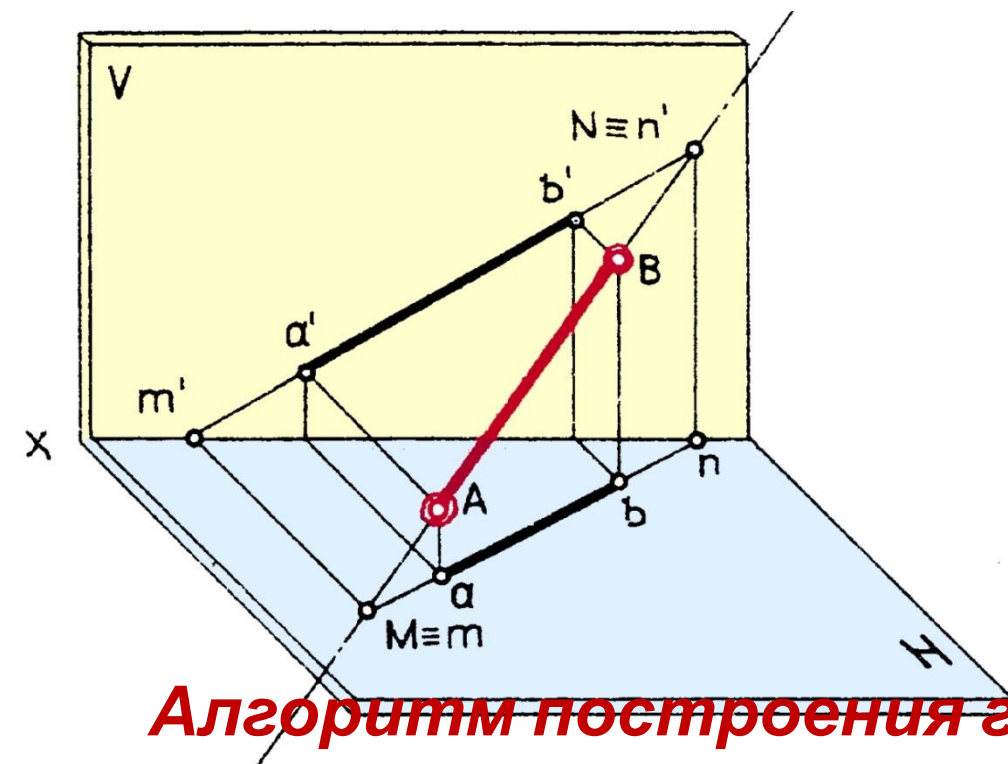
- Следом прямой линии называется точка, в которой прямая пересекается с плоскостью проекций



Горизонтальный след прямой – M . Его проекции – m, m'

Фронтальный след прямой – N . Его проекции – n, n'

Прямая линия



Алгоритм построения горизонтального следа прямой:

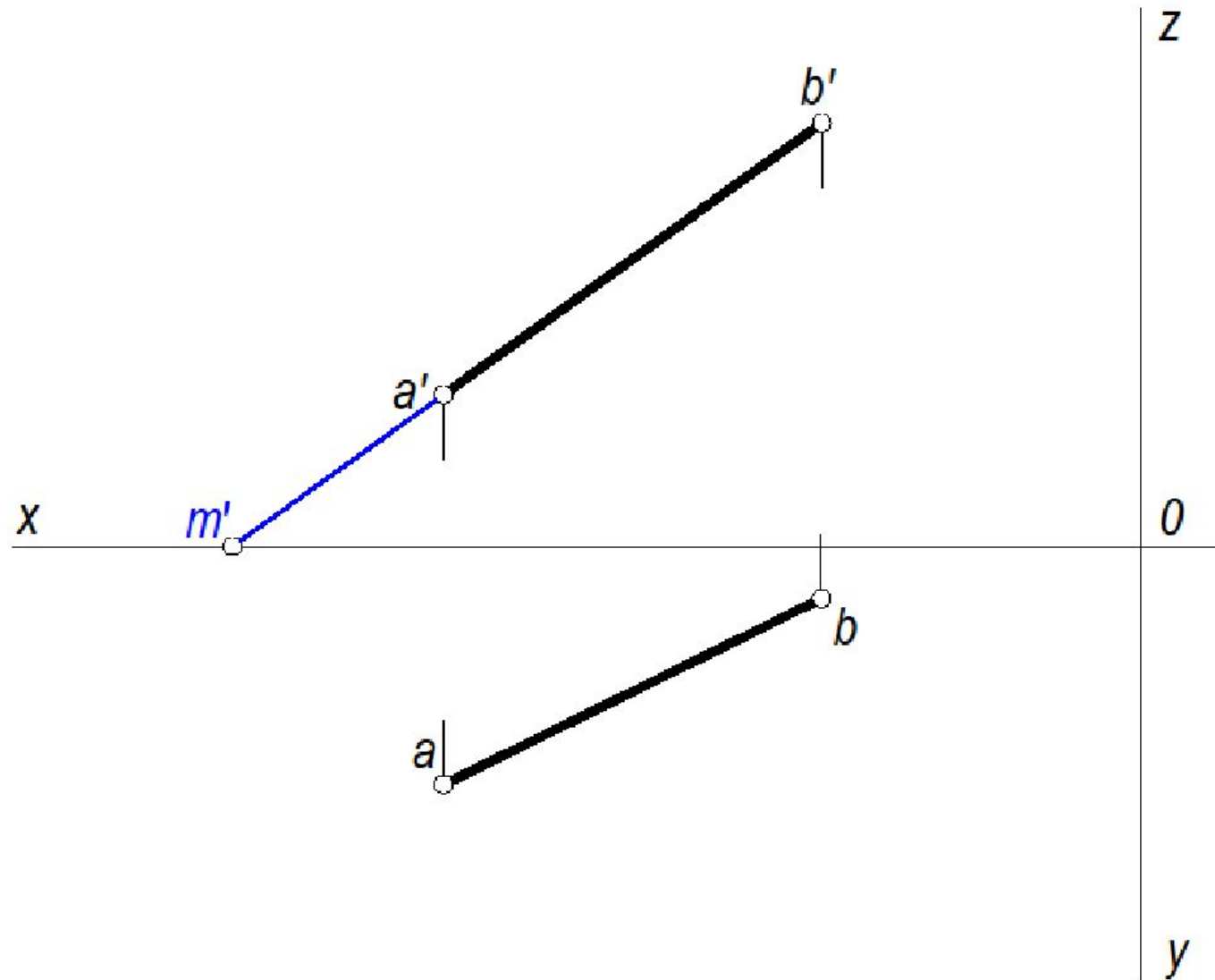
- фронтальную проекцию прямой **$a'b'$** продлить до пересечения с осью **Ox** - получим точку **m'**
- через точку **m'** провести перпендикуляр к оси **Ox** (линию связи) до пересечения с продолжением горизонтальной проекции прямой **ab** получим точку **$M \equiv m$**

