Теоретические разделы начертательной геометрии (краткое изложение)

1. Метод проекций. Проекции точки.

Метод проекций

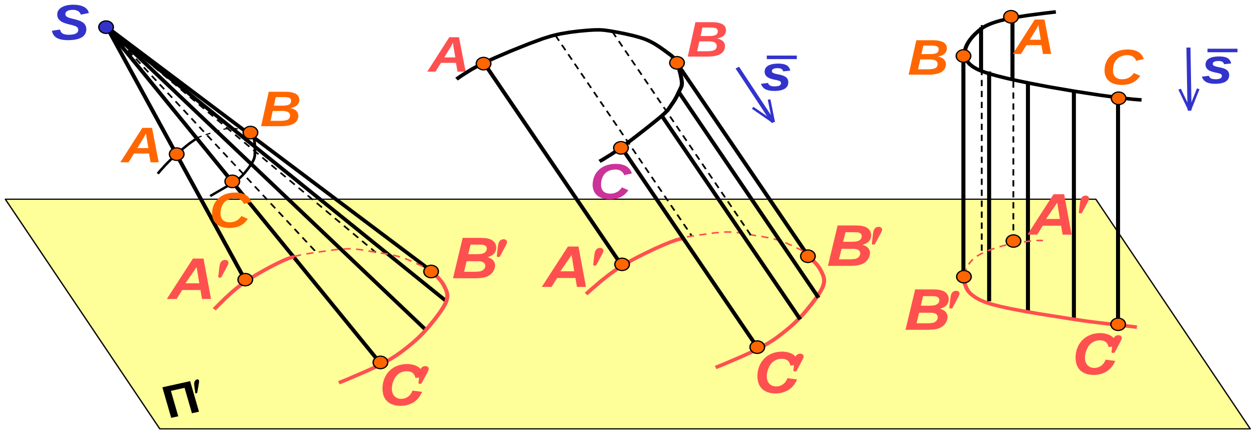
Пространство	расширенное евклидово
Способ отображения пространства	конструктивный (проецирование)
Геометрические образы:	линейные (неопределяемые): • точка; • прямая; • плоскость нелинейные: • кривая линия; • поверхность
Требования к чертежу	• простота; • точность; • наглядность; • обратимость
Прямая задача	построить проекционный чертеж пространственного предмета
Обратная задача	прочитать чертеж, т.е. реконструировать натуральные пространственные формы, размеры и положение изображаемого предмета

Основной метод начертательной геометрии. Используется для построения изображения геометрических образов трехмерного пространства на плоскости чертежа

Классификация проекций

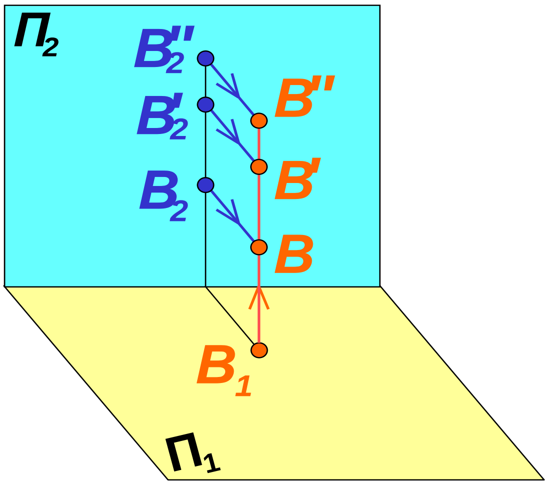
Центральные (конические)

Параллельные (цилиндрические):
косоугольные, $\bar{s} \not\perp \Pi'$ ортогональные, $\bar{s} \perp \Pi'$



При центральном проецировании совокупность проецирующих лучей образует коническую поверхность. При параллельном проецировании совокупность проецирующих лучей образует цилиндрическую поверхность.

Метод Монжа



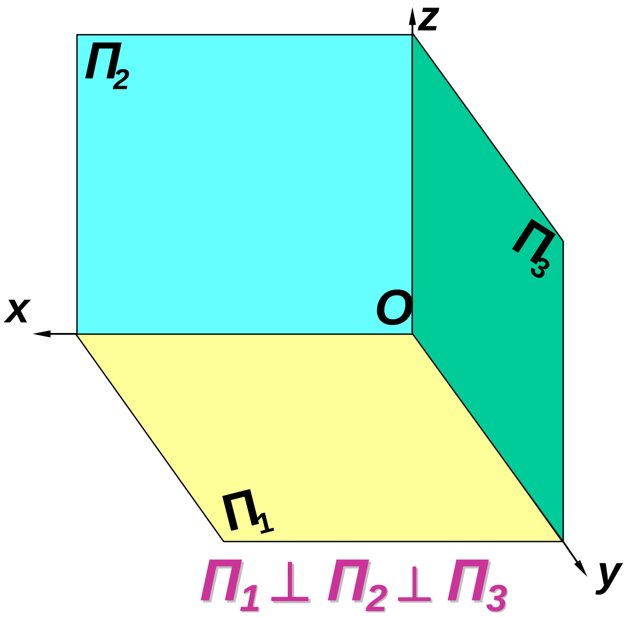
$\Pi_1 \perp \Pi_2$

Метод ортогонального проецирования на две и более взаимно перпендикулярные плоскости проекций

