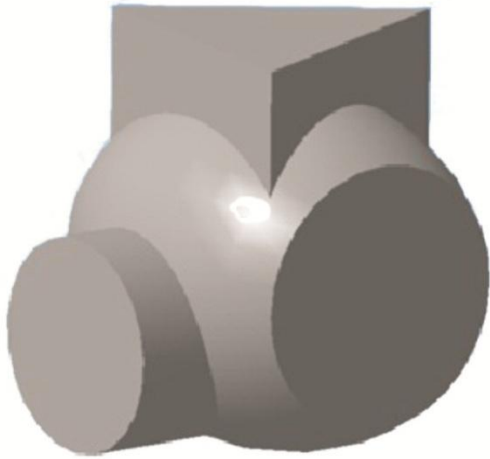


Лекция 2

Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
Кафедра “Инженерная графика”



***Дисциплина***  
***«Инженерная графика»***  
***Раздел***  
**«НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ  
ГЕОМЕТРИЯ»**

**Лектор:**

**Лариса Юрьевна Стриганова доцент, к.п.н.**

# Тема 2. Метод проецирования. Ортогональный чертеж точки и прямой линии

# Цель и задачи лекции

- Определить основы построения ортогонального чертежа
- Дать понятия октантов пространства
- Раскрыть сущность построения точки и прямой линии в системе двух и трех плоскостей проекций

В результате изучения темы Вы **будете знать**

- Виды проецирования в начертательной геометрии
- Ортогональную систему плоскостей и осей координат
- Ортогональный чертеж (эпюр) точки и прямой линии
- Сущность способа прямоугольного треугольника

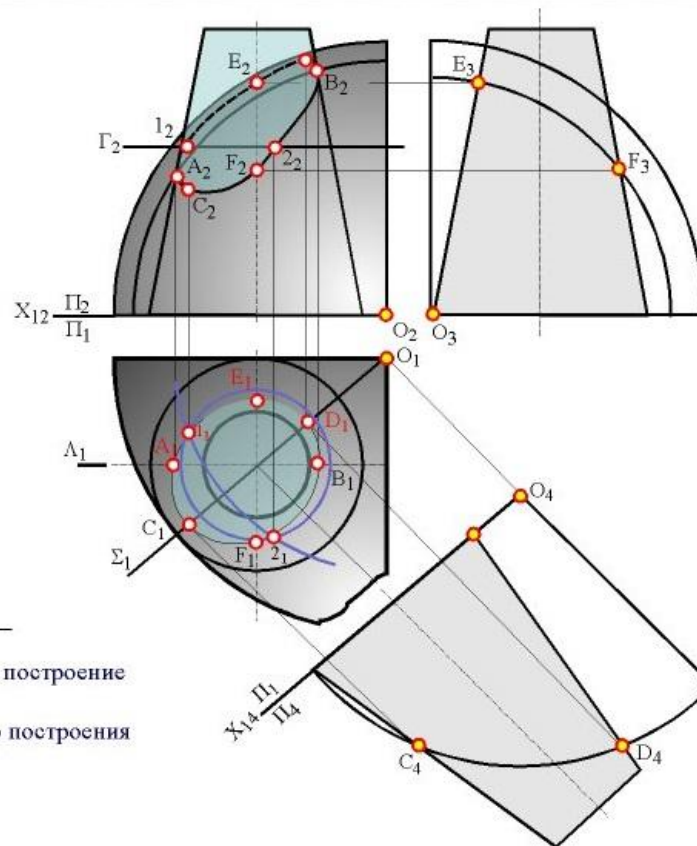
В результате изучения темы Вы **будете уметь:**

- Строить и обозначать плоскости и оси координат
- Выполнять эпюр точки и прямой линии

**- НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ -**  
занимается построением изображений  
И  
изучением пространственных  
объектов по их изображениям  
графическими методами

# Основные задачи начертательной геометрии

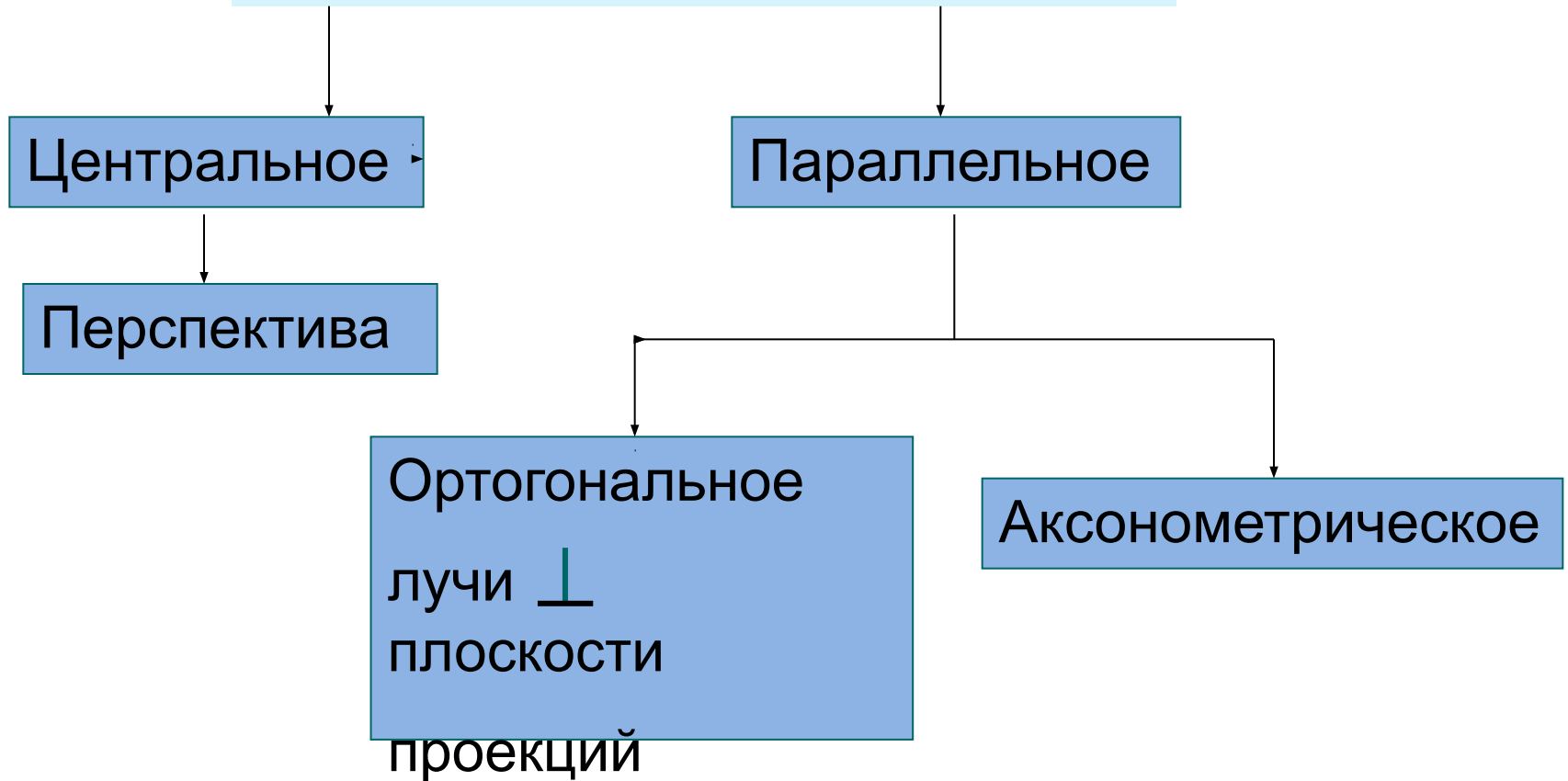
1. Создание – чертежа или эпюра
2. Решение задач на плоскости
3. Создание пространственного объекта по его изображению - чтение чертежа



С помощью третьей проекции выполнено построение очерковых точек E и F  
Преобразование на  $\Pi_4$  выполнено с целью построения экстремальных точек C и D

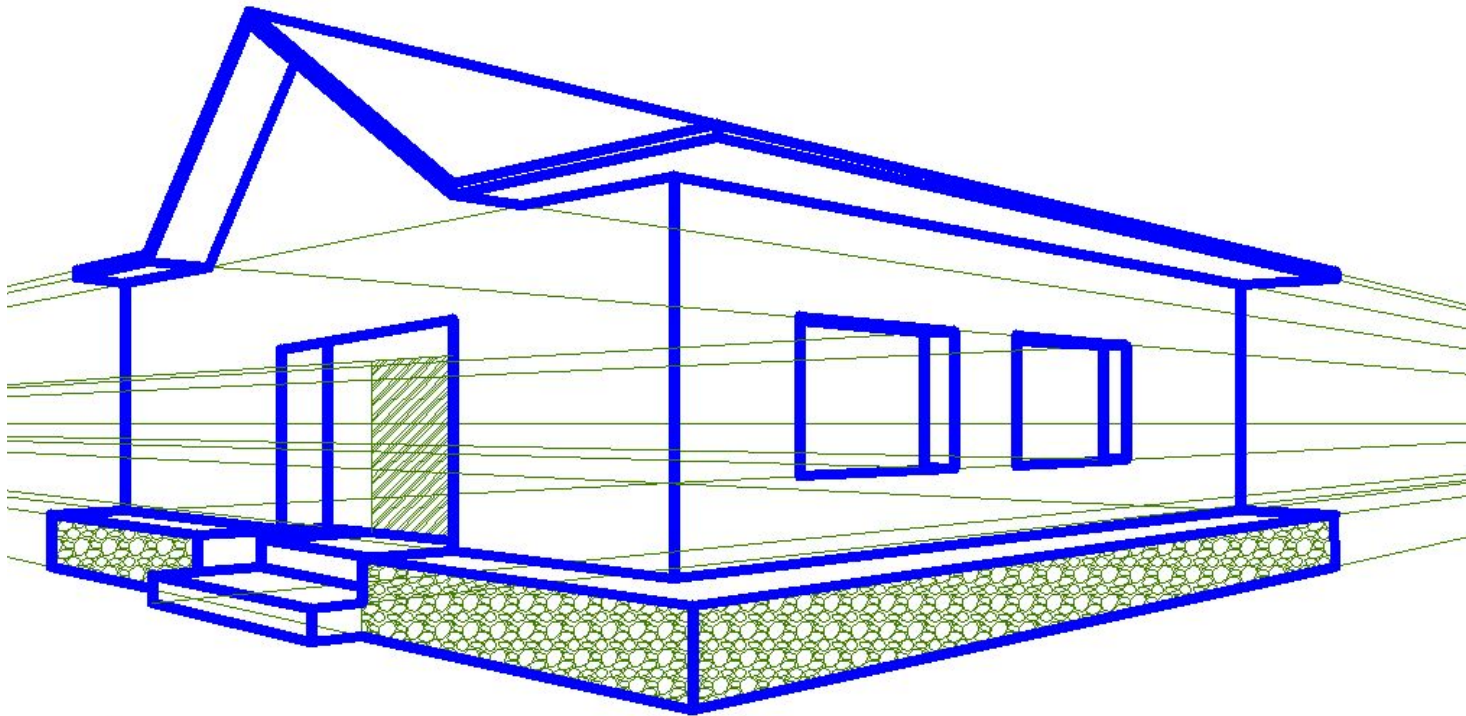
***Проецирование*** – процесс  
получения на чертеже  
достоверного изображения, по  
которому можно представить  
форму и размеры объекта

# Виды проецирования

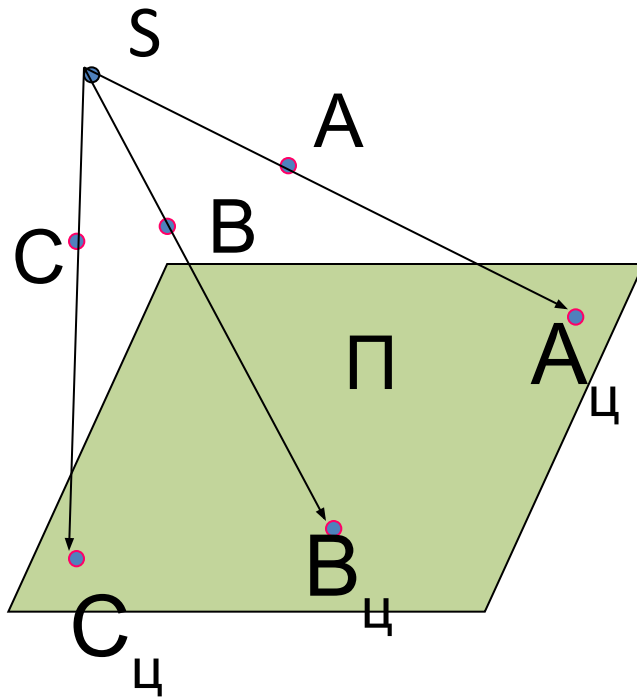




**Проекция** – изображение, полученное проецированием объекта на плоскость или какую-либо другую поверхность



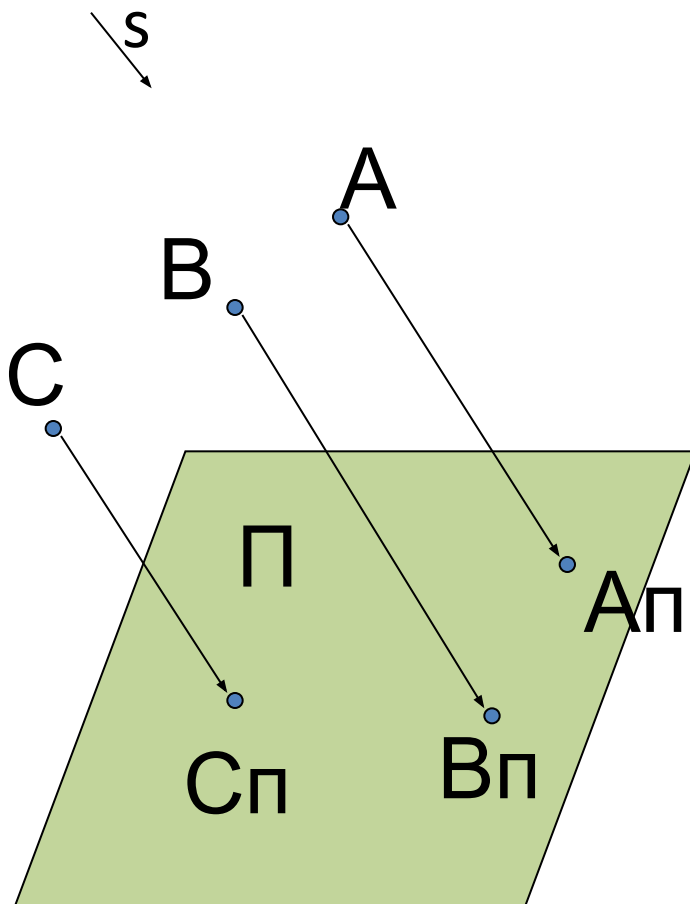
# Центральное проецирование



1.  $S$  – центр проецирования;
2.  $\Pi$  – плоскость проекций;
3.  $A, B, C$  – точки пространства;
4.  $A_{ц}, B_{ц}, C_{ц}$  – центральные проекции точек