Решение задачи

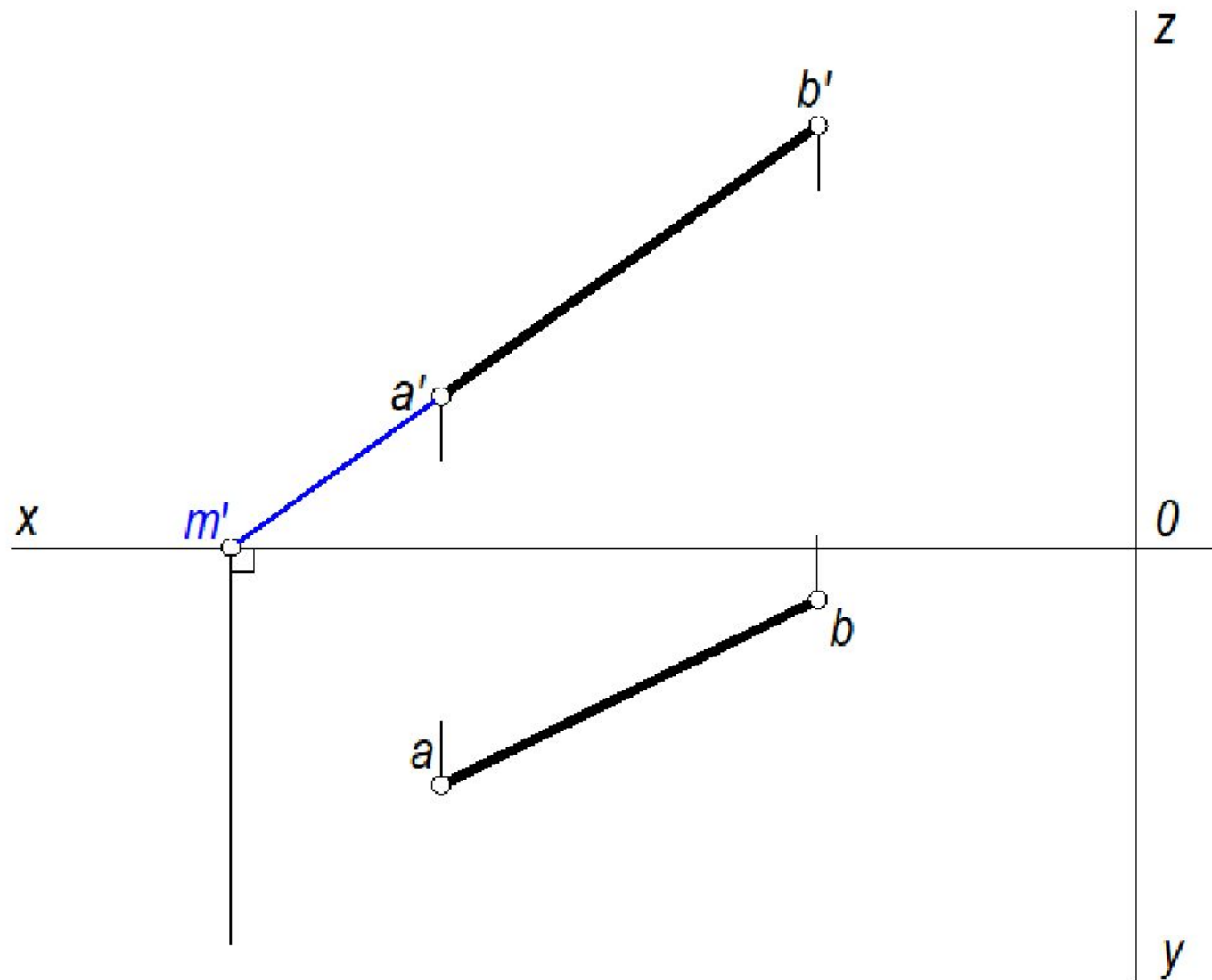
Задача: Построить следы прямой
AB



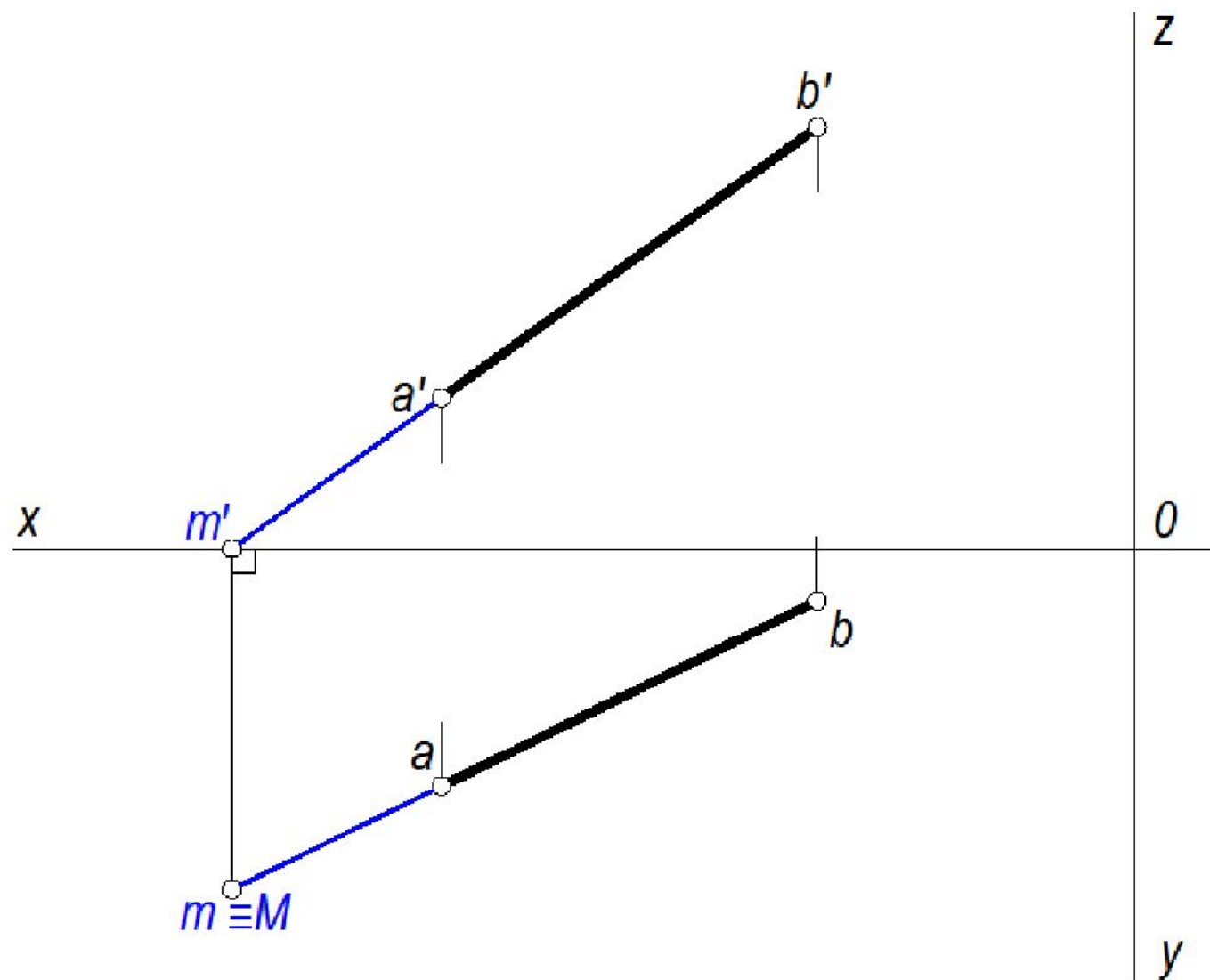
Решение задачи



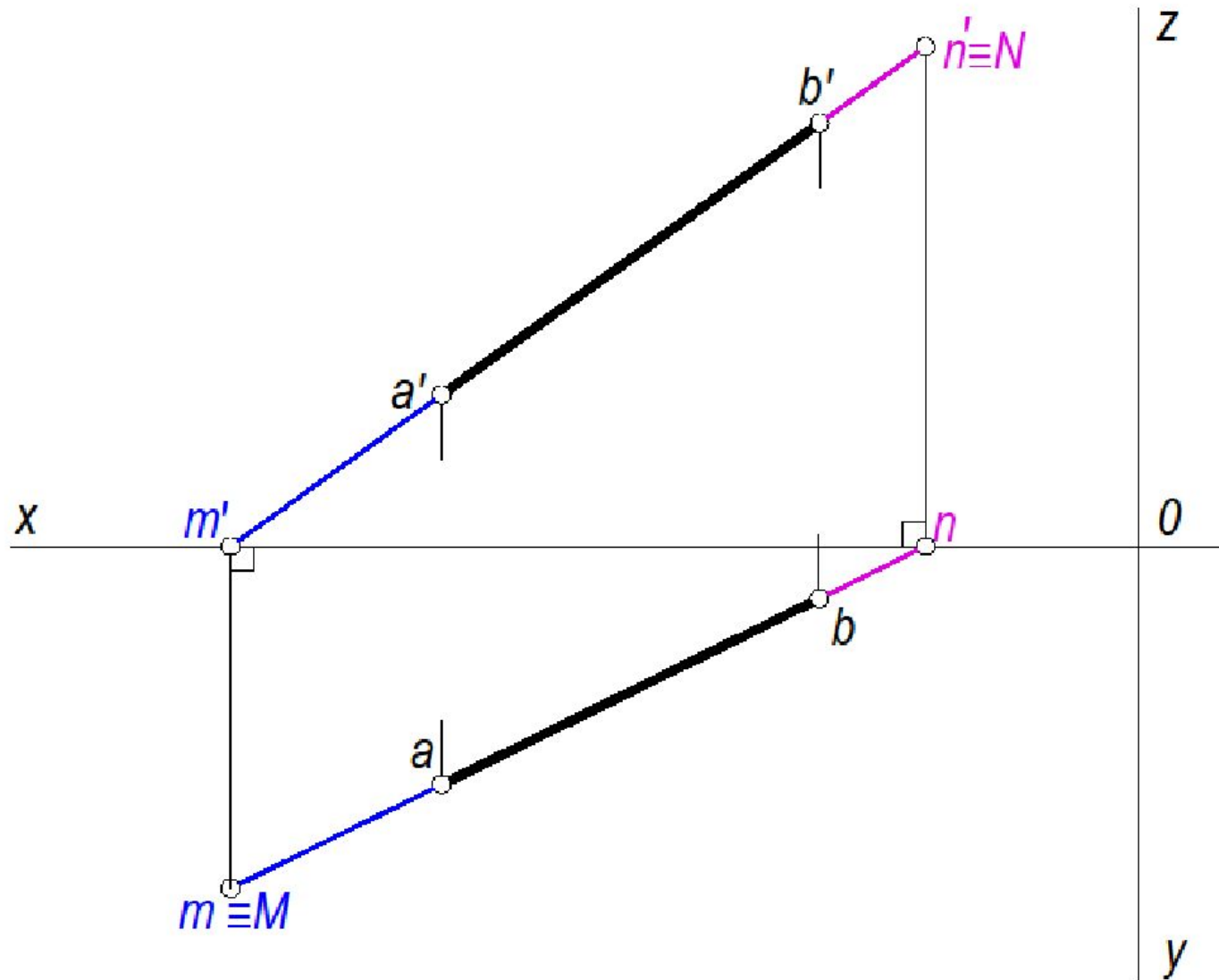
Решение задачи



Решение задачи



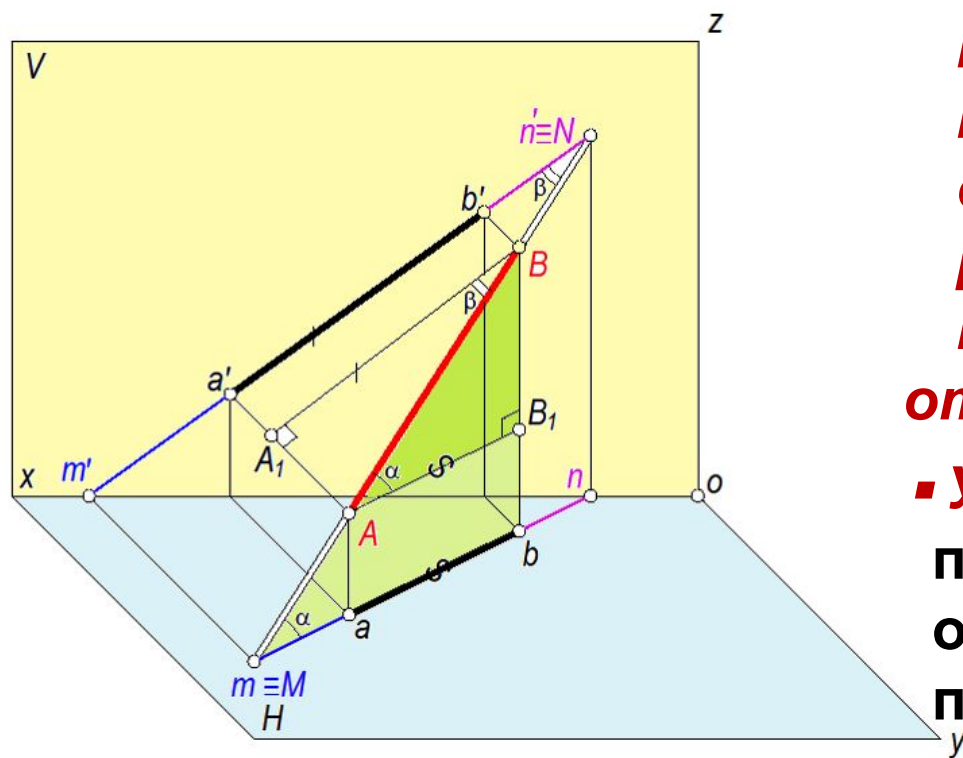
Решение задачи



Прямая линия

Натуральная величина отрезка прямой

Углы наклона прямой



- *Длина отрезка прямой равна гипотенузе прямоугольного треугольника, один катет которого равен проекции отрезка, а другой катет равен разности координат концов отрезка, отсчитываемых*