Рассматриваются две взаимно перпендикулярные плоскости проекций. На второй плоскости проекций каждая из точек *B*, *B'*, *B''* имеет свое изображение. По двум проекциям точки можно однозначно определить ее положение в пространстве, т.е. обратная задача решена

Точка в системе трех плоскостей проекций

Пространственная картина

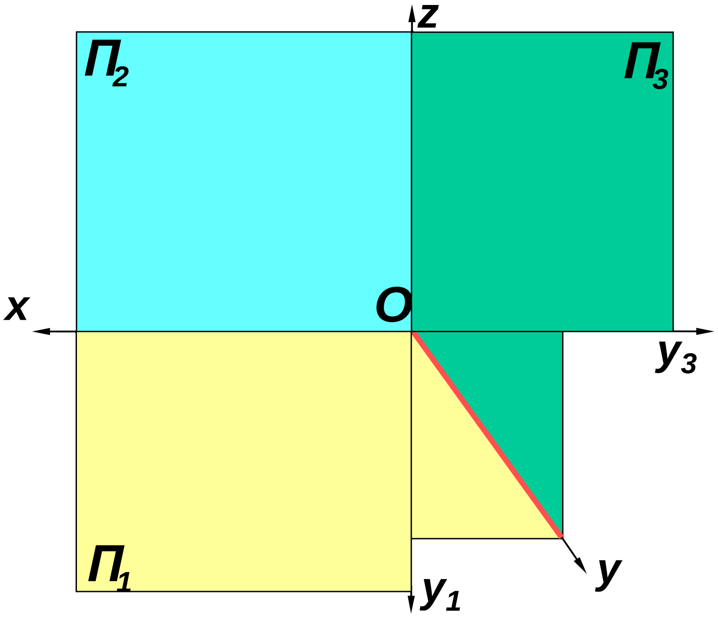


$\Pi_1 \perp \Pi_2 \perp \Pi_3$

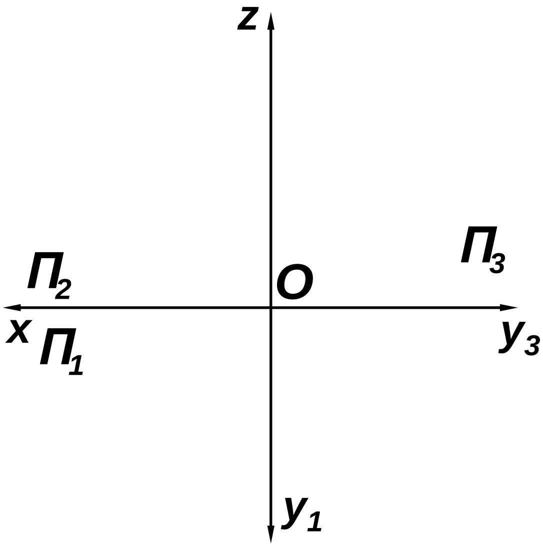
Используются три основные взаимно перпендикулярные плоскости проекций: Π_1 - горизонтальная; Π_2 - фронтальная; Π_3 - профильная. Плоскостей проекций пересекаются по осям *Ox, Oy, Oz* декартовой системы координат