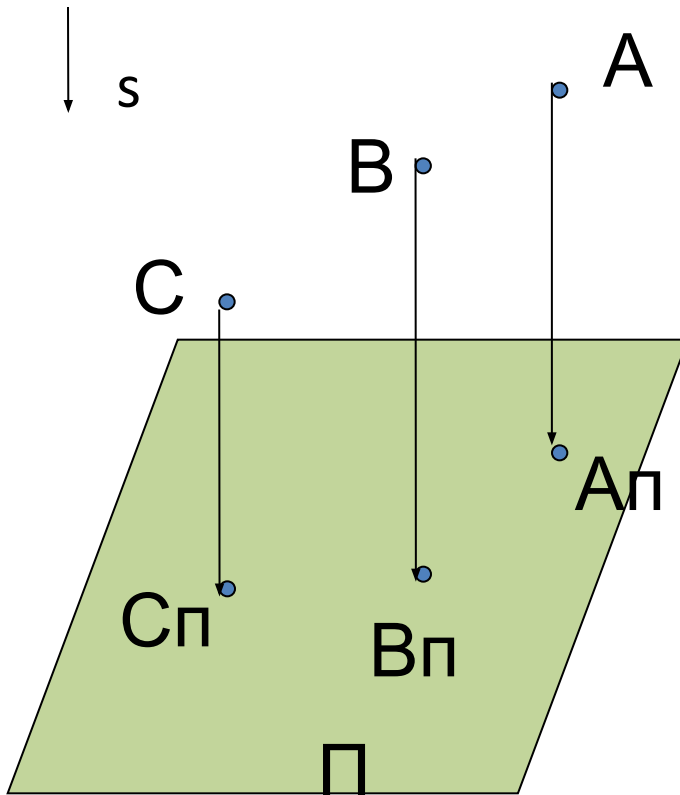
Перспективные изображения получают используя центральное проецирование

## Параллельное проецирование



1.  $s$  – направление проецирования;
2.  $\Pi$  – плоскость проекций;
3.  $A, B, C$  – точки пространства;
4.  $A_{\Pi}, B_{\Pi}, C_{\Pi}$  – параллельные проекции точек

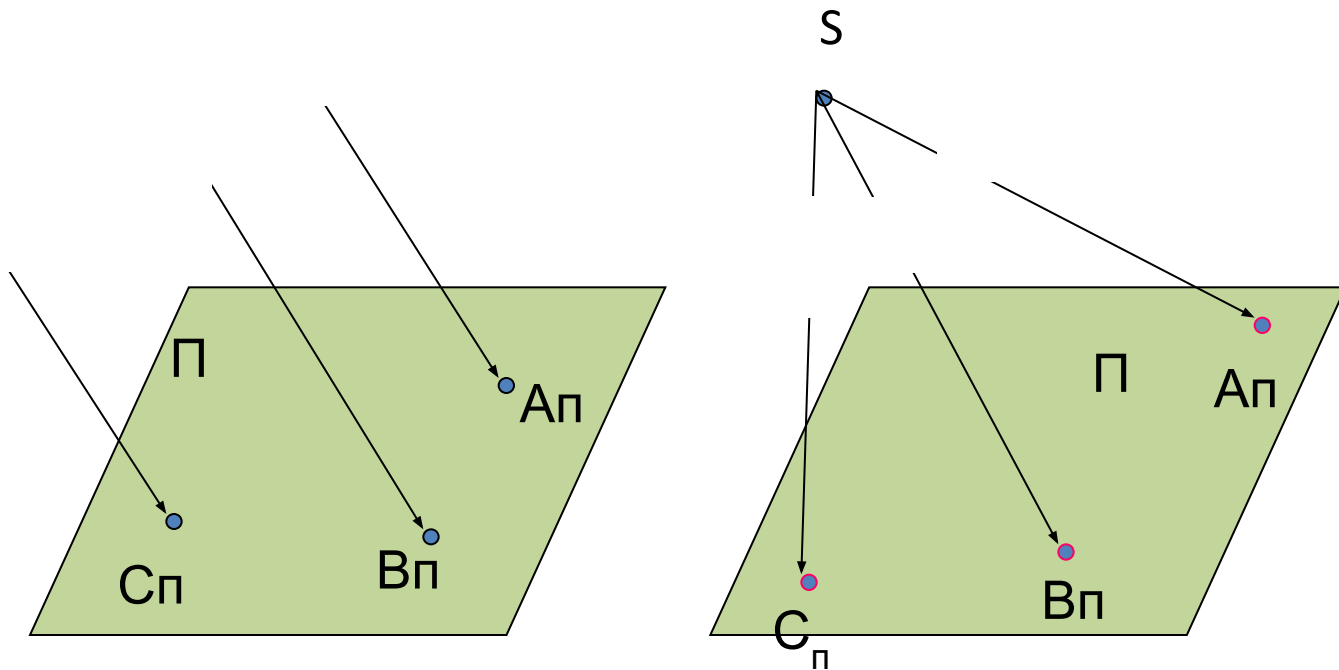
# Ортогональное проектирование



1. Направление проектирования -  $s$ ;
2. Плоскость проекций -  $\Pi$  ;  
 **$s \perp \Pi$**
3. Точки пространства  $A, B, C$ ;
4. Ортогональные проекции точек -  $A_{\Pi}, B_{\Pi}, C_{\Pi}$

**ОРТО-** с греческого переводится как прямой угол

# Параллельное и центральное проецирование

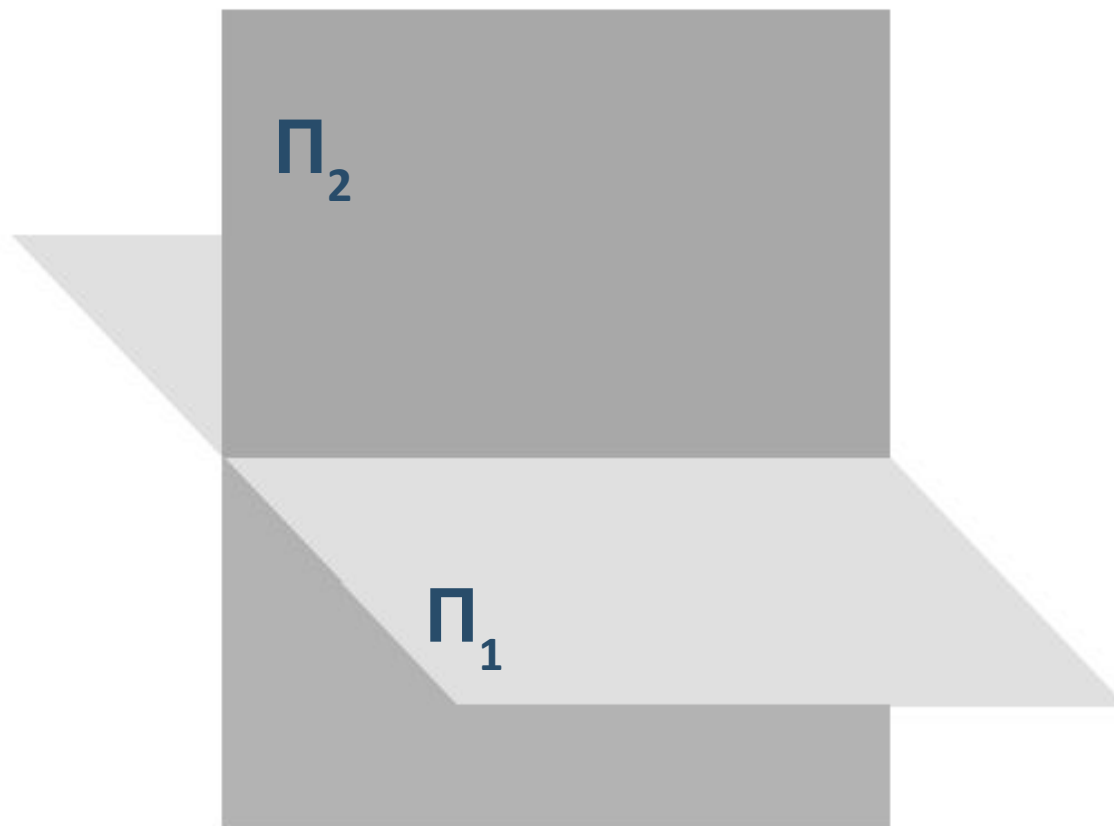


# Формирование ортогональной системы плоскостей и осей координат

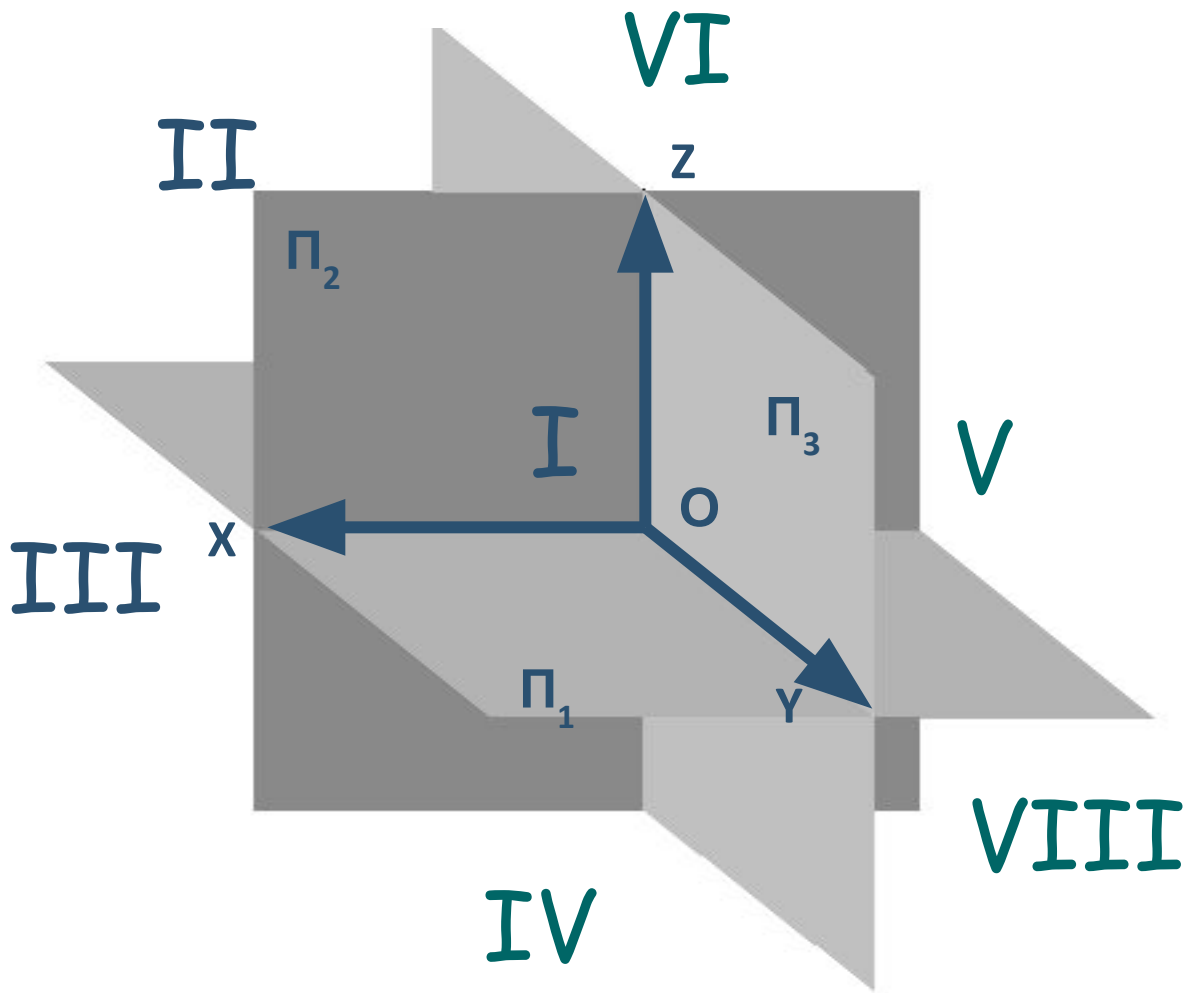


Горизонтальная плоскость проекций -  $\Pi_1$

# Фронтальная плоскость проекций – $\Pi_2$



Горизонтальная плоскость проекций

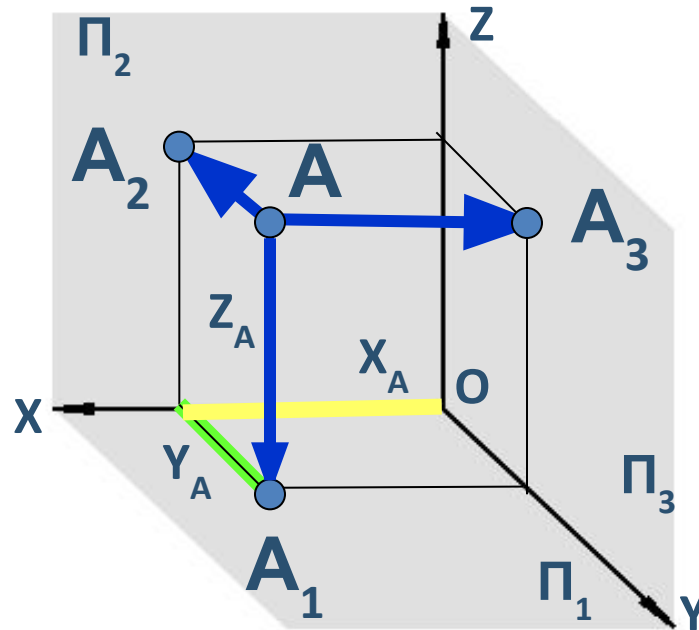


- Горизонтальная плоскость проекций -  $\Pi_1$
- Фронтальная плоскость проекций -  $\Pi_2$
- Профильная плоскость проекций -  $\Pi_3$