- *от этой плоскости проекций*
▪ *угол наклона прямой к*
плоскости проекций
определяется как угол, между
прямой и ее проекцией на эту
плоскость

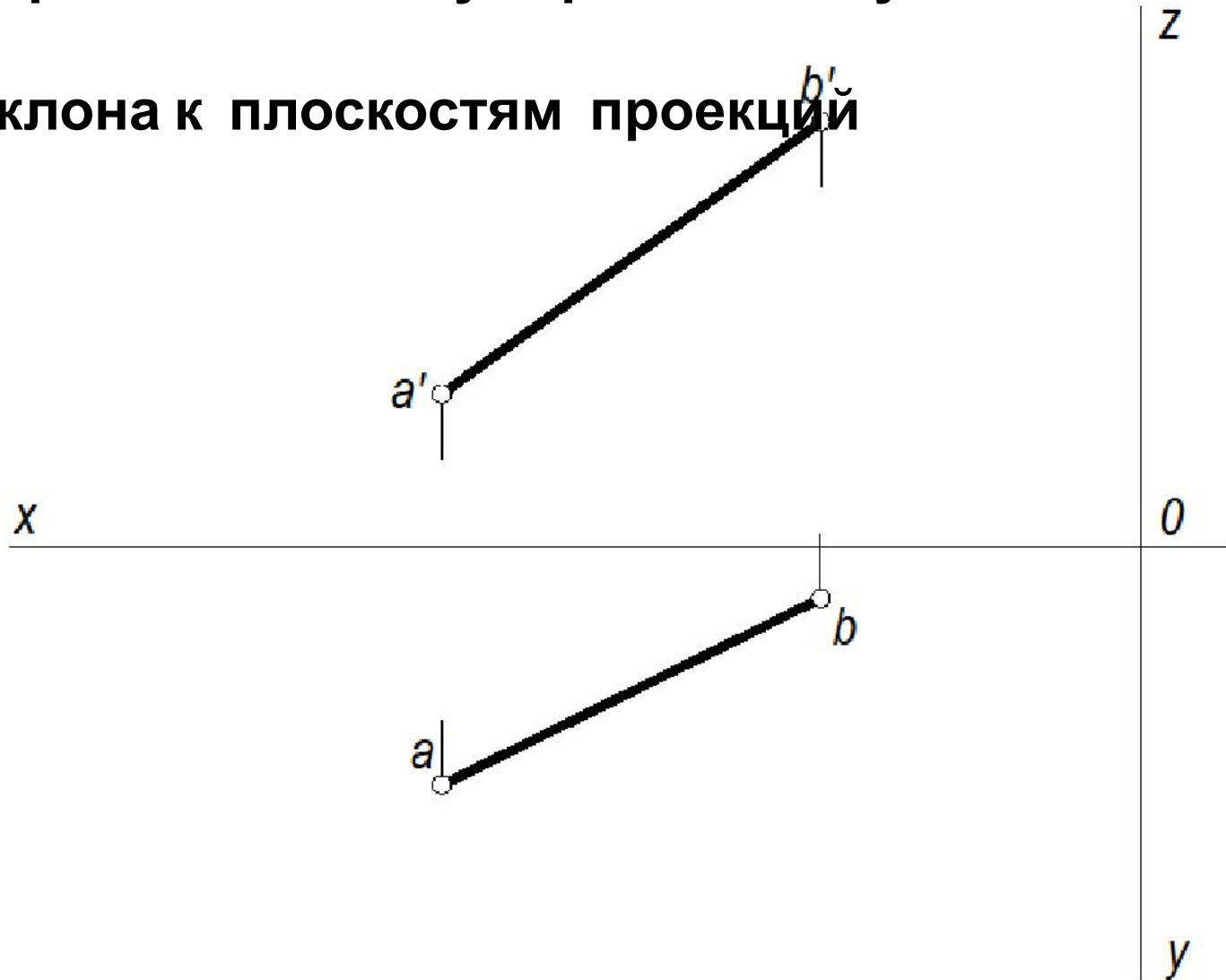
α – угол наклона прямой к горизонтальной плоскости проекций
 β – угол наклона прямой к фронтальной плоскости проекций

Решение

задачи

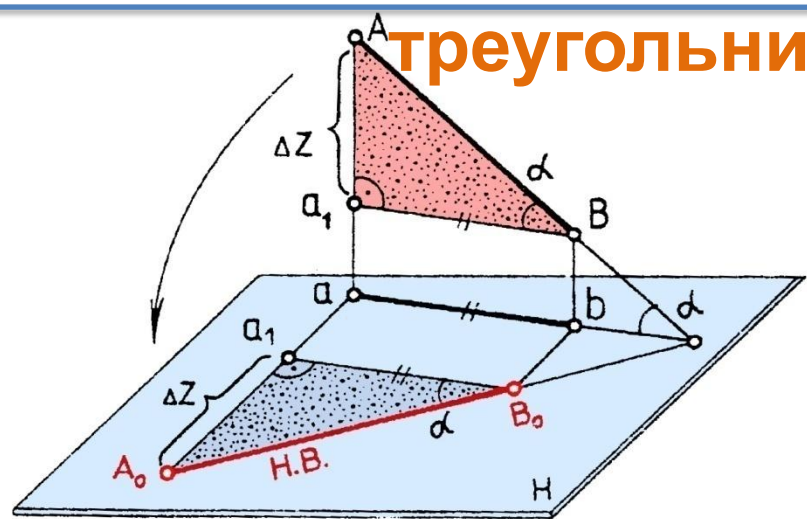
Задача: Определить длину отрезка **AB** и угол его