Точка в системе трех плоскостей проекций

Пространственная картина



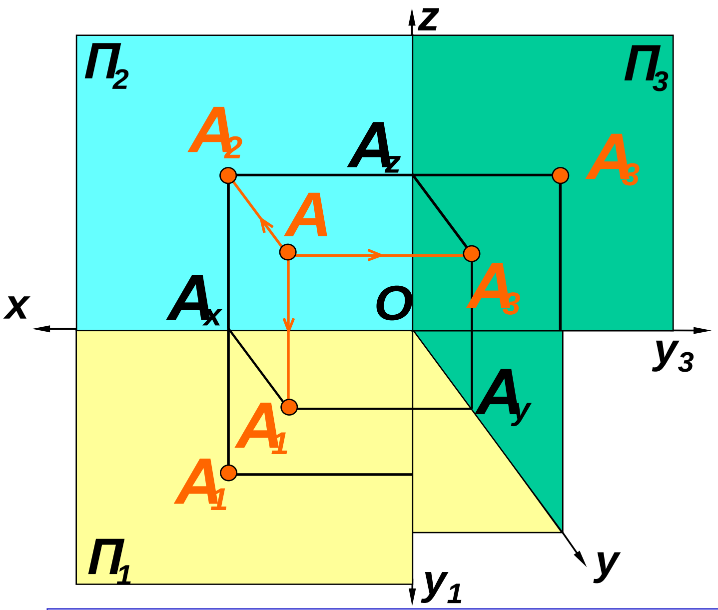
Комплексный чертеж



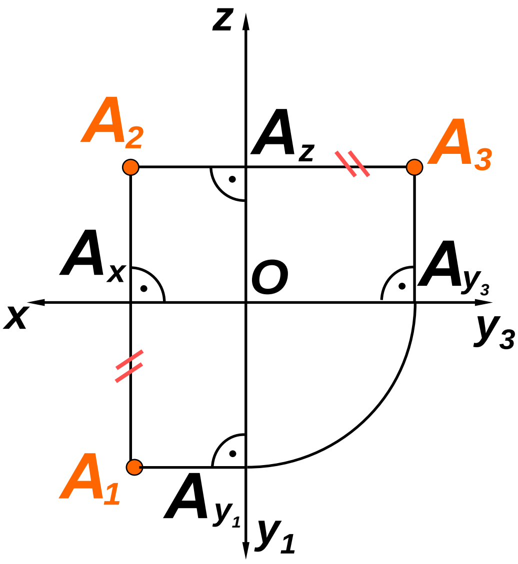
Для перехода к комплексному чертежу пространственную модель разрезают по оси *Oy* и совмещают все три плоскости проекций в одну: $П_1$ поворачивают вокруг оси *Ox*, $П_3$ поворачивают вокруг оси *Oz* до их совпадения с $П_2$. Ось *Oy* распадается на две оси y_1 и y_3

Точка в системе трех плоскостей проекций

Пространственная картина

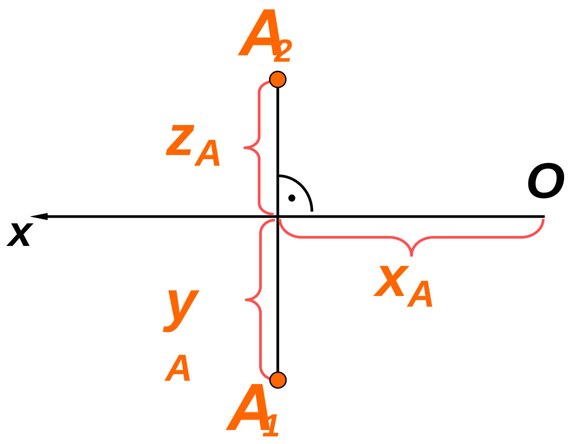


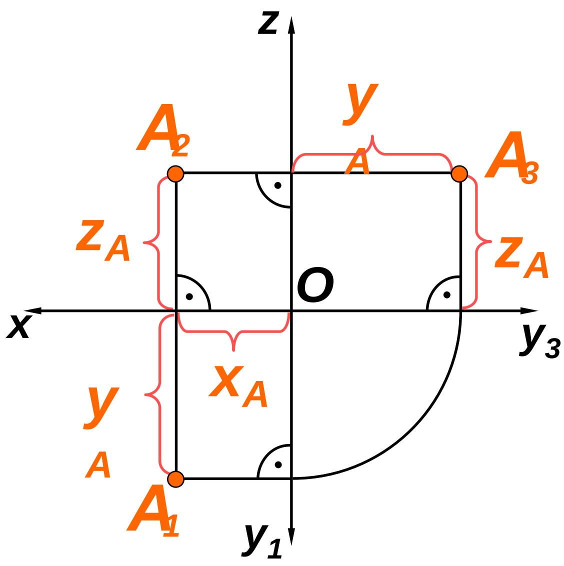
Комплексный чертеж



На комплексном чертеже линии проекционной связи перпендикулярны осям координат. Линия $A_1A_2 \perp Ox$ расположена вертикально, а $A_2A_3 \perp Oz$ -горизонтально. При построении линии связи от A_1 к A_3 необходимо соблюсти равенство координатных отрезков по оси *Oy* : $A_xA_1 = A_zA_3$

Прямоугольные координаты точки

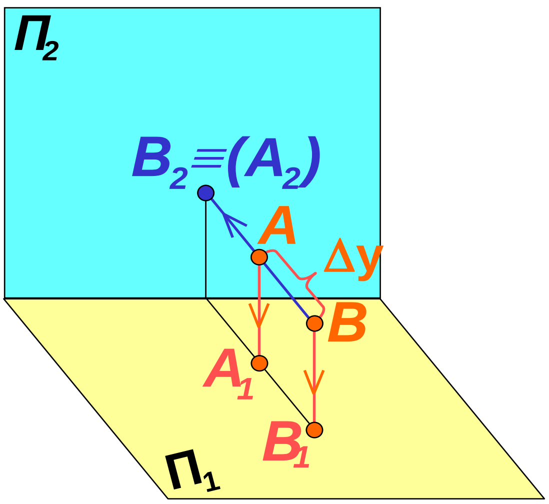




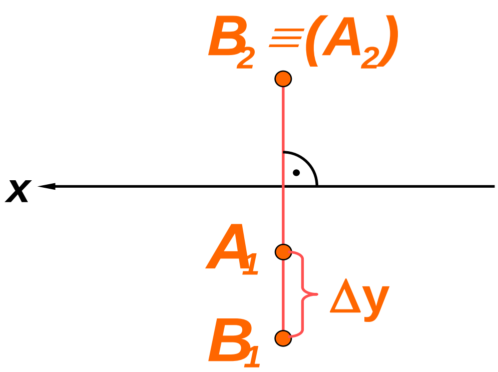
На комплексном чертеже численные значения координат откладываются вдоль соответствующих координатных осей. Каждая проекция точки определяется двумя координатами: горизонтальная – X_A и Y_A , фронтальная - X_A и Z_A , профильная - Y_A и Z_A .