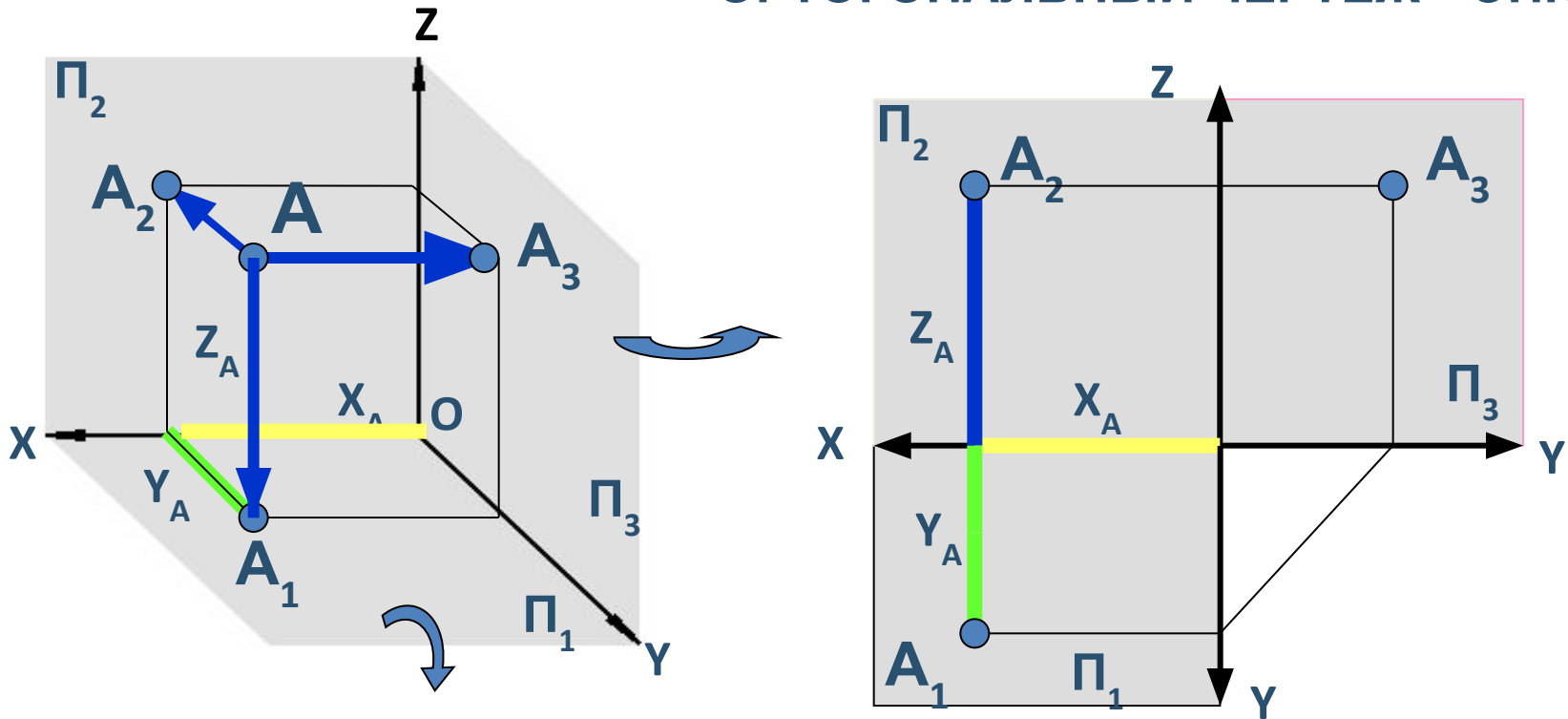
# Ортогональные проекции точки

## Точка – простейший графический примитив



- $A_1$  - горизонтальная проекция точки A;
- ось X – абсцисса • ось Z – аппликата
- ось Y – ординат • O – начало координат
- $P_1$  – фронтальная плоскость проекций – это
- $P_2$  – профильная плоскость проекций – это
- $P_3$  – горизонтальная плоскость проекций – это

# ОРТОГОНАЛЬНЫЙ ЧЕРТЕЖ - ЭПЮР



**Ортогональный чертеж** — это изображение точки в пространстве, определяемое ее положением относительно трех взаимно перпендикулярных плоскостей проекций, совмещенных с фронтальной плоскостью проекций.

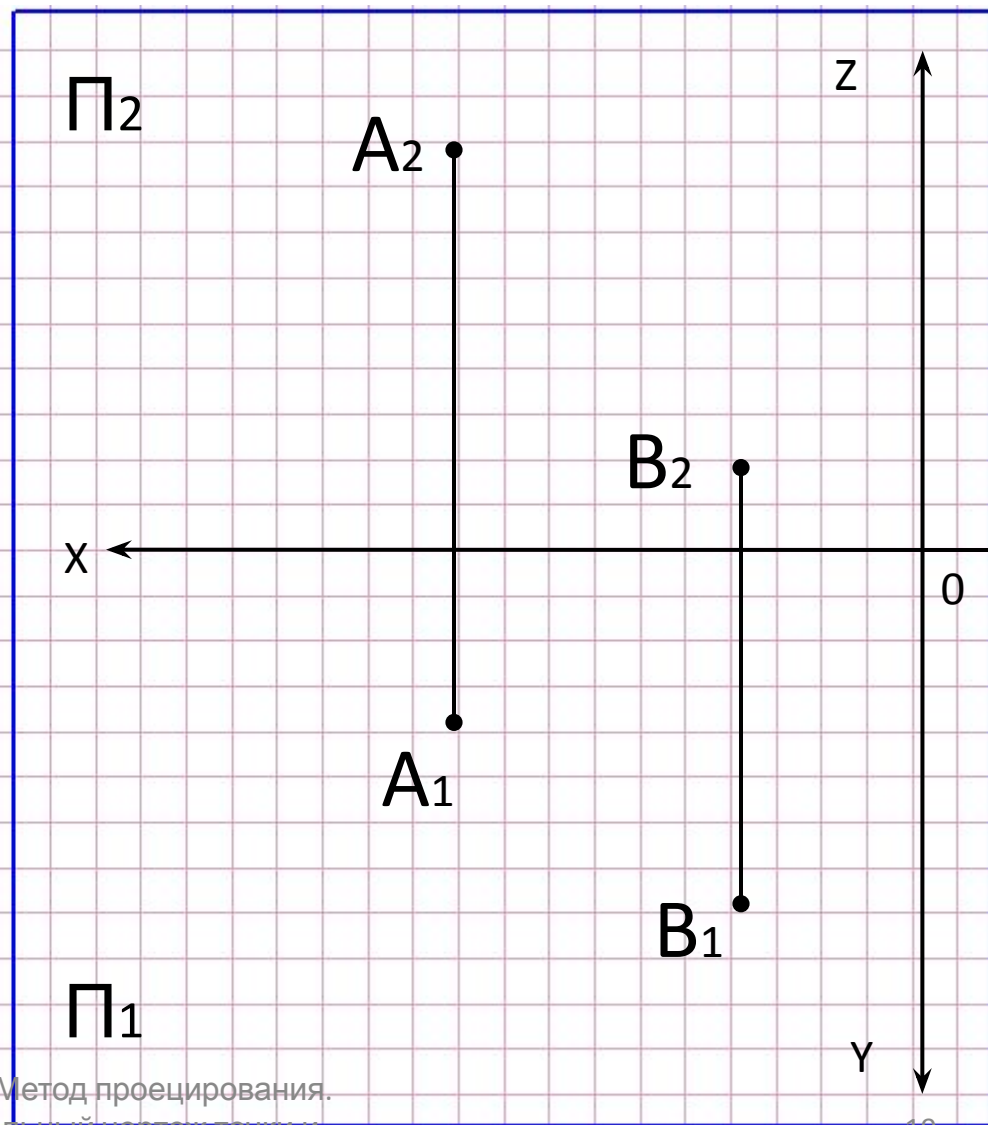
# Задание точки на эпюре

- Точку можно задать ее координатами, например:

$A(50; 20; 45)$

$B(20; 40; 10)$

и построить эпюр в двух плоскостях проекций

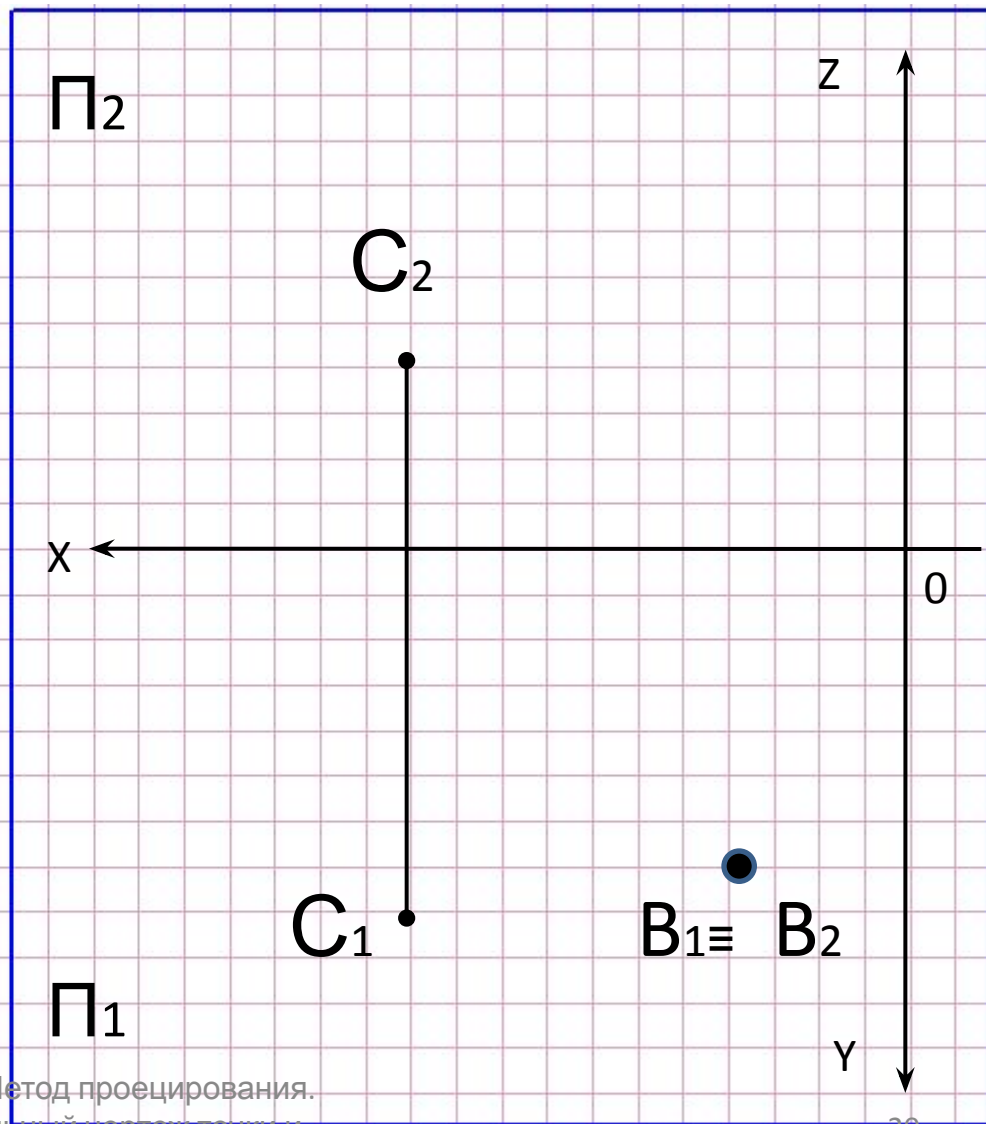


# Задание точки на эпюре

- Точку можно задать ее изображением и измерить ее координаты, например: у точки  $B$  координата  $Z$  равна 0