наклона к плоскостям проекций

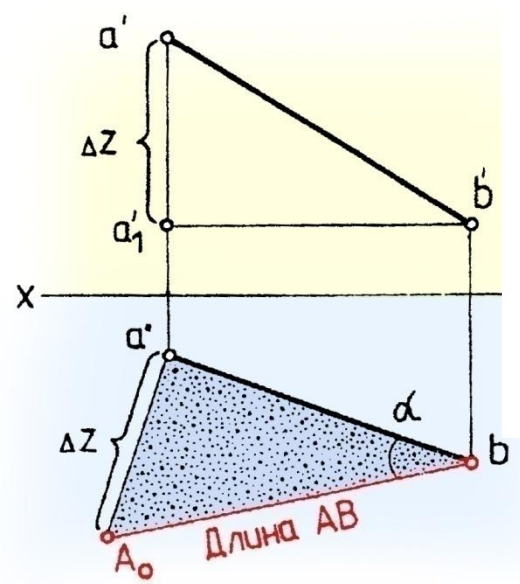
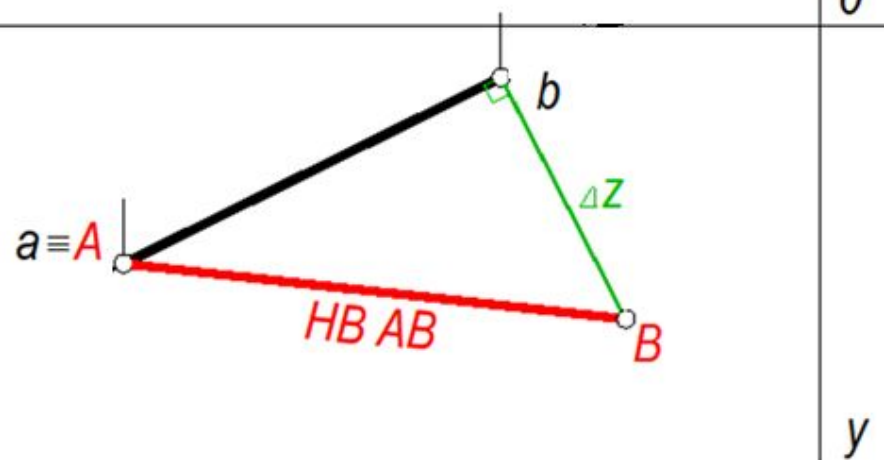
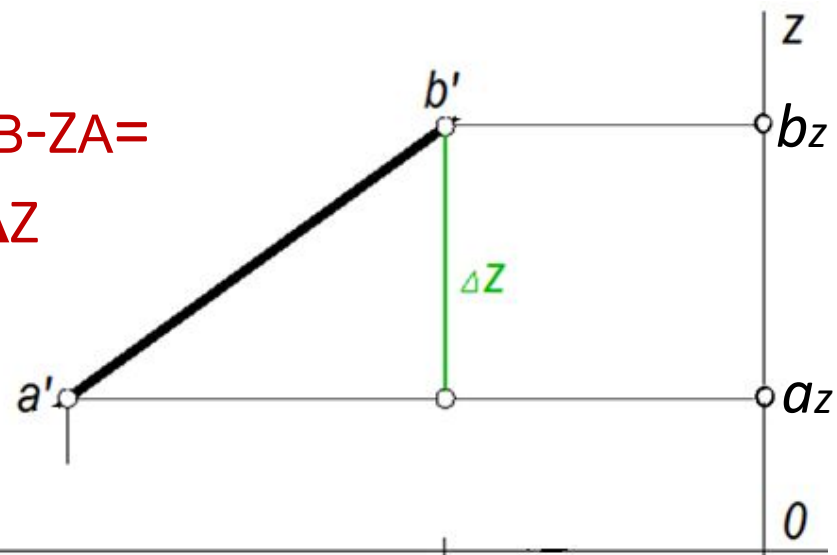


Прямая линия

Способ прямоугольного треугольника



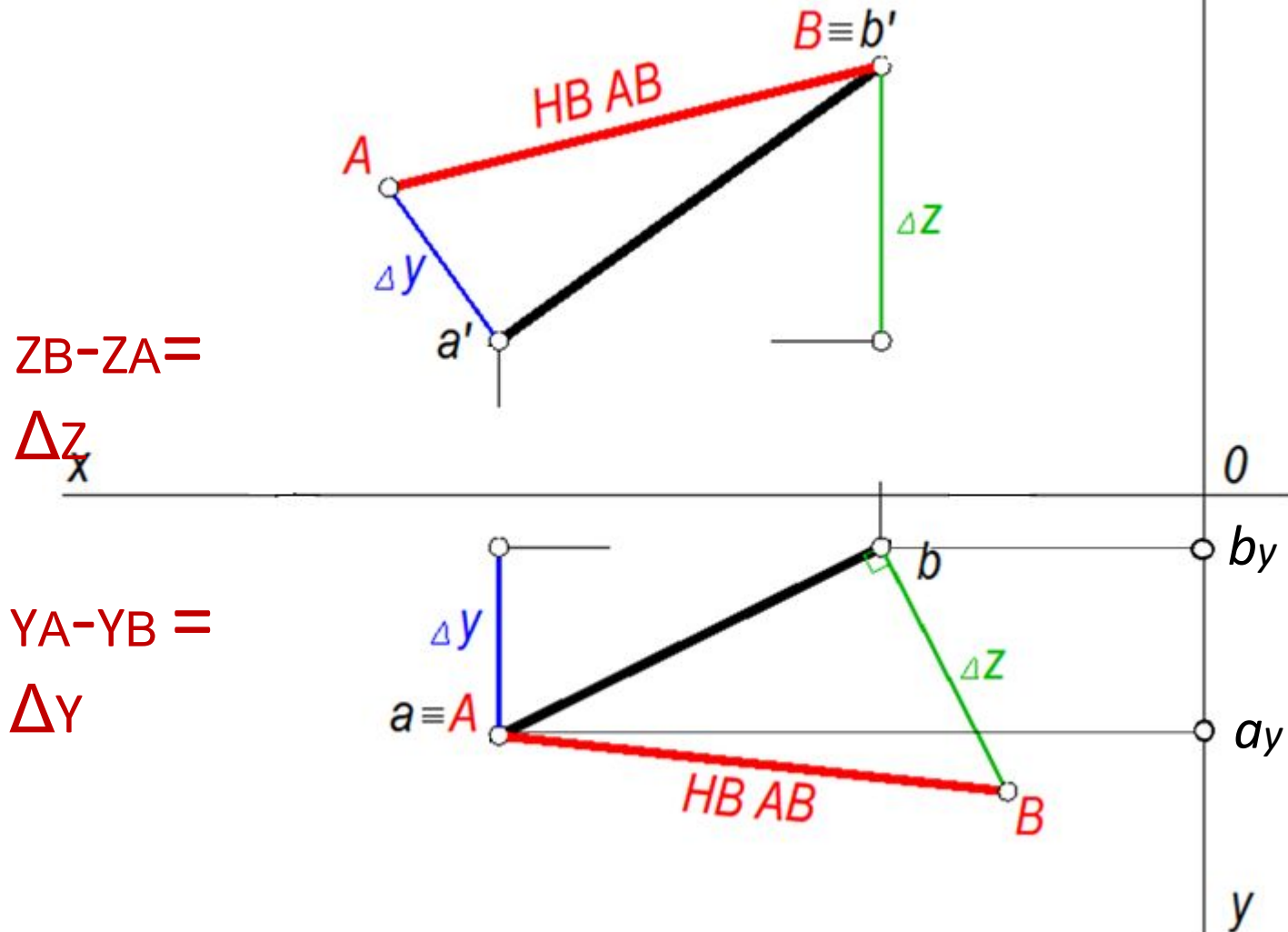
$ZB - ZA =$
 ΔZ



Решение

задачи

- Строим прямоугольные треугольники для определения натуральной величины отрезка AB

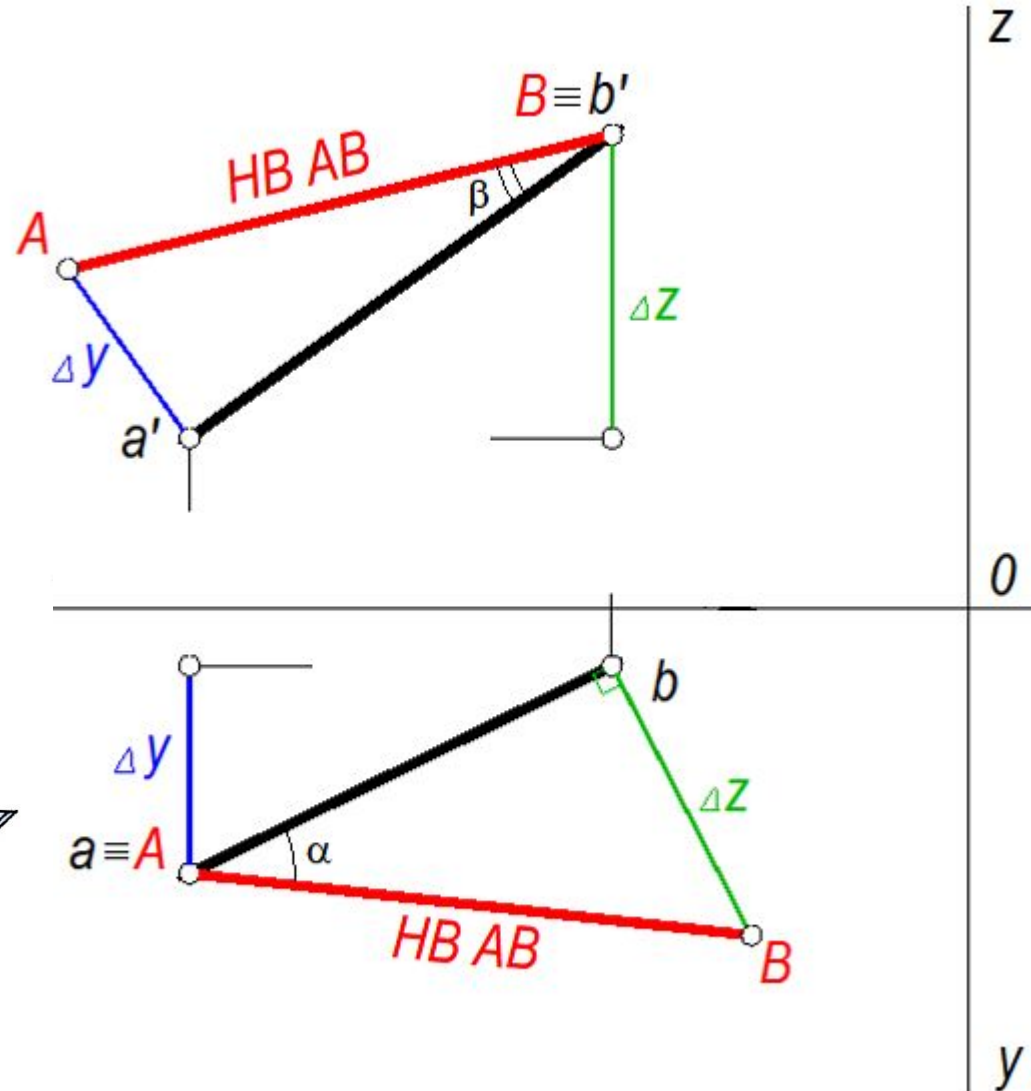
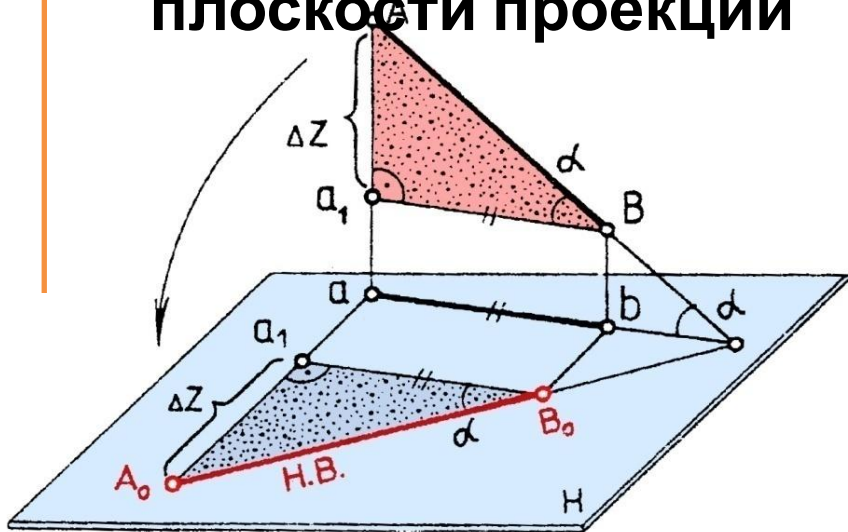