Конкурирующие точки

Видима та точка, у которой больше координата



$y_B > y_A$

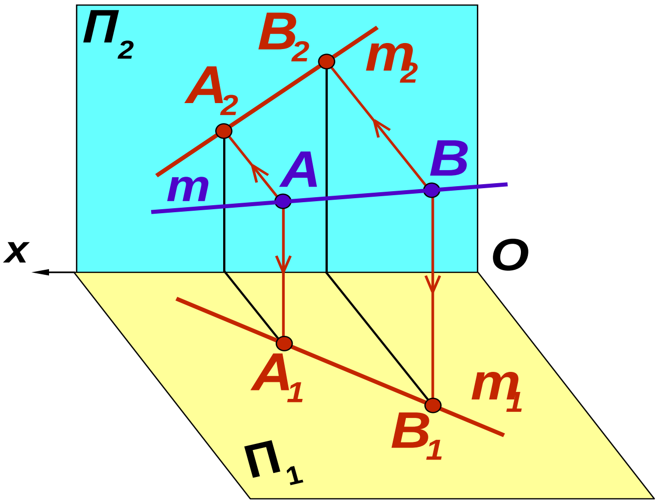


Фронтально конкурирующие точки *A* и *B* отличаются только координатой *y* , лежат на одном фронтально-проецирующем луче, поэтому их фронтальные проекции совпадают. Ближе к наблюдателю расположена точка *B*, ее фронтальная проекция B_2 будет видимой

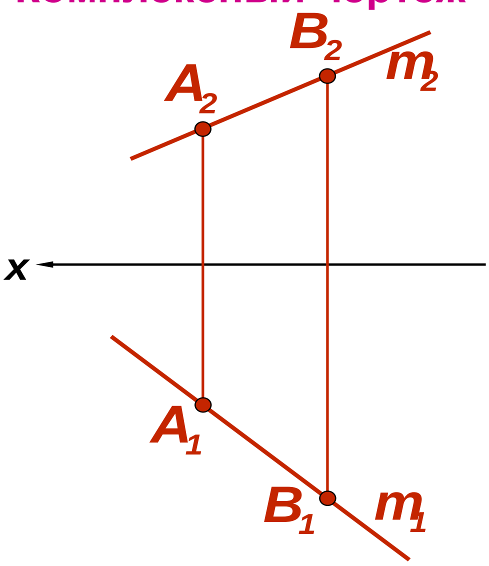
2. Проекции прямой.

Проекции прямой

Пространственная картина

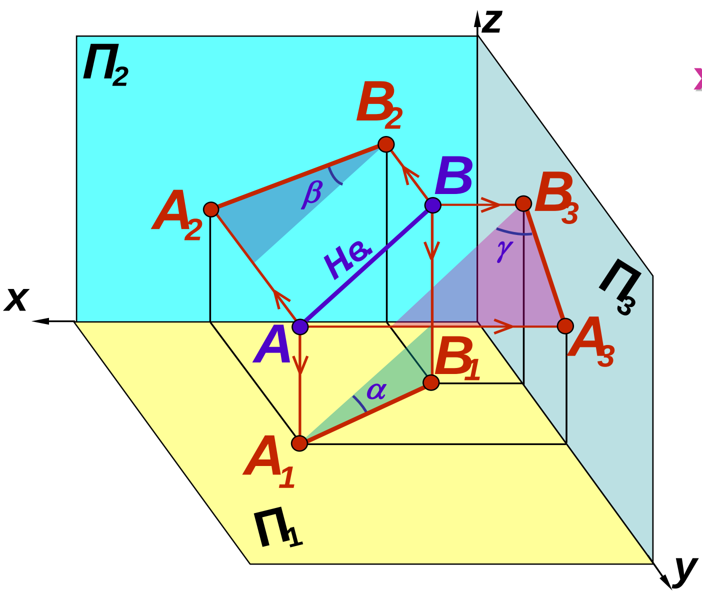


Комплексный чертеж



Проекции прямой *m* проходят через пары соответствующих проекций точек: горизонтальная проекция прямой m_1 – через A_1 и B_1; фронтальная проекция прямой m_2 – через A_2 и B_2

Положение прямой относительно плоскостей проекций



Метрические характеристики отрезка:

н.в. – натуральная величина отрезка;

α – угол наклона отрезка к плоскости $П_1$;