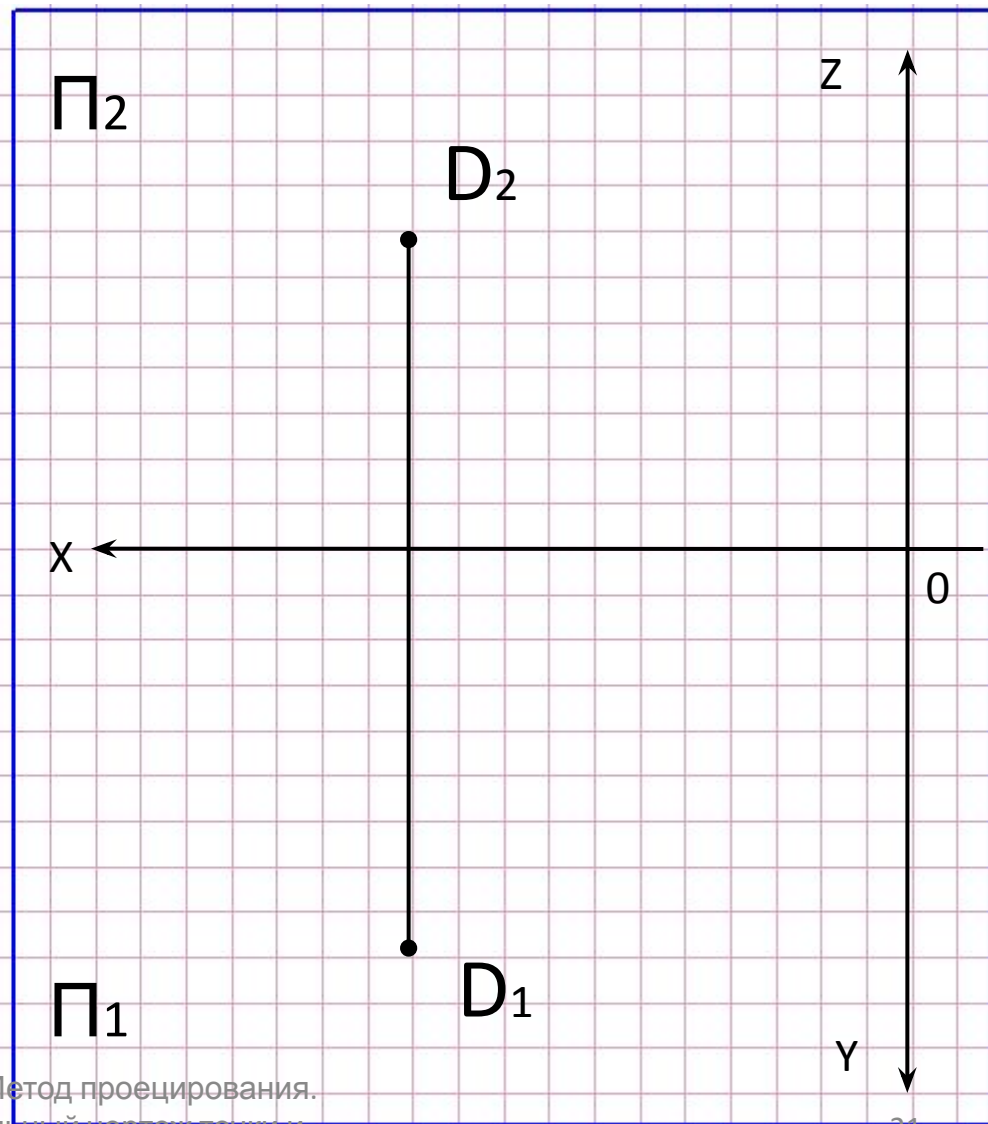
Если проекции точки на одной из плоскостей совпадают, то они обозначаются

знаком  $\equiv$



# Задание точки на эпюре

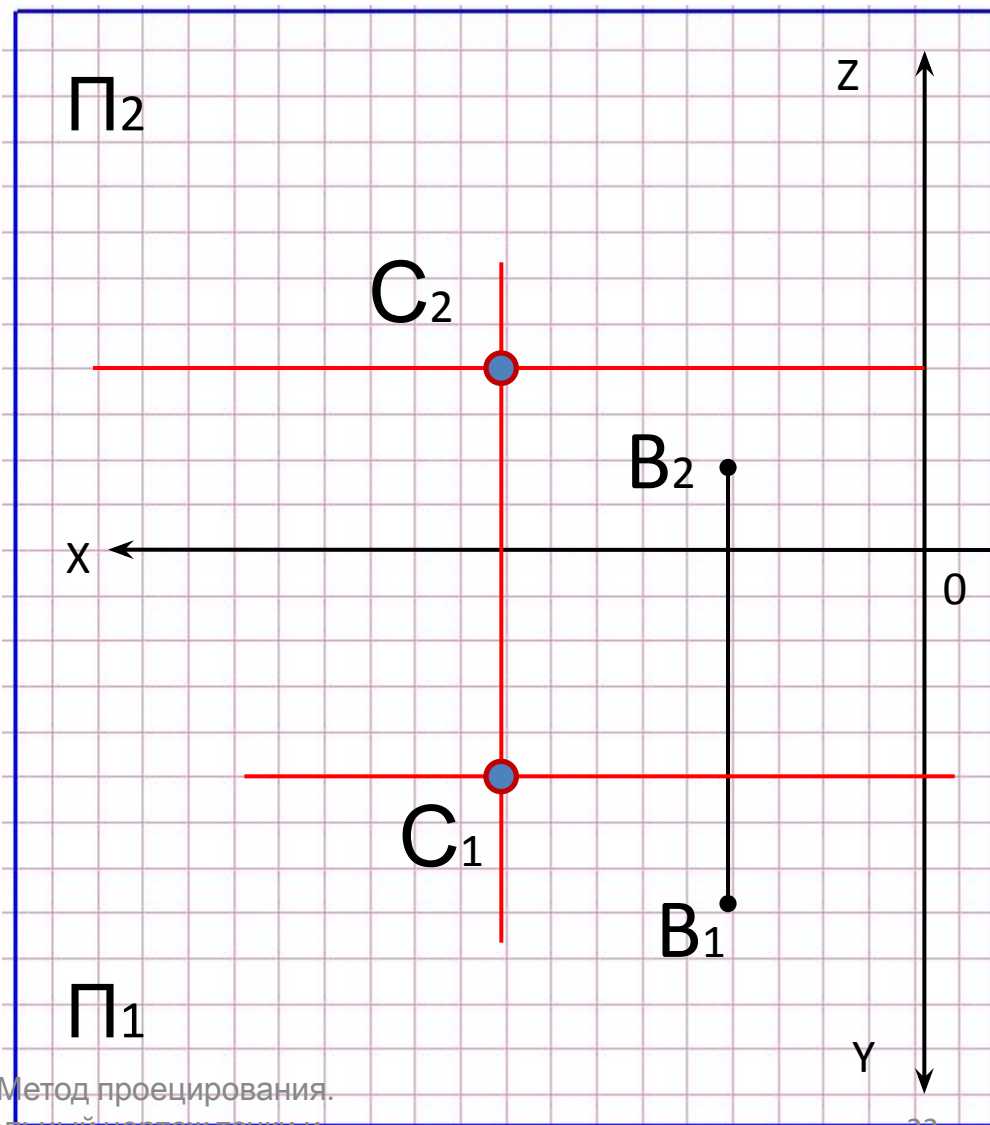
- Точку можно задать ее положением относительно плоскостей проекций, например:
- D отстоит от  $\Pi_1$  на 35мм, а от  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  на 50мм



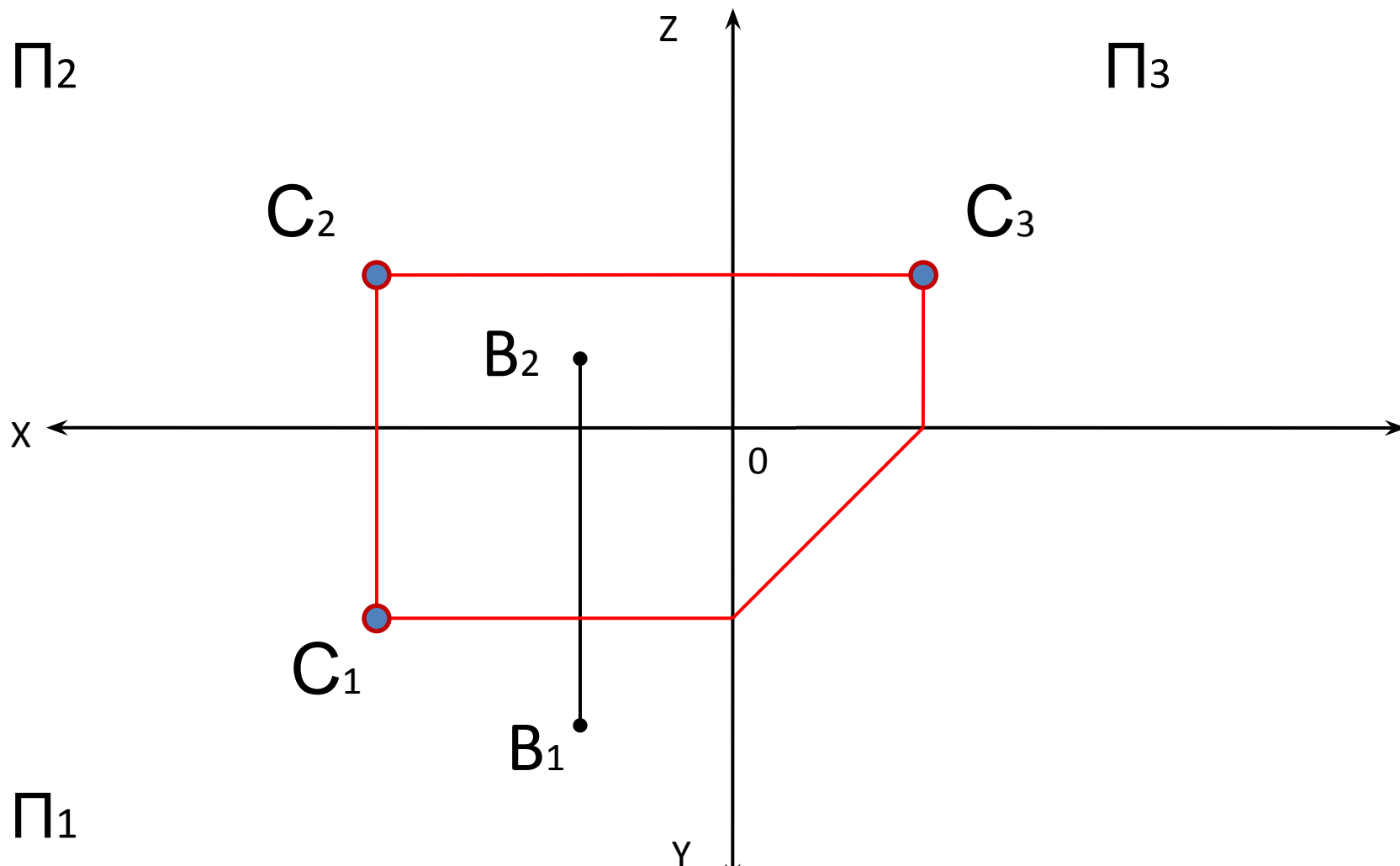
# Задание точки на эпюре

- Точку можно задать ее положением относительно другой точки, например:

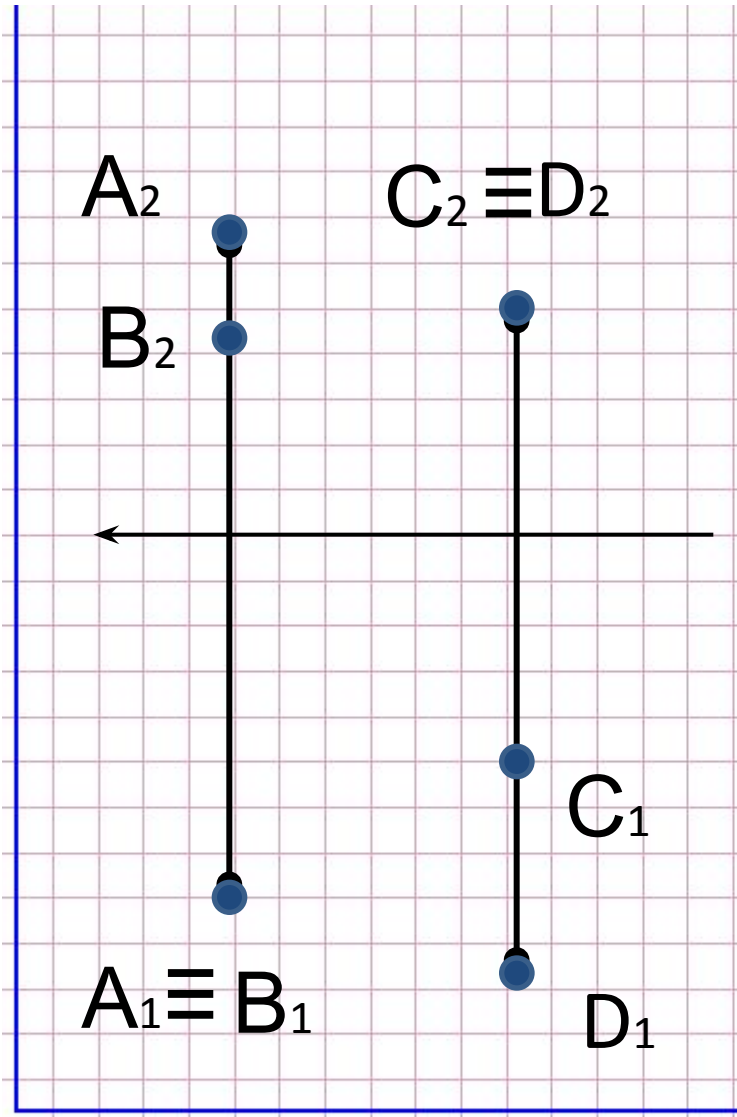
$B(20; 40; 10)$ , а точка  $C$  выше ее на 10, левее на 25 и дальше на 15



# По двум проекциям точки всегда можно построить **ТРЕТЬЮ ПРОЕКЦИЮ ТОЧКИ**



# Конкурирующие точки



- Точки, лежащие на одной линии связи, называются **конкурирующими**

По этим точкам определяется **ВИДИМОСТЬ ОБЪЕКТОВ**

Например: А выше В, поэтому она видима на горизонтальной плоскости или D ближе к наблюдателю, чем С, поэтому она видима на фронтальной плоскости