Решение задачи

- Определяем углы наклона прямой к плоскостям проекций :

α – к горизонтальной плоскости проекций

β – к фронтальной плоскости проекций



Прямая линия

Прямые частного положения

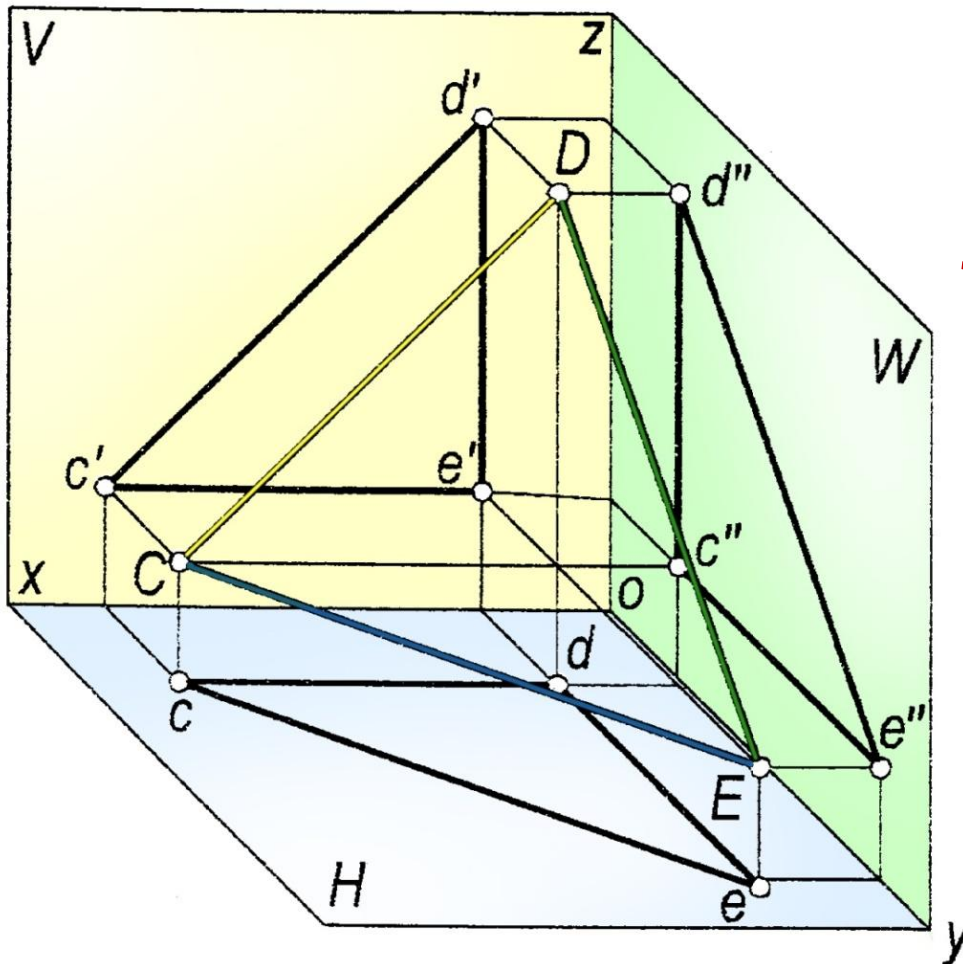
Прямые, параллельные
плоскостям проекций
называются прямыми
уровня

Различают :