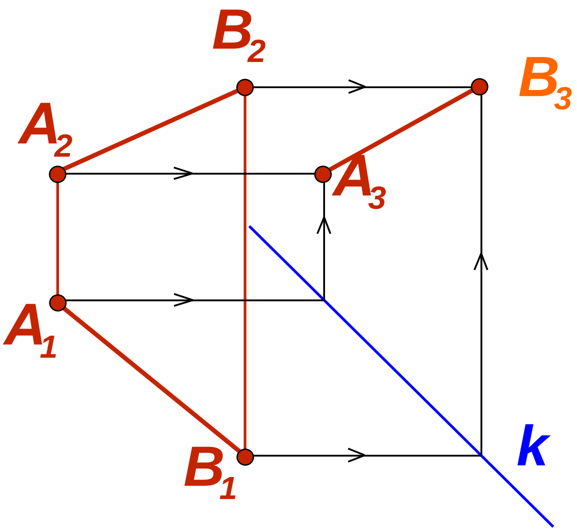
β – угол наклона отрезка к плоскости $П_2$;

γ – угол наклона отрезка к плоскости $П_3$

В зависимости от характеристик отрезка прямая может занимать по отношению к плоскостям проекций общее или частное положения

Прямая общего положения

Прямая общего положения наклонена ко всем плоскостям проекций



На чертеже проекции отрезка прямой общего положения имеют искаженные метрические характеристики, ни одна из ее проекций не параллельна осям координат и не перпендикулярна к ним

Прямые частного положения

Прямая частного положения параллельна или перпендикулярна одной из плоскостей проекций

Прямая, параллельная одной из плоскостей проекций, называется прямой уровня:

Горизонтальная прямая уровня (горизонталь)	$h \parallel \Pi_1$
Фронтальная прямая уровня (фронталь)	$f \parallel \Pi_2$
Профильная прямая	$p \parallel \Pi_3$

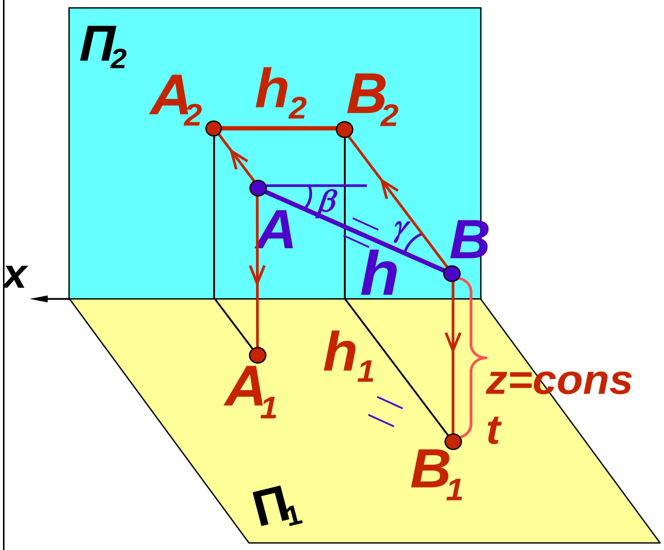
Прямая, перпендикулярная одной из плоскостей проекций, называется проецирующей прямой:

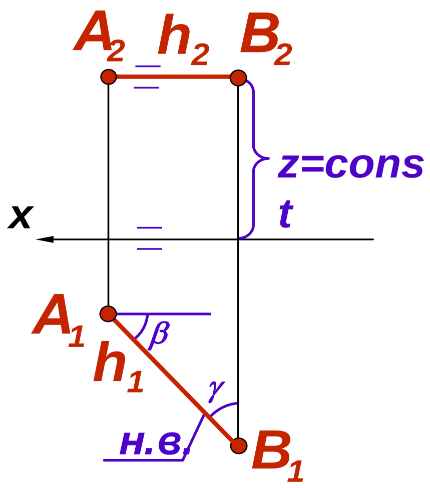
Горизонтально проецирующая прямая	$\perp \Pi_1$
Фронтально проецирующая прямая	$\perp \Pi_2$
Профильно проецирующая прямая	$\perp \Pi_3$

У прямой частного положения на комплексном чертеже определяются натуральные величины каких-либо ее характеристик. Прямая уровня проецируется без искажения на ту плоскость проекций, которой она параллельна. Одна из проекций проецирующей прямой вырождается в точку

Прямые уровня: горизонталь ($h \parallel П_1$)