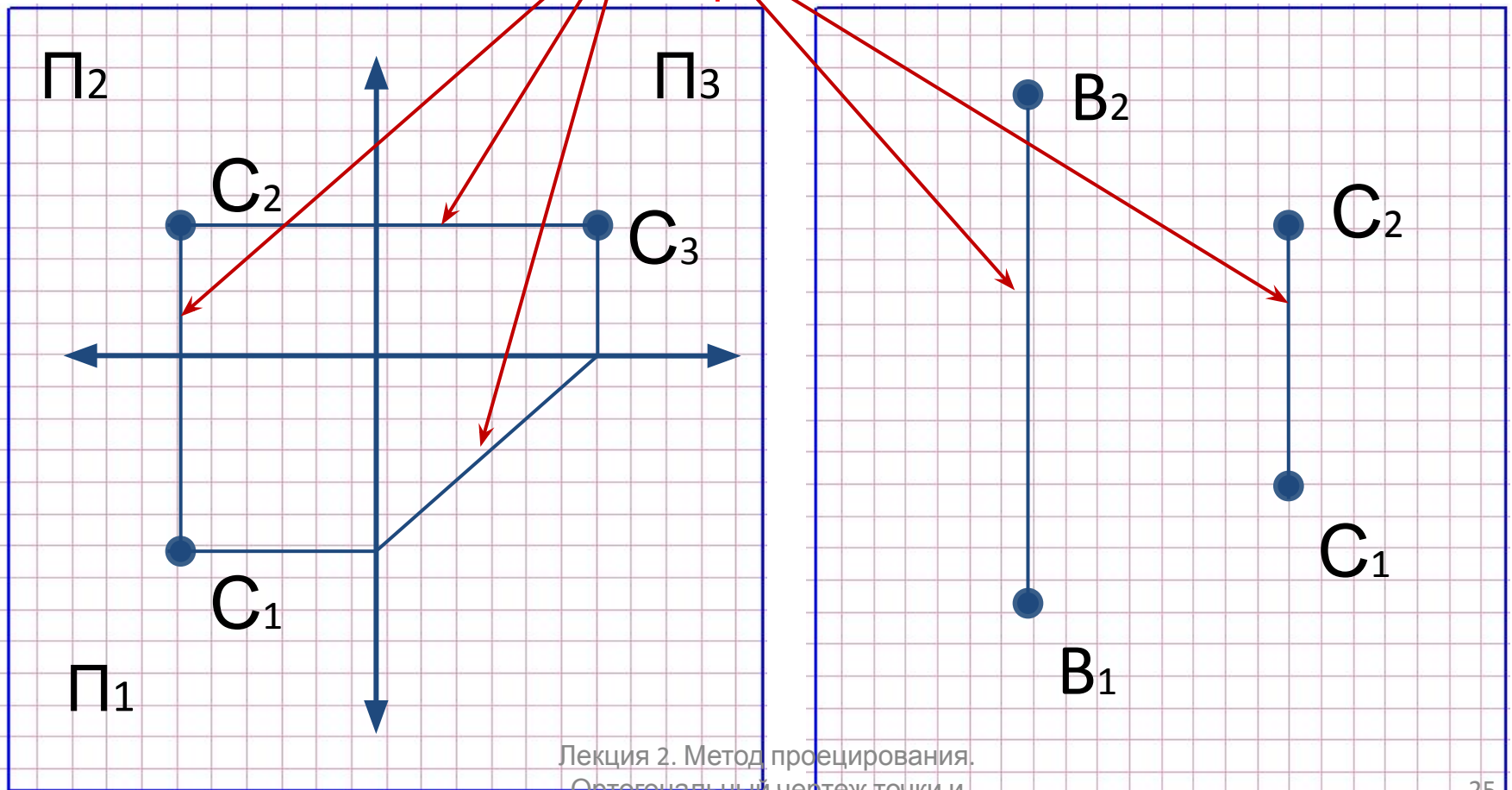


# Эпюры могут быть

- С осями координат

- Безосными

В том и другом случае, проекционная связь точек (объектов) сохраняется



# Прямая линия – кратчайшее расстояние между двумя точками

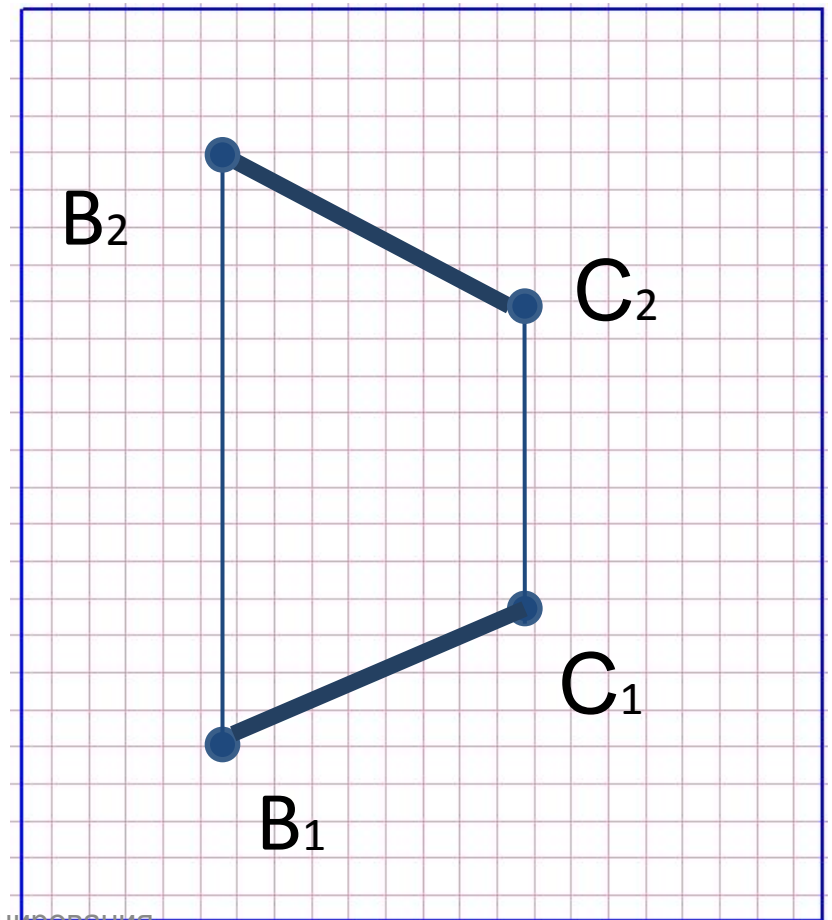
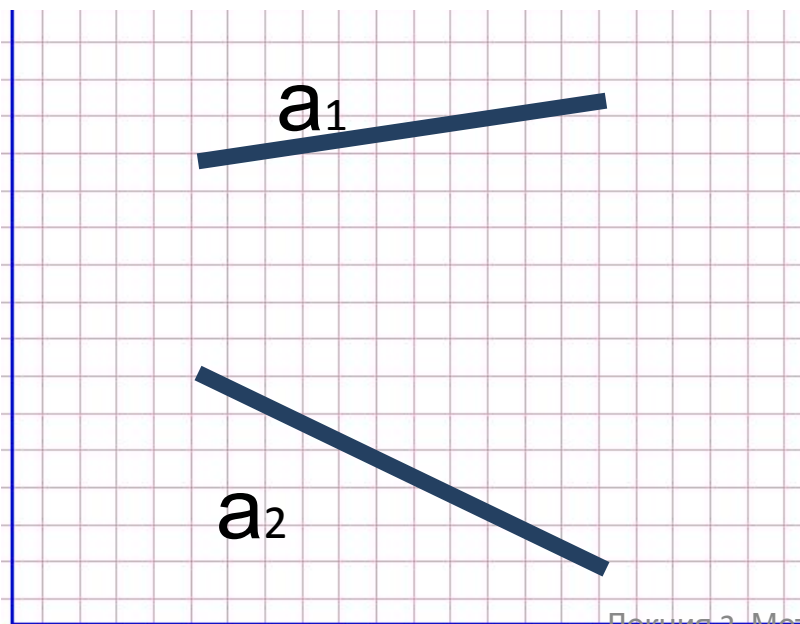
Задание прямой линии:

1. Аналитическим способом
2. Графическими способами

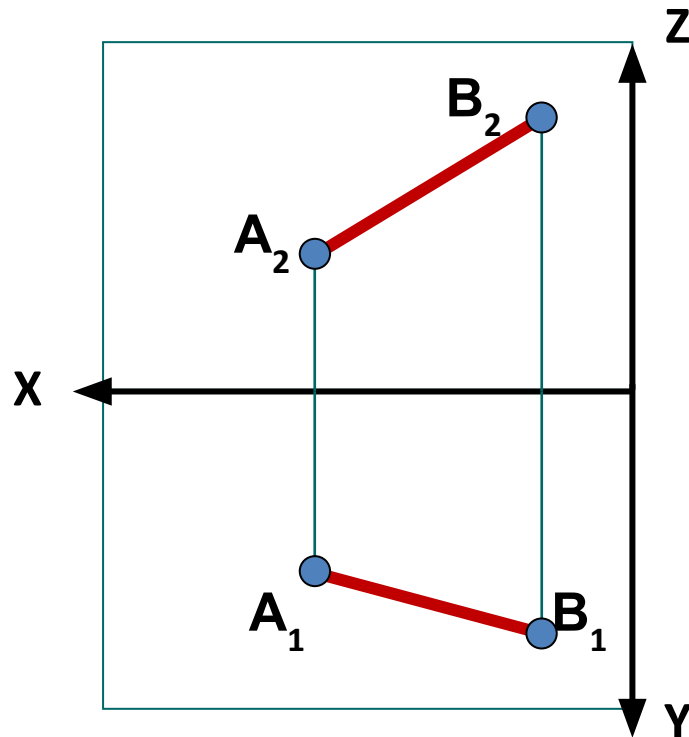
# Графические способы задания прямой ЛИНИИ

1 способ. Изображением *проекций отрезков*  
прямых линий:  $A_1B_1, A_2B_2$

или проекциями прямых:  
 $(a_1, a_2)$

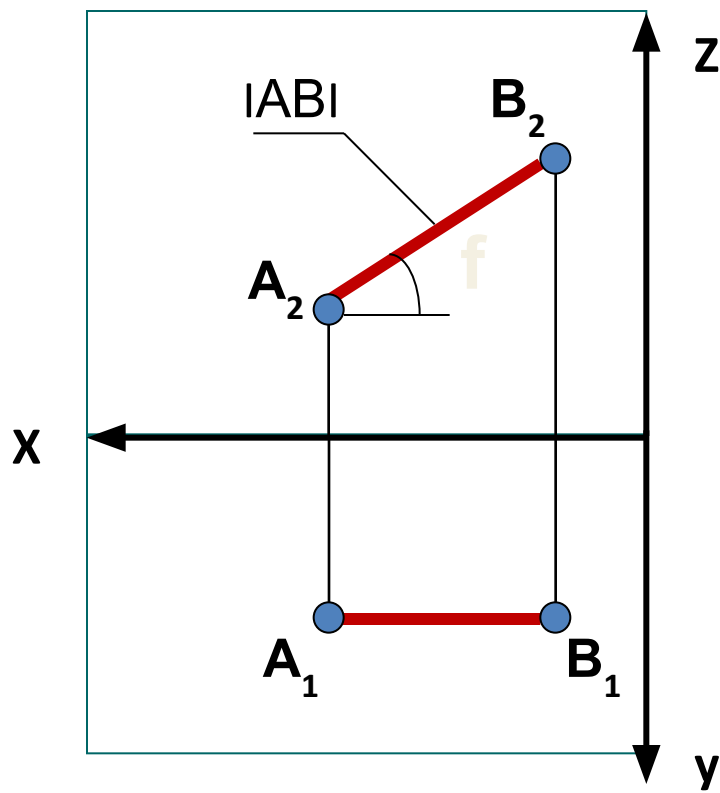


2 способ. **Координатами** концов  
отрезка прямой, например:  $A$   
 $(55,30,20)$ ,  $B(15,35,70)$



### 3 способ. *Натуральной величиной* отрезка прямой $AB$ и *углами наклона* ( $\alpha$ и $\beta$ ) к плоскостям проекций $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$

Угол наклона прямой линии к фронтальной плоскости проекций  $\alpha$  называется **пси**