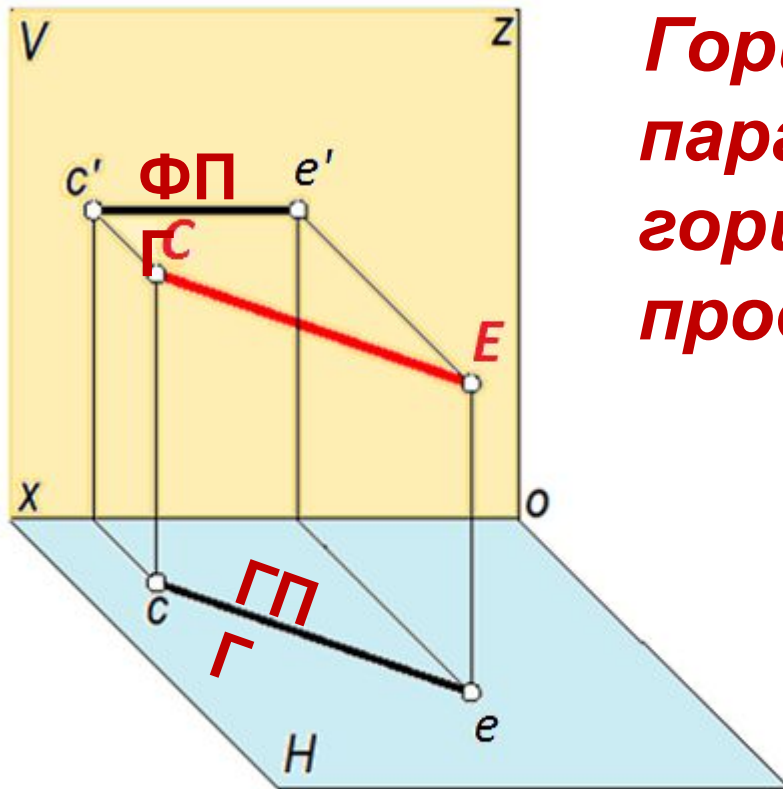
$CE \parallel H$ – горизонталь

$CD \parallel V$ – фронталь

$ED \parallel W$ – профильная
прямая

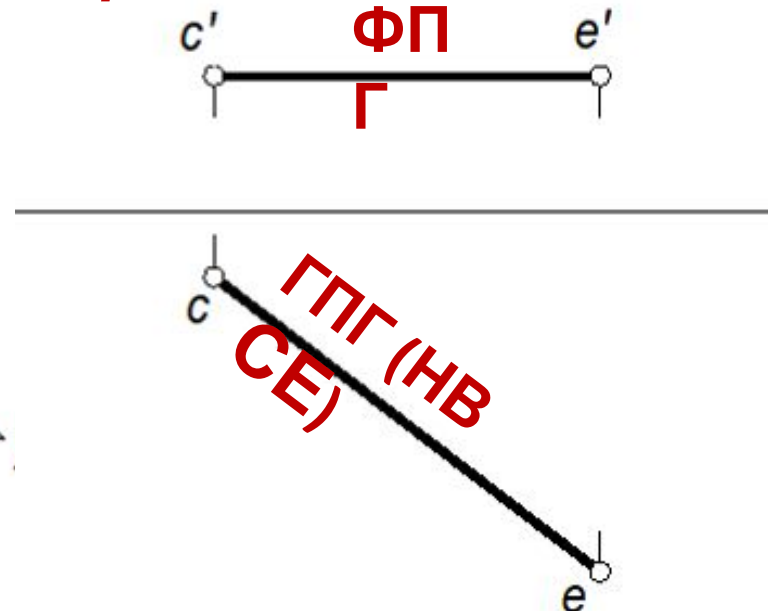


Прямая линия



$CE \parallel H$ - горизонтальная
прямая

**Горизонталь - прямая
параллельная
горизонтальной плоскости
проекций**

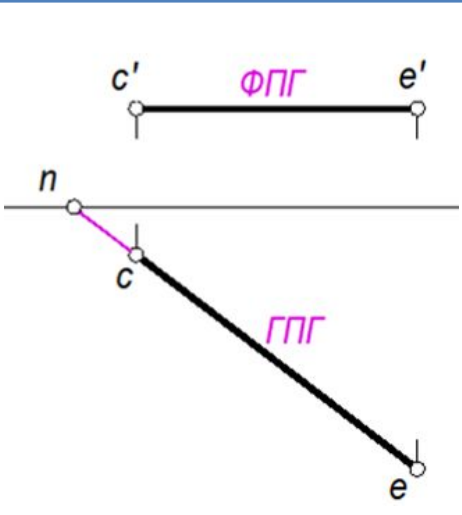
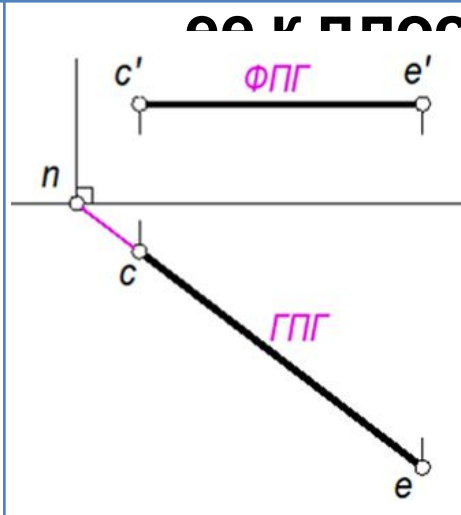
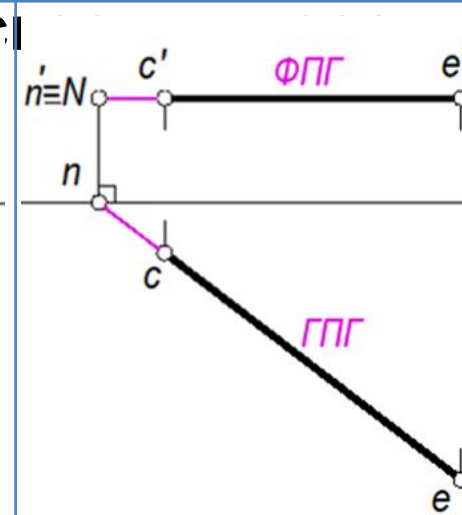
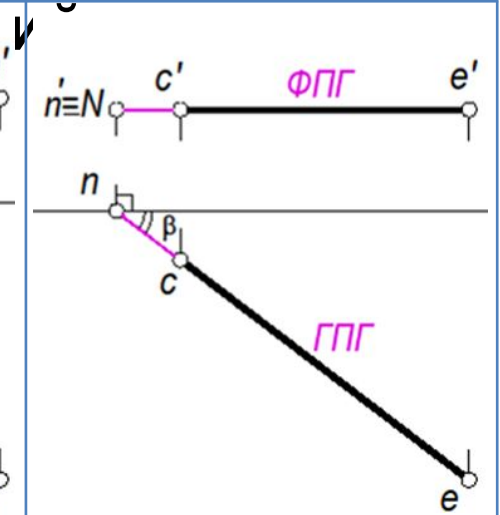


ФПГ - фронтальная проекция горизонтали
ГПГ - горизонтальная проекция
горизонтали

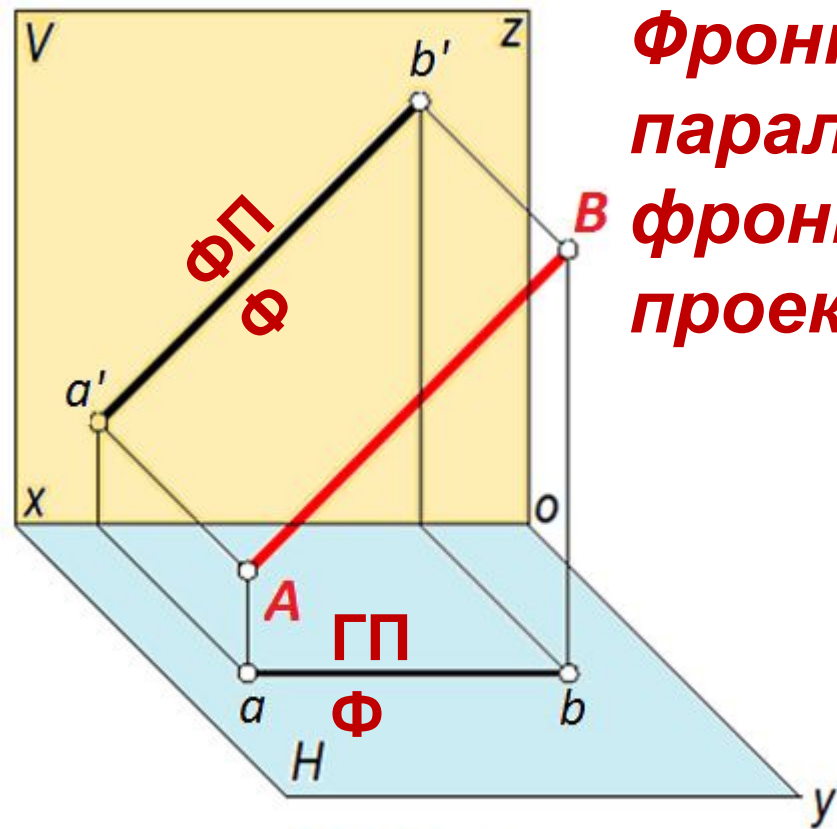
НВ - натуральная величина отрезка **СЕ**

Решение задачи

Задача: Определить следы прямой **CE** и углы наклона

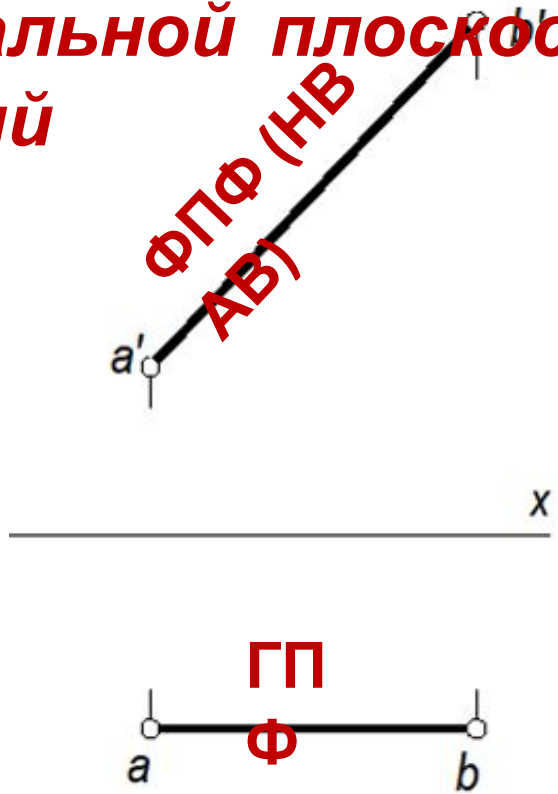
			
Горизонтальную проекцию прямой ce продлеваем до пересечения с осью Ox - получаем точку n	Через точку n проводим перпендикуляр к оси Ox	Определяем фронтальный след прямой CE - точку N ≡ n'	Находим угол наклона прямой CE к фронтальной плоскости проекций – угол β Угол α = 0