Пространственная картина **Комплексный чертеж**

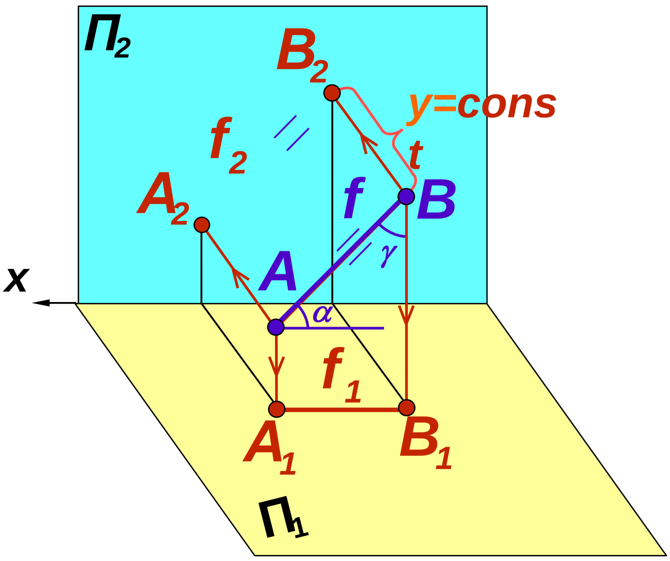


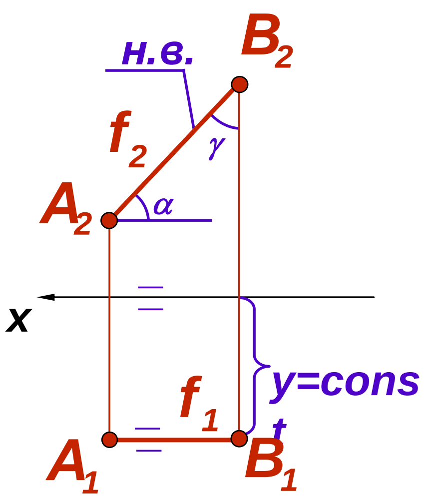


Все точки прямой AB равноудалены от горизонтальной плоскости проекций $П_1$ и имеют одинаковую аппликату $z= const$. Фронтальная проекция горизонтали $A_2 B_2$ параллельна оси x. Горизонтальная проекция горизон-тали $A_1 B_1$, углы β и γ изображаются в натуральную

Прямые уровня: фронталь ($f \parallel П_2$)

Пространственная картина **Комплексный чертеж**

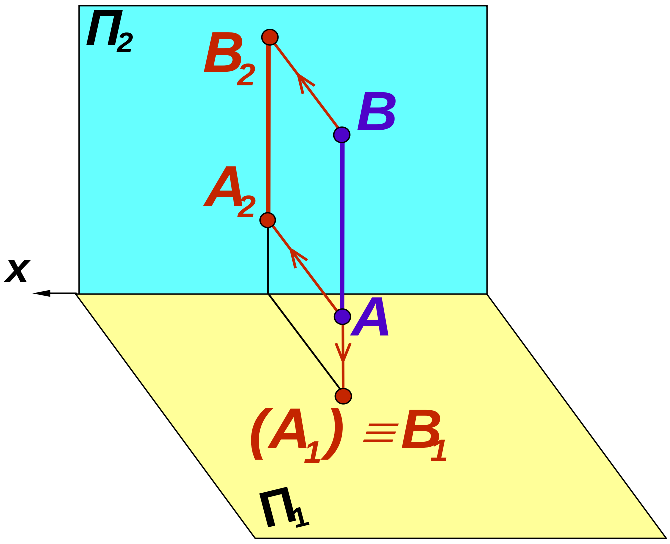


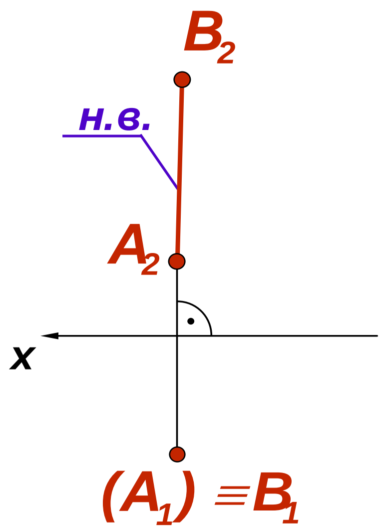


Все точки прямой AB равноудалены от фронтальной плоскости проекций $П_2$ и имеют одинаковую координату y ($y= const$). Горизонтальная проекция фронтали $A_1 B_1$ параллельна оси x. Фронтальная проекция фронтали $A_2 B_2$, углы α и γ изображаются в

Горизонтально проецирующая прямая ($\perp П_1$)