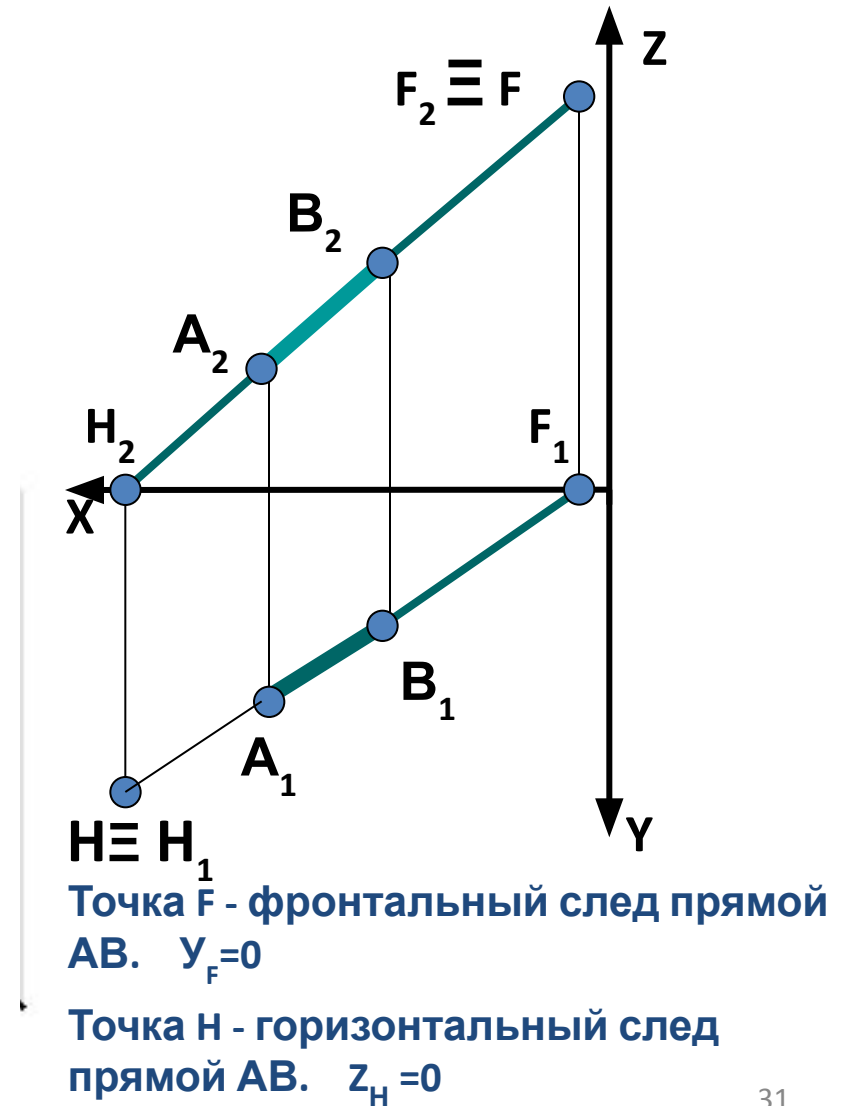
Угол наклона прямой линии к горизонтальной плоскости проекций  $\beta$  называется **фи**

# 4 способ. Задание прямой ее следами

- Следом прямой линии называется точка пересечения прямой с плоскостью проекций

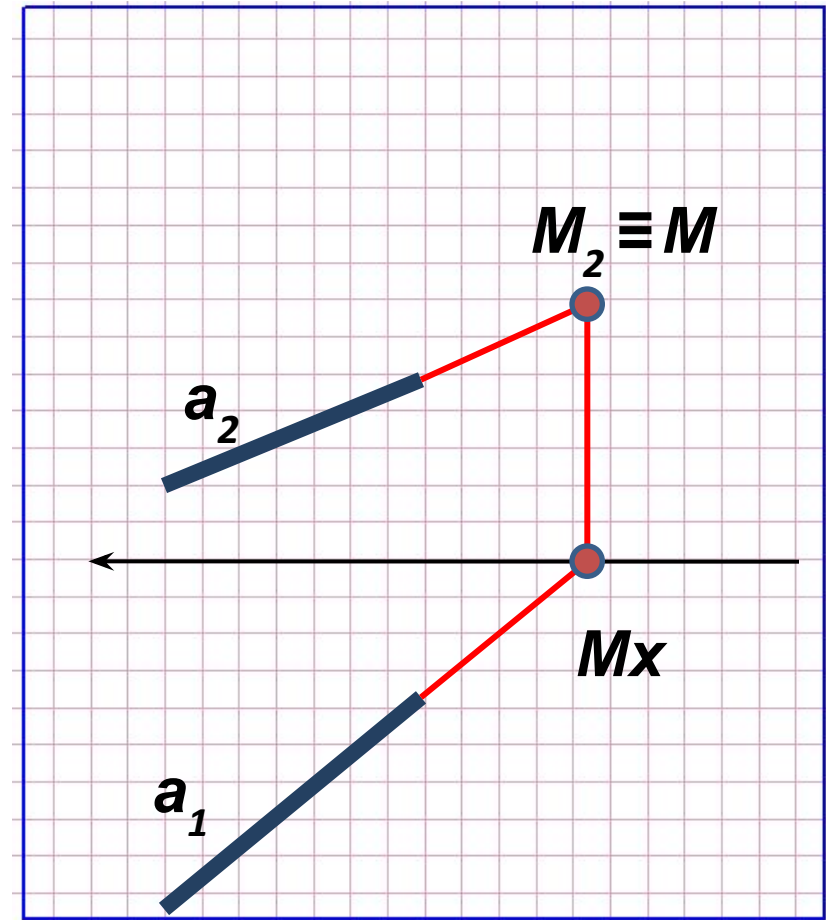
*У прямой линии может быть три следа, которые образуются при пересечении с горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостями*

# Построение следов



# Правило построения следов прямой

- Для построения фронтального следа ( $M$ ) прямой ( $a$ ) необходимо продолжить горизонтальную проекцию прямой ( $a_1$ ) до ее пересечения с осью  $OX$  и из этой точки ( $Mx$ ) восстановить перпендикуляр до его пересечения с фронтальной проекцией  $M_2$  следа прямой, которая совпадает с самим следом фронтальной проекцией прямой.

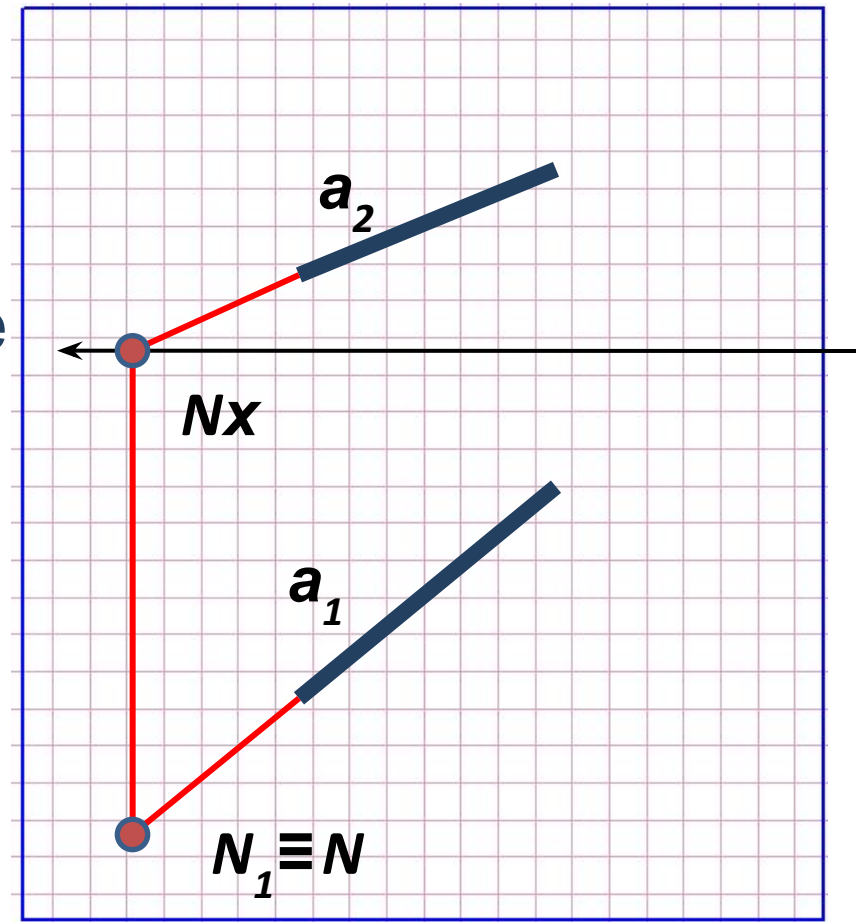




# Правило построения следов прямой

- Для построения горизонтального следа ( $N$ ) прямой ( $a$ ) необходимо продолжить фронтальную проекцию прямой ( $a_2$ ) до ее пересечения с осью  $OX$  и из этой точки ( $Nx$ ) восстановить перпендикуляр до его пересечения с горизонтальной проекцией

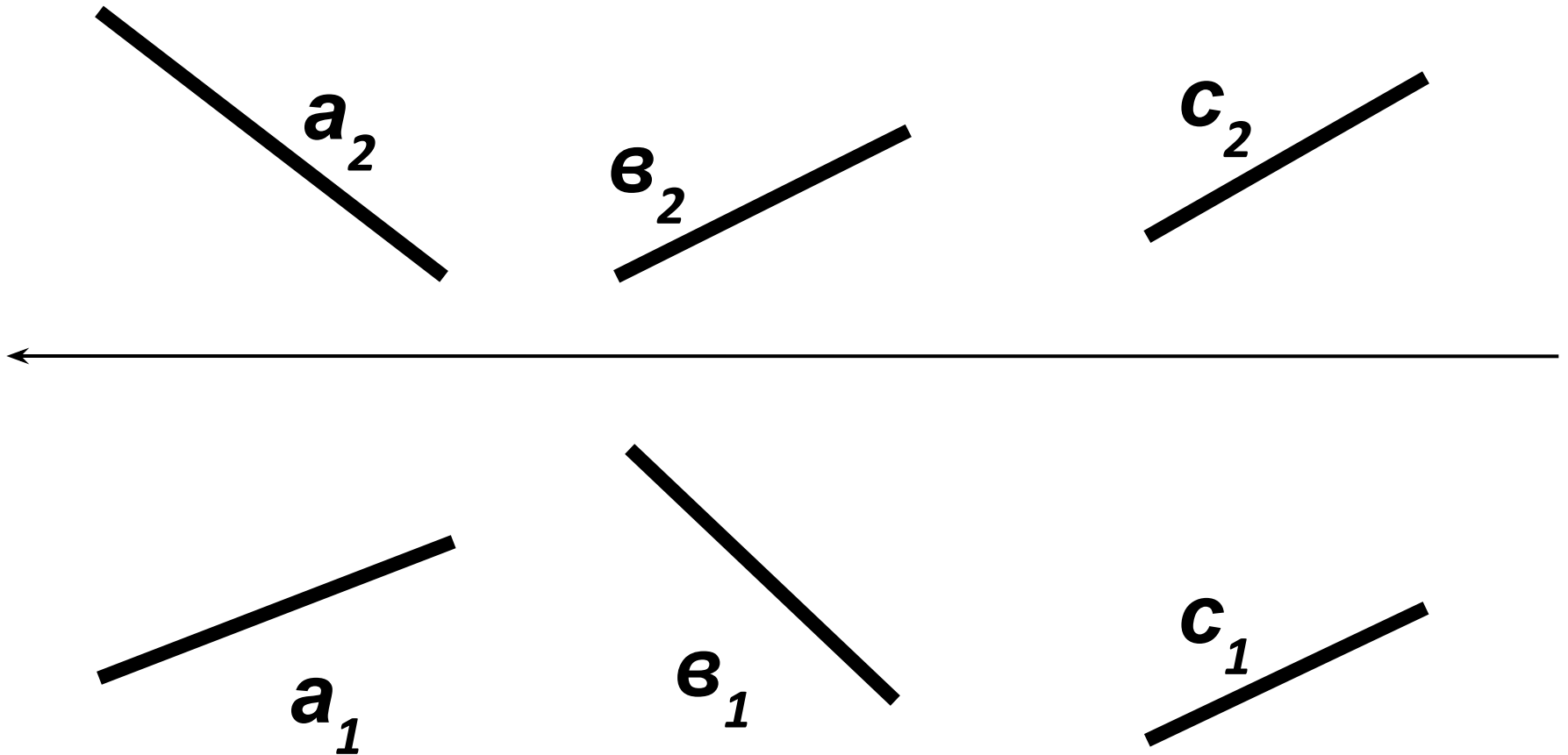
Горизонтальная проекция  $N_1$  следа прямой совпадает с самим следом.



# Прямые в пространстве могут занимать общее и частное положение

- Прямые общего положения **не параллельны** и **не перпендикулярны** ни одной из плоскостей проекций
- Прямые частного положения либо **параллельны**, либо **перпендикулярны** плоскостям проекций

# Прямые линии общего положения



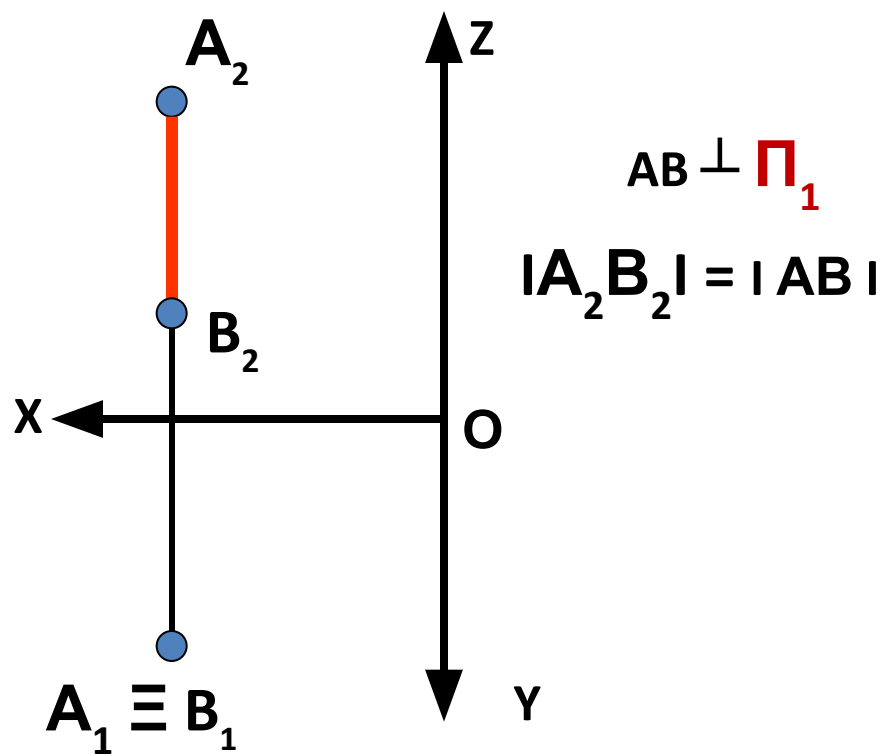
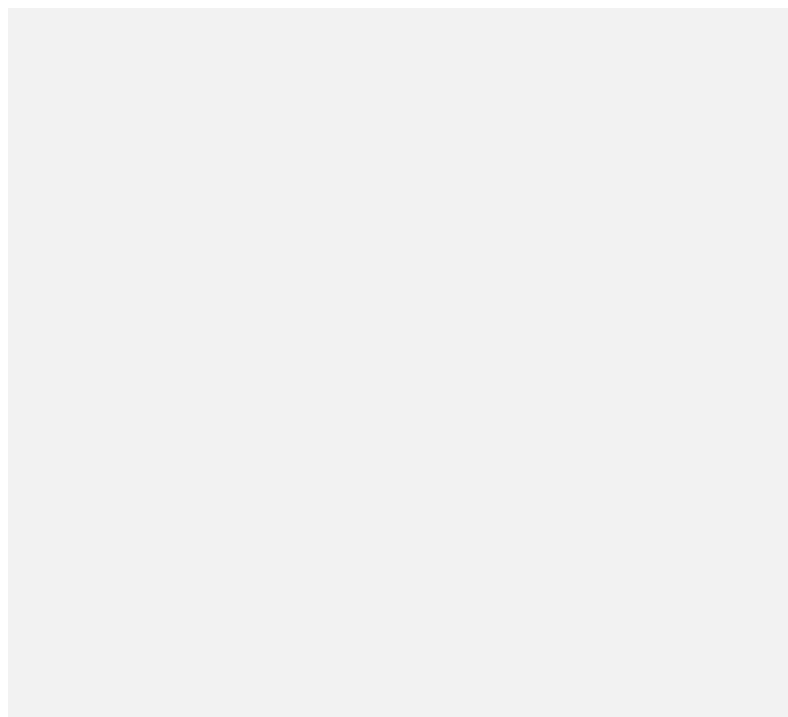
# Прямые линии частного положения