Прямая линия



АВ || V - фронтальная
прямая

**Фронталь - прямая
параллельная
фронтальной плоскости
проекций**

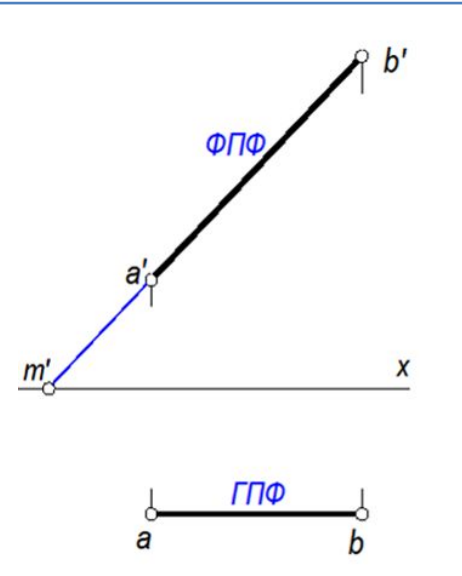
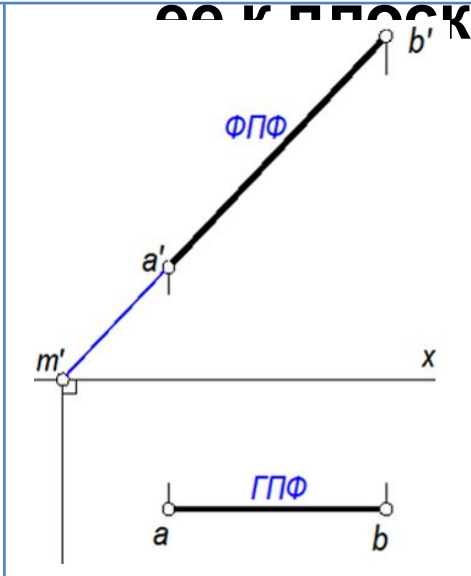
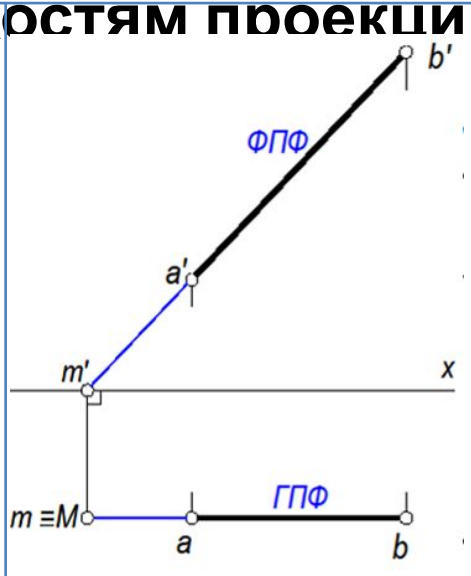
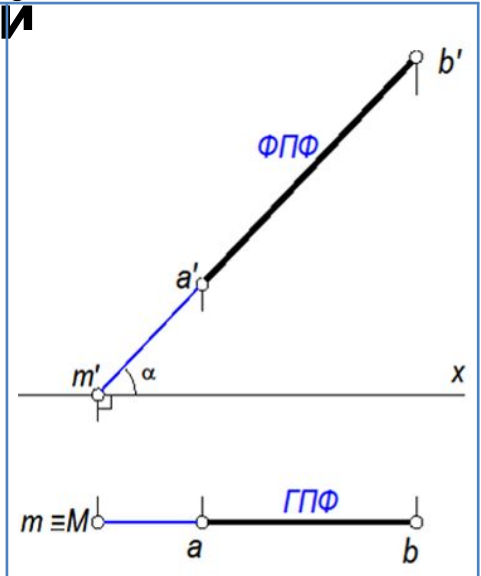


**ГПФ - горизонтальная проекция
фронтали
ФПФ – фронтальная проекция**

Решение задачи

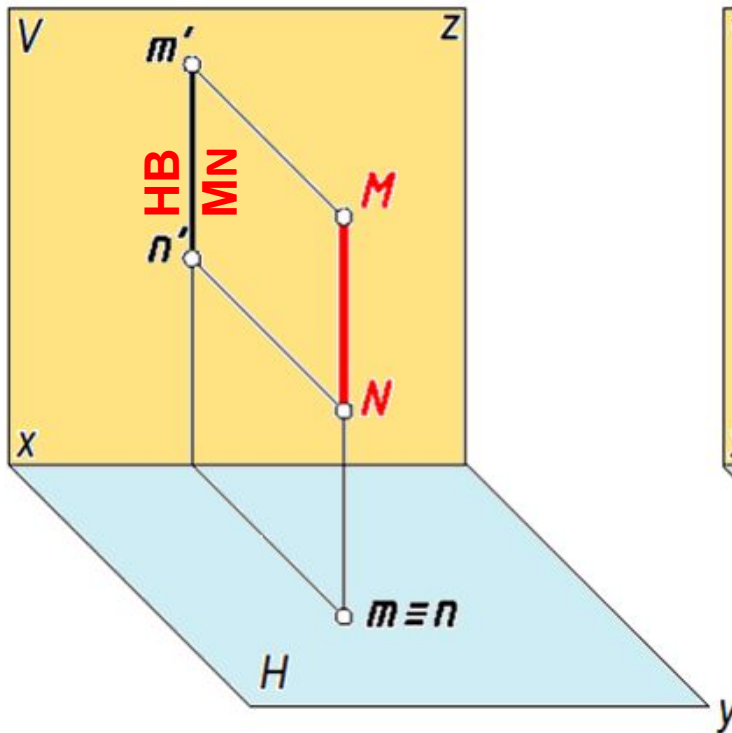
Задача: Определить следы прямой АВ и углы наклона

к плоскостям проекций

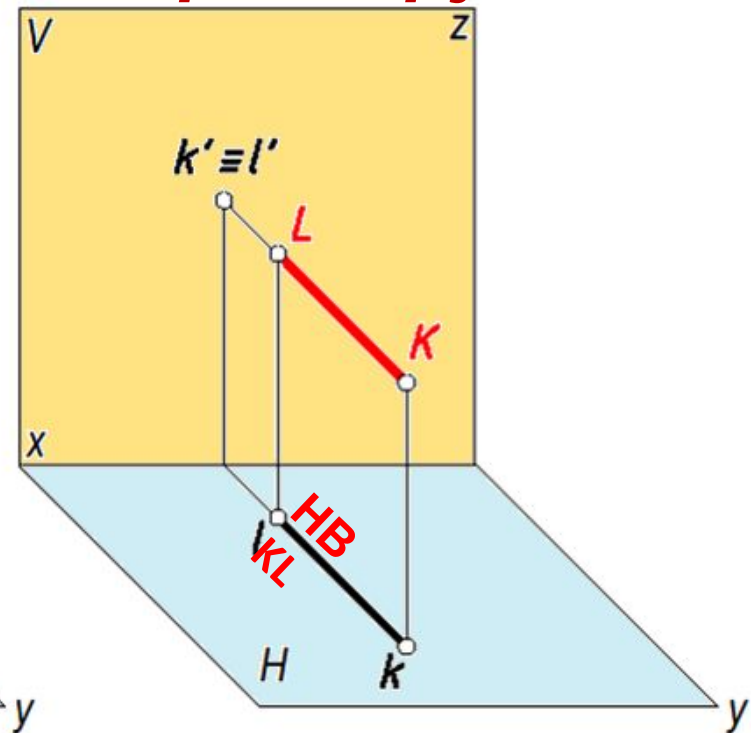
			
Фронтальную проекцию прямой a'b' продлеваем до пересечения с осью Ox - получаем точку m'	Через точку m' проводим перпендикуляр к оси Ox	Определяем горизонтальный след прямой AB - точку M ≡ m	Находим угол наклона прямой АВ к горизонтальной плоскости проекций – угол α Угол β= 0

Прямая линия

**Прямые частного
положения**
**Прямые, перпендикулярные плоскостям
проекций, называются проецирующими**



$MN \perp H$ - горизонтально
проецирующая



$KL \perp V$ - фронтально
проецирующая

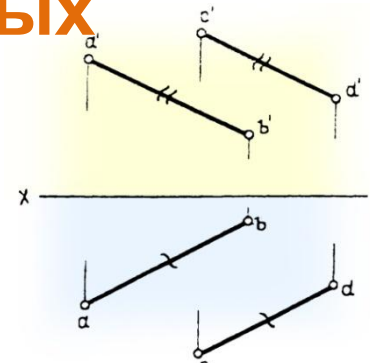
**Прямая на одну из плоскостей проекций проецируется
в точку, на другую - в натуральную величину**