Пространственная картина | **Комплексный чертеж**

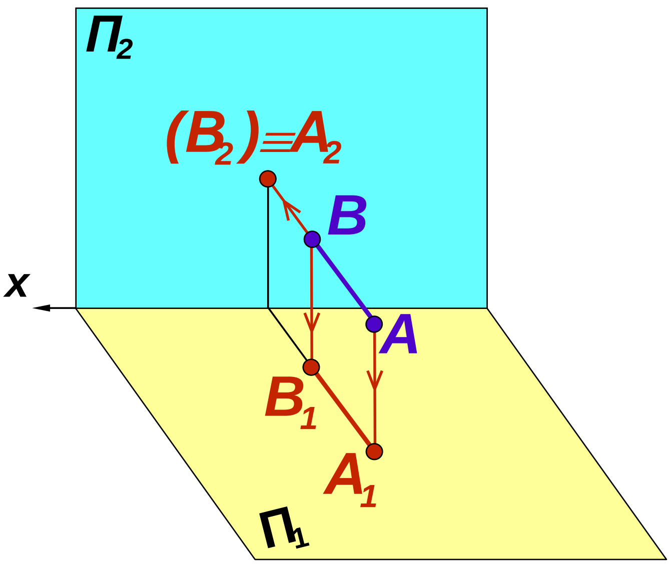


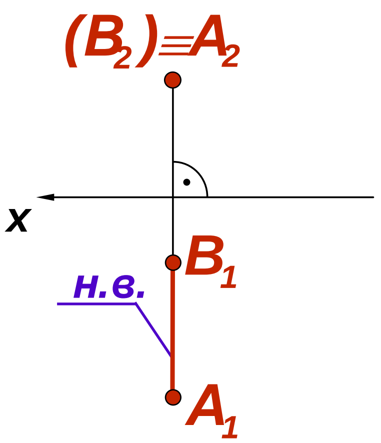


Прямая перпендикулярна $П_1$, поэтому ее горизонтальная проекция $A_1 B_1$ вырождается в точку. Относительно $П_2$ и $П_3$ прямая параллельна и изображается на этих плоскостях проекций в натуральную величину. Проекция $A_2 B_2$ перпендикулярна оси координат x

Фронтально проецирующая прямая ($\perp П_2$)

Пространственная картина | **Комплексный чертеж**

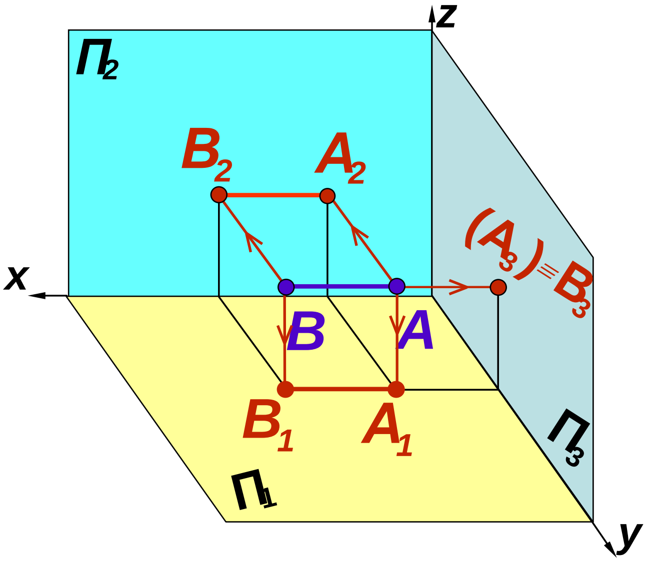




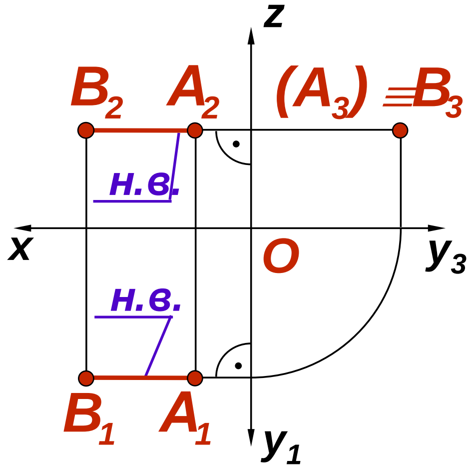
Прямая перпендикулярна фронтальной плоскости проекций $П_2$ и параллельна $П_1$ и $П_3$. Фронтальная проекция $A_2 B_2$ вырождается в точку. На $П_1$ и $П_3$ прямая проецируется в натуральную величину. Проекция $A_1 B_1$ перпендикулярна оси координат x

Профильно проецирующая прямая ($\perp П_3$)

Пространственная картина



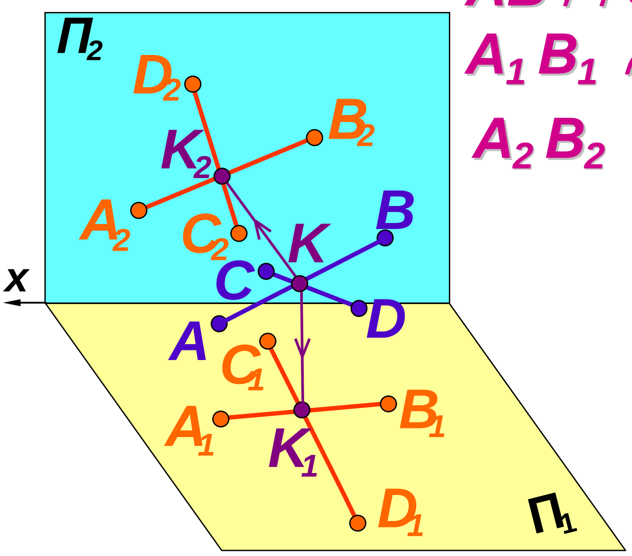
Комплексный чертеж



Прямая перпендикулярна $П_3$, ее профильная проекция $A_3 B_3$ вырождается в точку. Относительно $П_1$ и $П_2$ прямая параллельна, на этих плоскостях ее проекции имеют натуральную величину. Горизонтальная и фронтальная проекции прямой параллельны оси x.