- прямые перпендикулярные плоскостям проекций - **проецирующие прямые**
- прямые параллельные плоскостям проекций – **линии уровня**

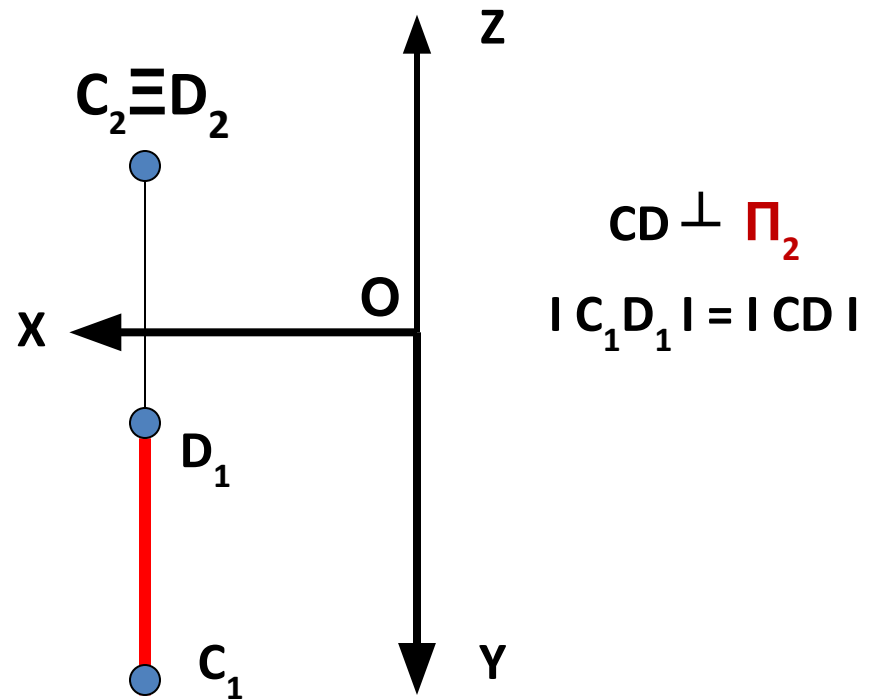
# Прямые частного положения перпендикулярные плоскостям проекций

## 1. Проецирующие прямые

### Горизонтально-проецирующая прямая



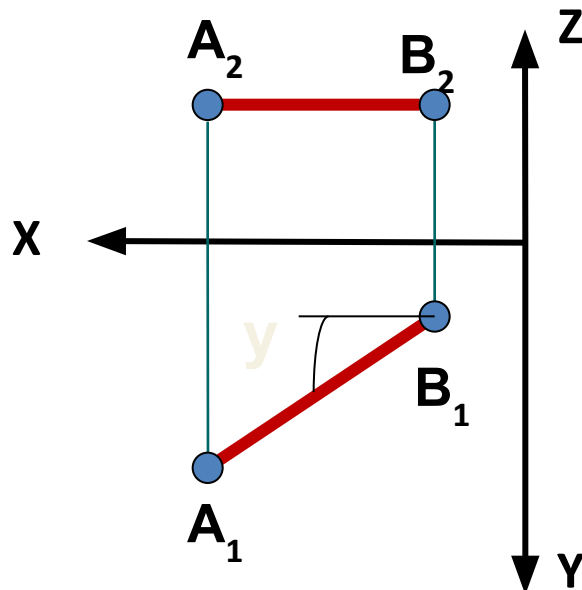
# Фронтально-проецирующая прямая



# Прямые частного положения параллельные плоскостям проекций

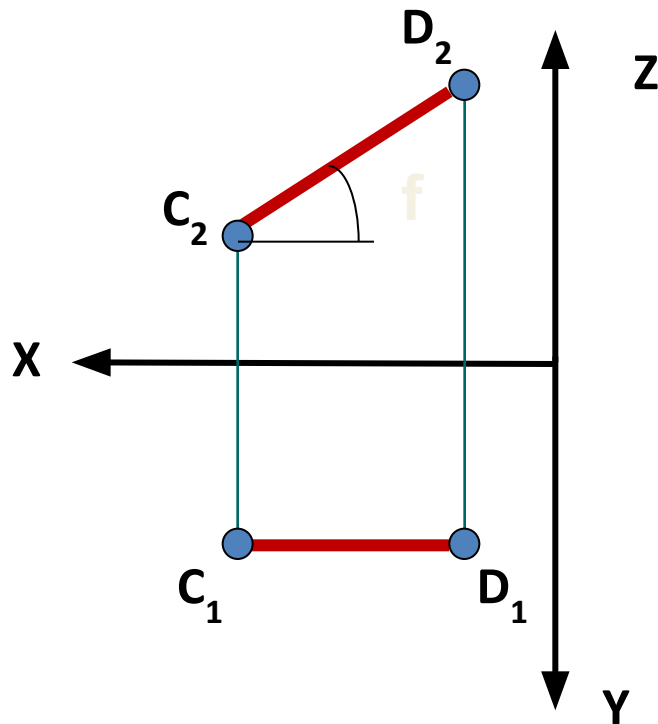
## 2. Прямые уровня

горизонтальная прямая, горизонталь  $h$



$$\begin{aligned} AB \parallel \Pi_1 \\ z_A = z_B \\ |A_1B_1| = |AB| \\ AB \triangle \Pi_2 = A_1B_1 \triangle Ox = y \end{aligned}$$

# фронтальная прямая, фронталь $f$

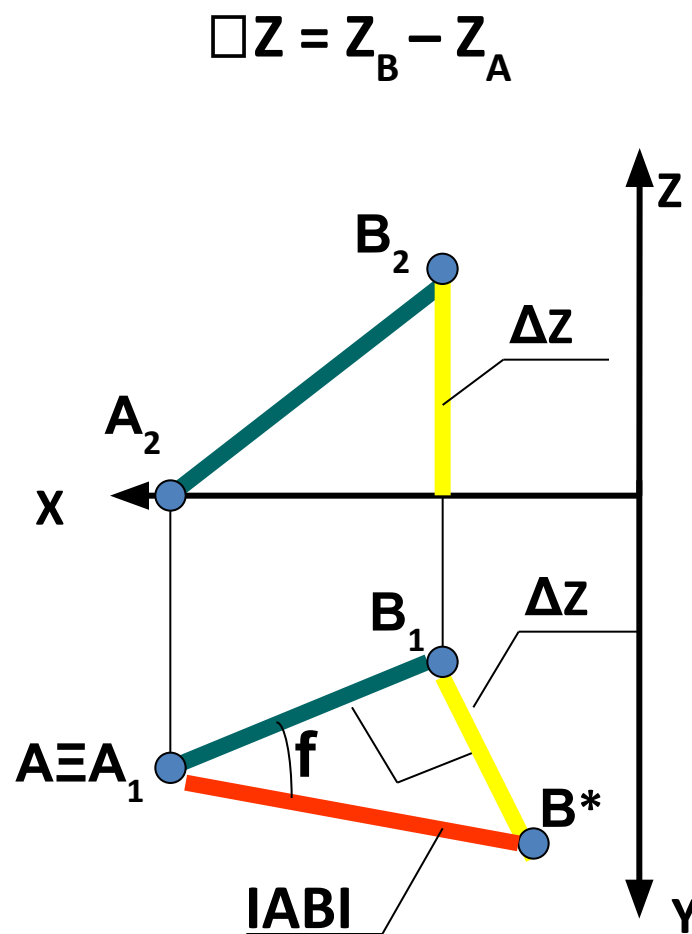
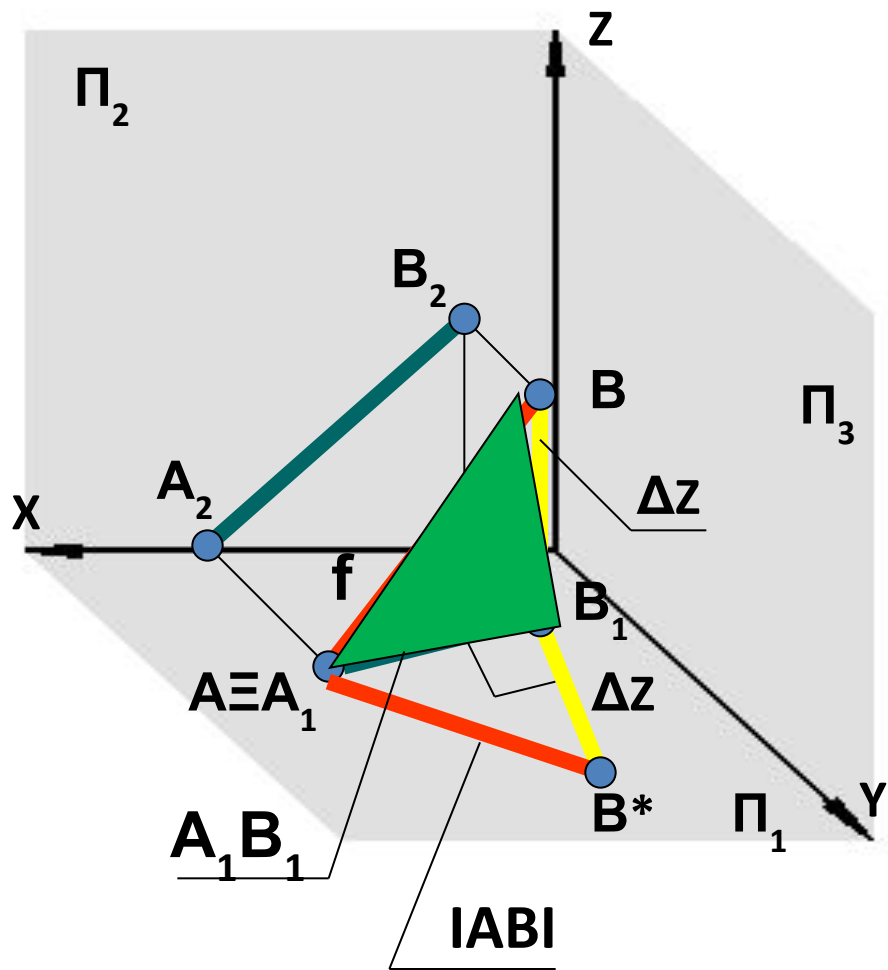


$$\begin{aligned}
 &CD \parallel \Pi_2 \\
 &Y_C = Y_D \\
 &|C_2D_2| = |CD| \\
 &\widehat{CD} \Pi_1 = \widehat{C_2D_2} OX = f
 \end{aligned}$$



# Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения. Метод прямоугольного треугольника