Прямая линия

Взаимное расположение прямых

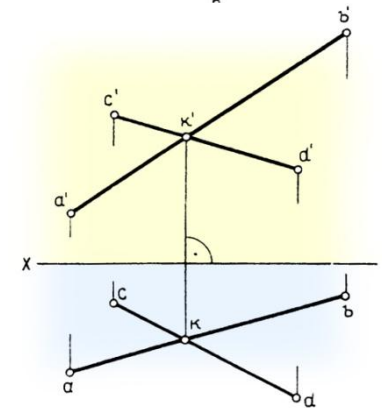
- **Параллельные прямые**

Проекции параллельных прямых на плоскость – параллельны



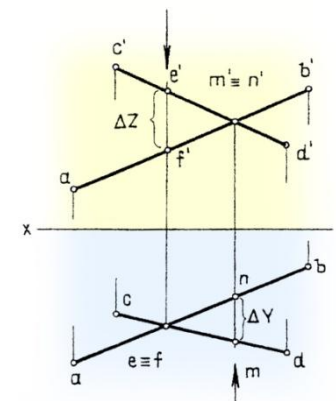
- **Пересекающиеся прямые**

Точки пересечения одноименных проекций прямых находятся на одной линии связи



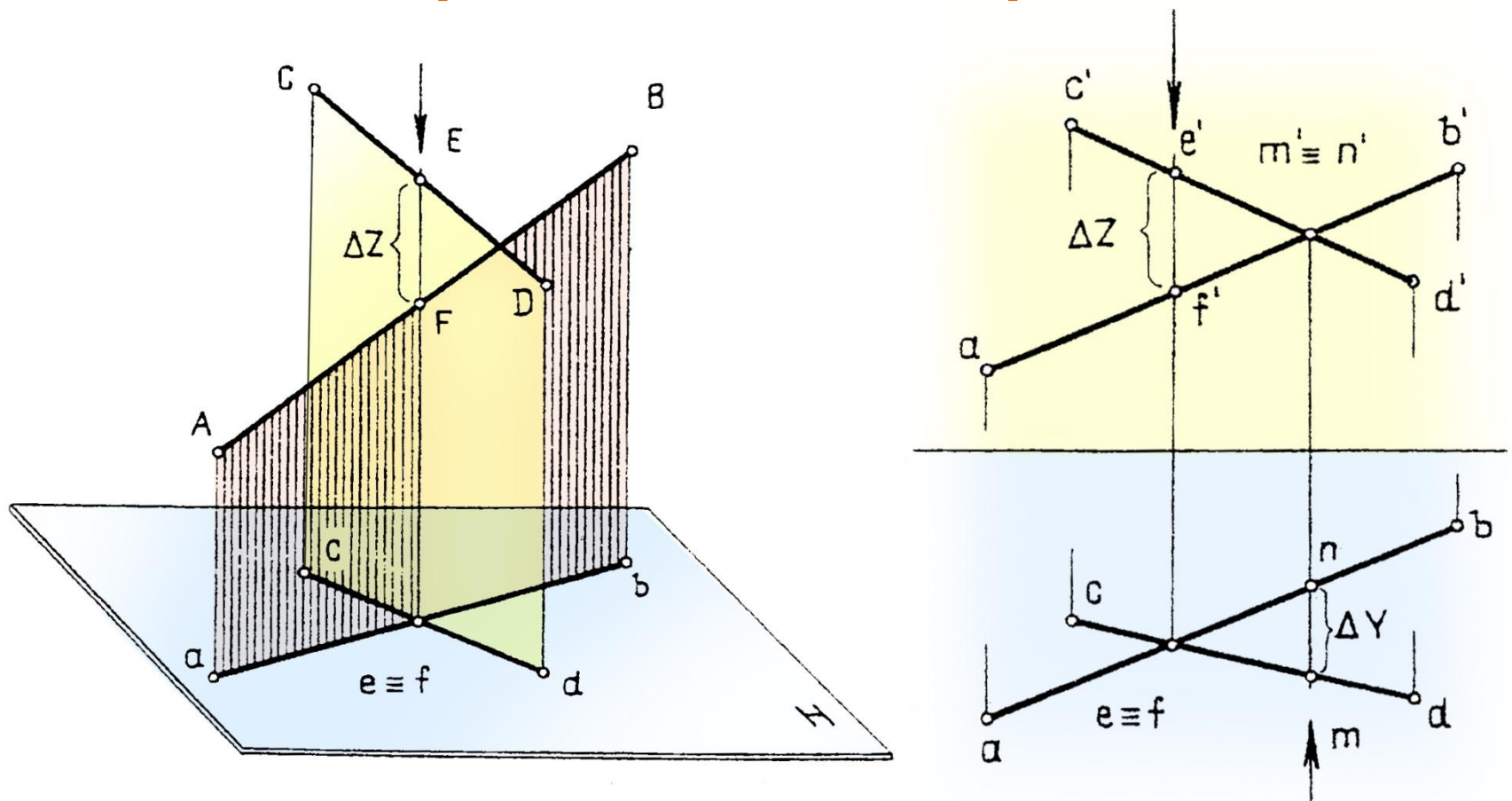
- **Скрещивающиеся прямые**

Точки пересечения одноименных проекций прямых не находятся на одной линии связи



Прямая линия

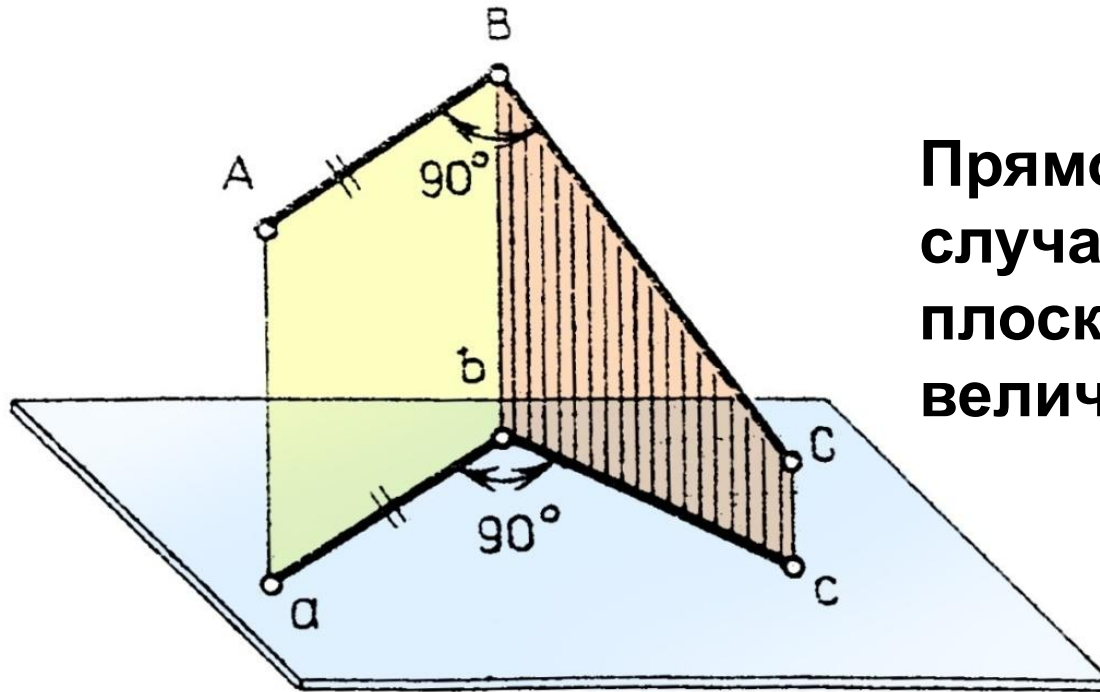
Скрещивающиеся прямые



Использование конкурирующих точек **E** и **F** для определения видимости прямых

Прямая линия

Взаимно перпендикулярные прямые

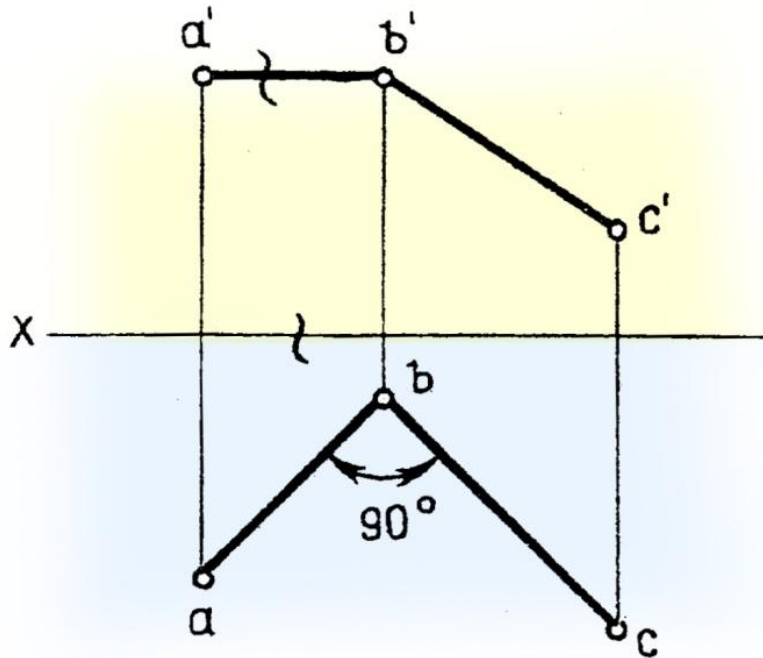


Прямой угол в общем случае не проецируется на плоскость в натуральную величину

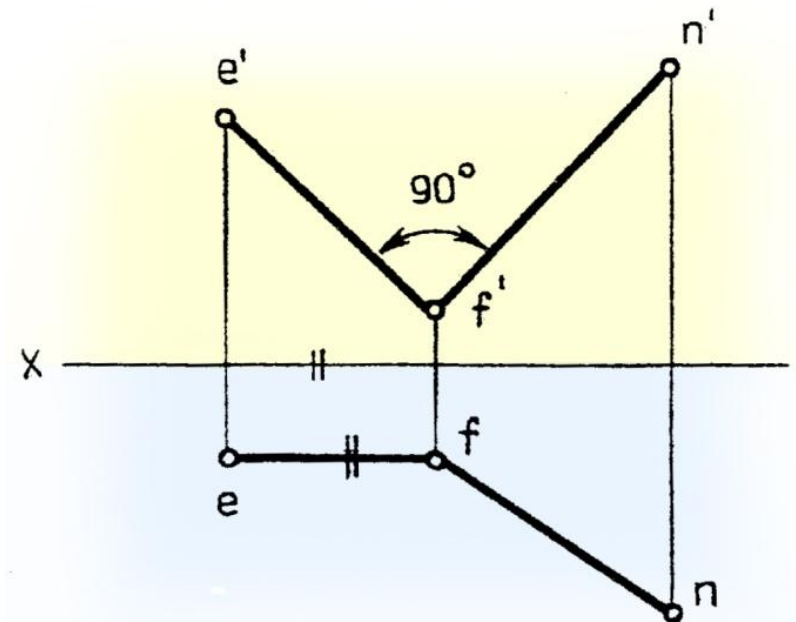
Теорема о проецировании прямого угла
Прямой угол проецируется на плоскость в натуральную величину, если одна из его сторон параллельна этой плоскости

Прямая линия

Взаимно перпендикулярные прямые



- Угол **ABC** проецируется на плоскость **H** в натуральную величину, так как **AB $\parallel$ H**



- Угол **EFN** проецируется на плоскость **V** в натуральную величину, так как **EF $\parallel$ V**