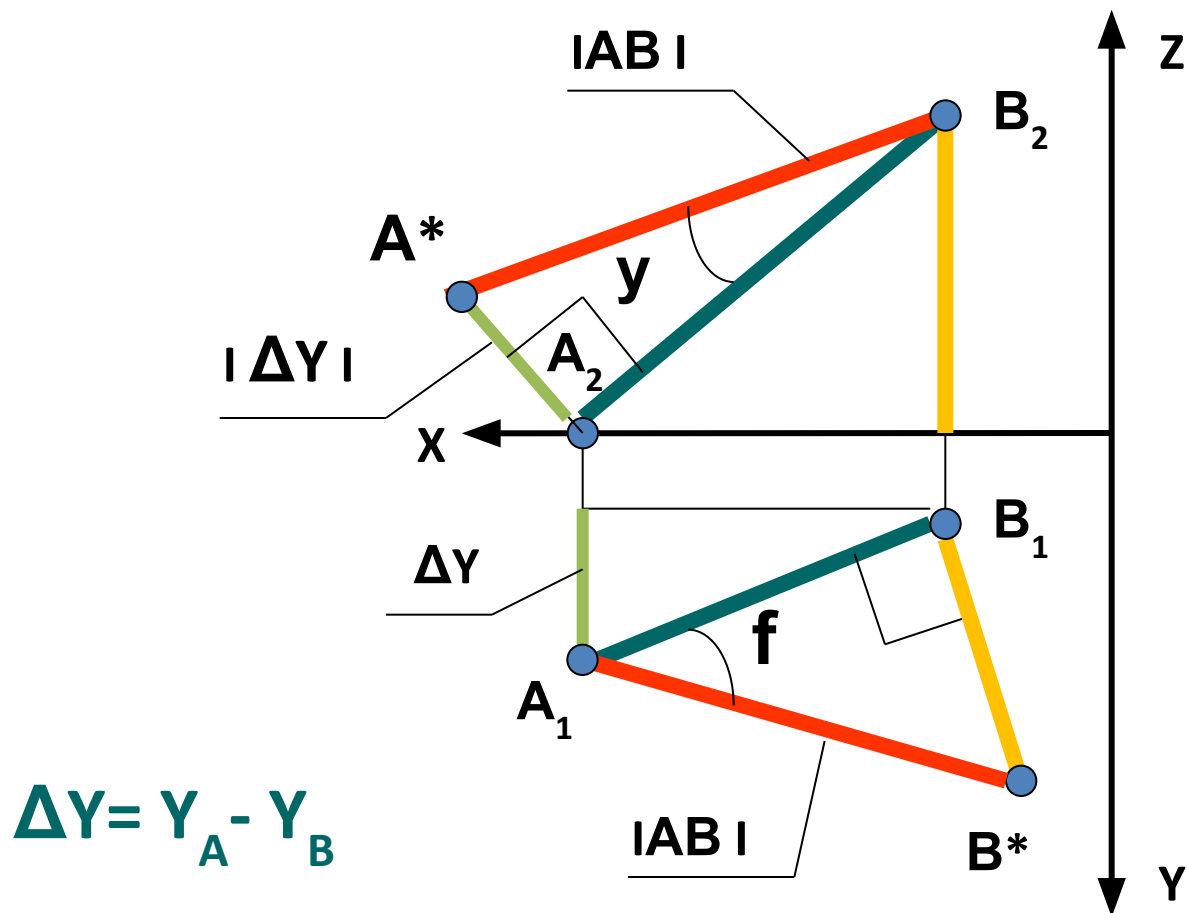
**ДЛИНА ОТРЕЗКА РАВНА  
ГИПОТЕНУЗЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ТРЕУГОЛЬНИКА  
ОДИН КАТЕТ КОТОРОГО РАВЕН ПРОЕКЦИИ  
ОТРЕЗКА,  
А ДРУГОЙ – РАЗНОСТИ КООРДИНАТ КОНЦОВ  
ОТРЕЗКА ОТ ЭТОЙ ЖЕ ПЛОСКОСТИ**



$$\Delta Z = Z_B - Z_A$$

## МЕТОД ПРЯМОУГОЛЬНОГО ТРЕУГОЛЬНИКА

# МЕТОД ПРЯМОУГОЛЬНОГО ТРЕУГОЛЬНИКА



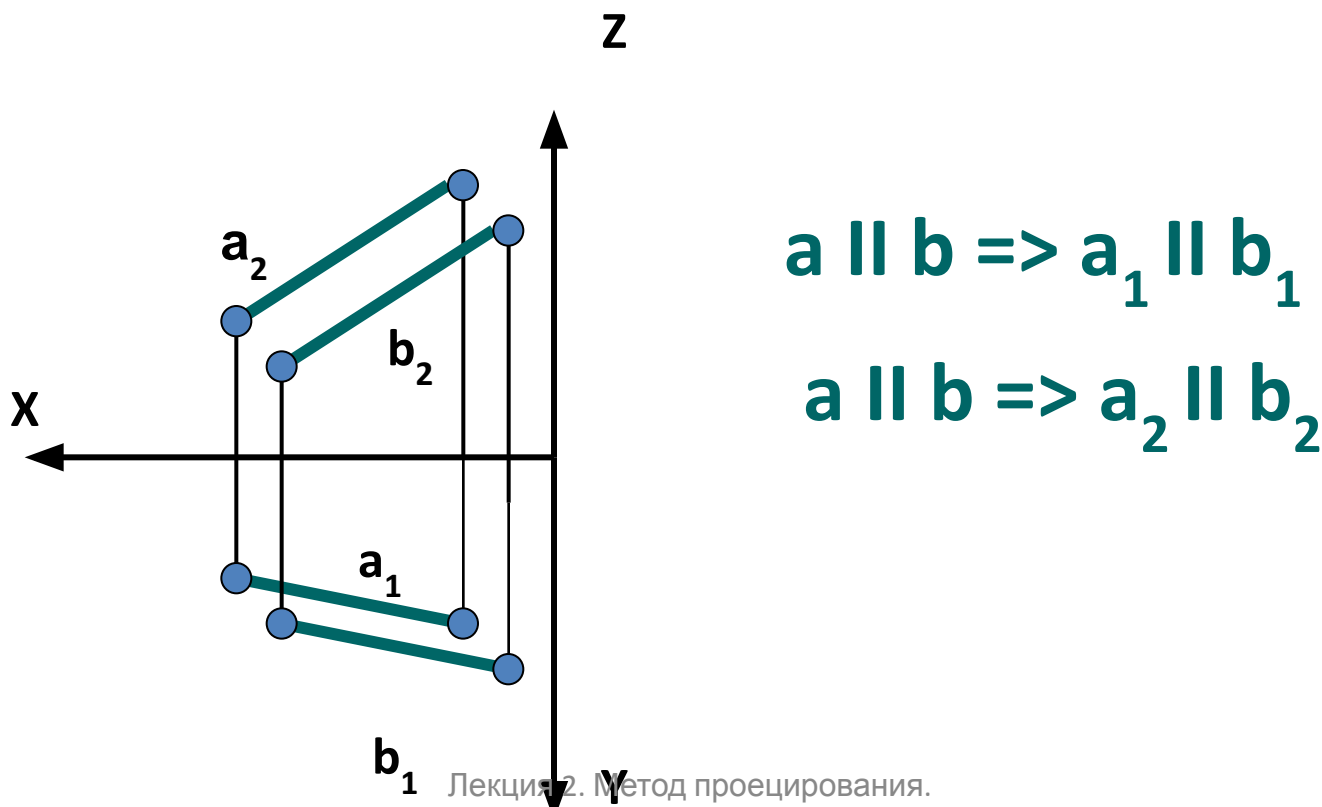
# Относительное положение прямых

Прямые в пространстве могут быть расположены:

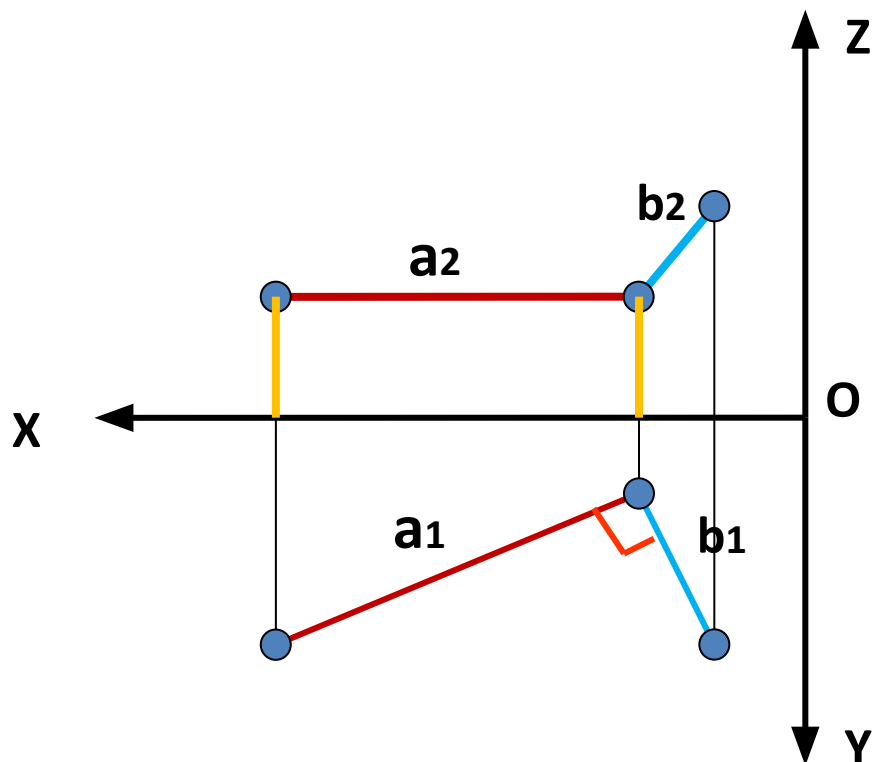
1. Параллельно
2. Перпендикулярно
3. Пересекаться
4. Скрещиваться

# Параллельные прямые

## Проекции параллельных прямых параллельны



# Перпендикулярные прямые



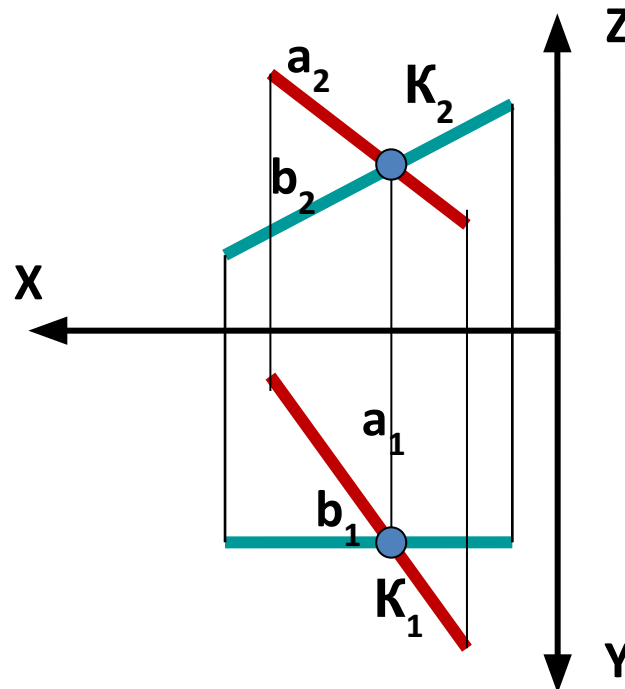
$$a \parallel \Pi_1$$

$$a \perp b \Rightarrow a_1 \perp b_1$$

# Пересекающиеся прямые

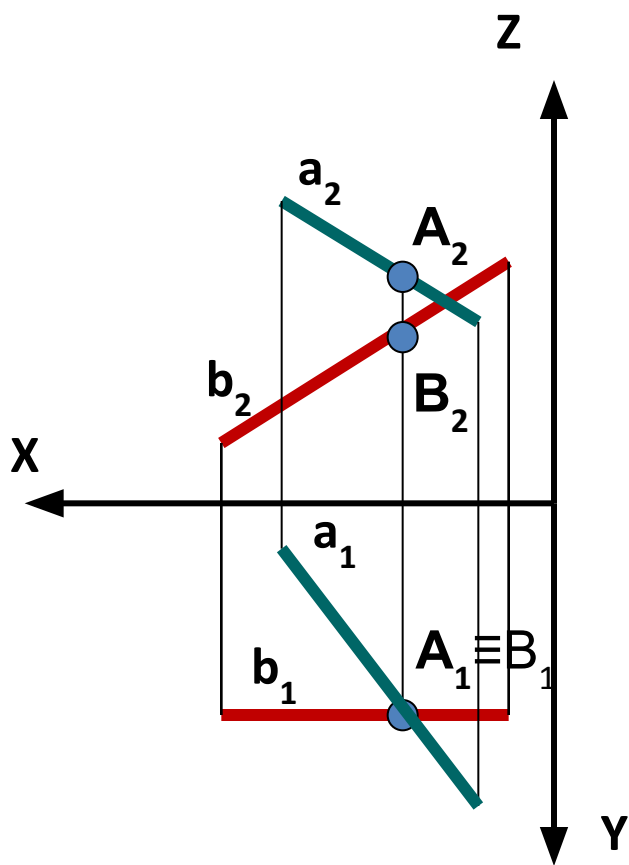
$$a \cap b \Rightarrow a_1 \cap b_1 = K_1$$

$$a \cap b \Rightarrow a_2 \cap b_2 = K_2$$



# Скрещивающиеся прямые

$a \cdot b$



Скрещивающиеся прямые лежат в разных плоскостях.

Точки скрещивания прямых называются конкурирующими точками.

*Точка  $A$  выше точки  $B$  относительно горизонтальной плоскости проекций, поэтому ее горизонтальная проекция  $A_1$  видима*



# Выводы по теме

- Для создания чертежа (эпюра) применяют ортогональное (прямоугольное) проецирование
- Плоскости проекций в ортогональной системе три (горизонтальная –  $\Pi_1$ , фронтальная –  $\Pi_2$ , профильная –  $\Pi_3$ )
- Эпюр точки можно построить по координатам  $(x, y, z)$  или по проекциям точки
- Через две точки можно провести одну прямую линию

# Выводы по теме

- Прямые подразделяются на прямые общего и частного положения относительно плоскостей проекций
- Прямые частного положения либо перпендикулярны, либо параллельны плоскостям проекций
- Прямая общего положения не параллельна и не перпендикулярна плоскостям проекций

# Выводы по теме

- Способом прямоугольного треугольника можно определить натуральную величину прямой общего положения
- Две прямые в пространстве могут быть расположены параллельно, перпендикулярно, пересекаться и скрещиваться

# Список рекомендуемой литературы

- Начертательная геометрия: учеб. для студентов строит. специальностей вузов / [Н. Н. Крылов, Г. С. Иконникова, В. Л. Николаев, В. Е. Васильев] ; под ред. Н. Н. Крылова. - Изд. 11-е, стер. - Москва: Высшая школа, 2010. - 224 с.
- Короев, Юрий Ильич. Начертательная геометрия: учебник для студентов архитектур. специальностей вузов / Ю. И. Короев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Архитектура-С, 2007. - 424 с.

# Благодарю за внимание