Взаимное положение двух прямых

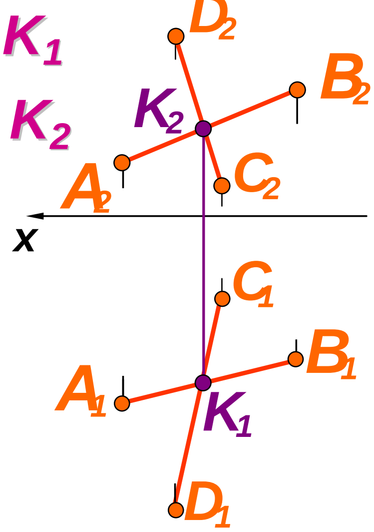
Пересекающиеся прямые имеют одну общую точку



$$AB \cap CD = K(K_1, K_2)$$

$$A_1 B_1 \cap C_1 D_1 = K_1$$

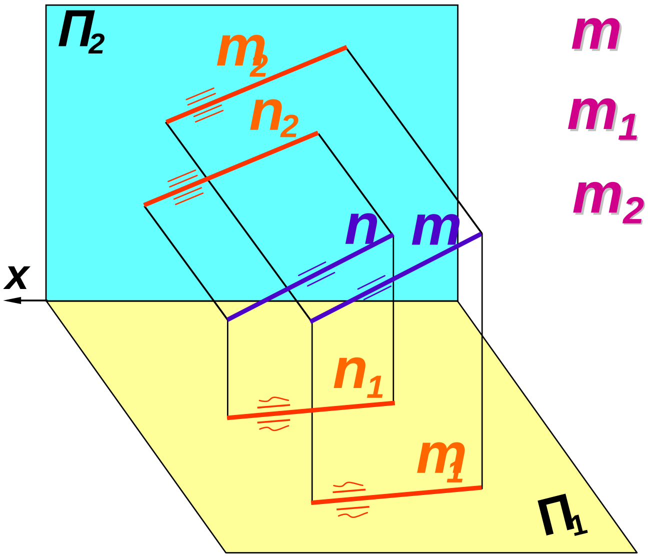
$$A_2 B_2 \cap C_2 D_2 = K_2$$



Точка пересечения *K* прямых *AB* и *CD* проецируется в точки пересечения соответствующих проекций прямых: на $П_1$ - это точка K_1; на $П_2$ - точка K_2. Точки пересечения K_1 и K_2 одноименных проекций прямых лежат на одной линии связи

Взаимное положение двух прямых

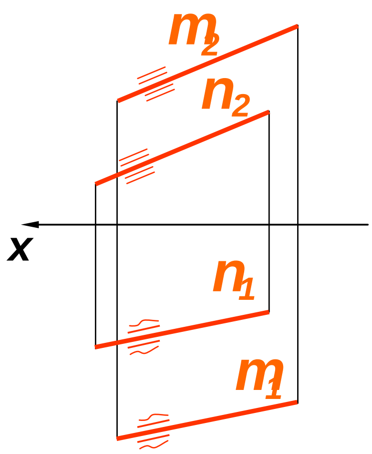
Параллельные прямые не имеют общих точек



$m \parallel n$

$m_1 \parallel n_1$

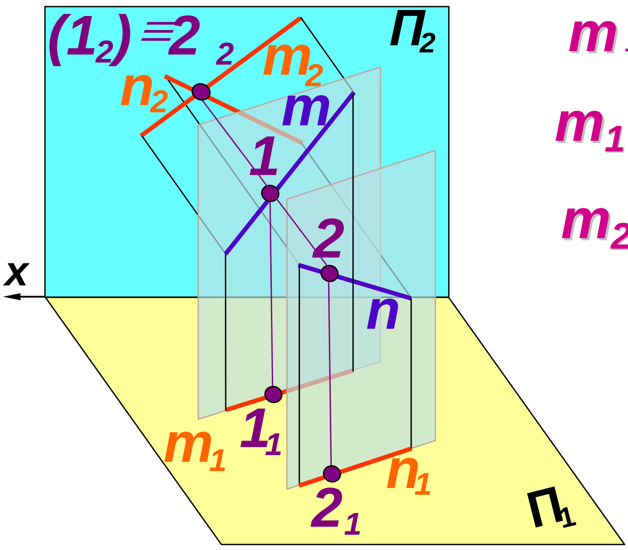
$m_2 \parallel n_2$



Проекции параллельных прямых не пересекаются. Одноименные проекции прямых параллельны или совпадают, если параллельные прямые лежат в проецирующей плоскости

Взаимное положение двух прямых

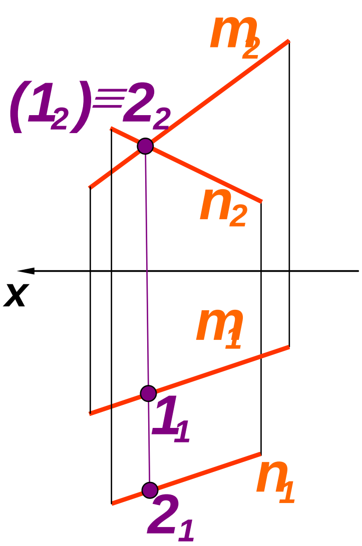
Скрещивающиеся прямые не пересекаются и не параллельны между собой



$m \dot{-} n$

$m_1 \parallel n_1$

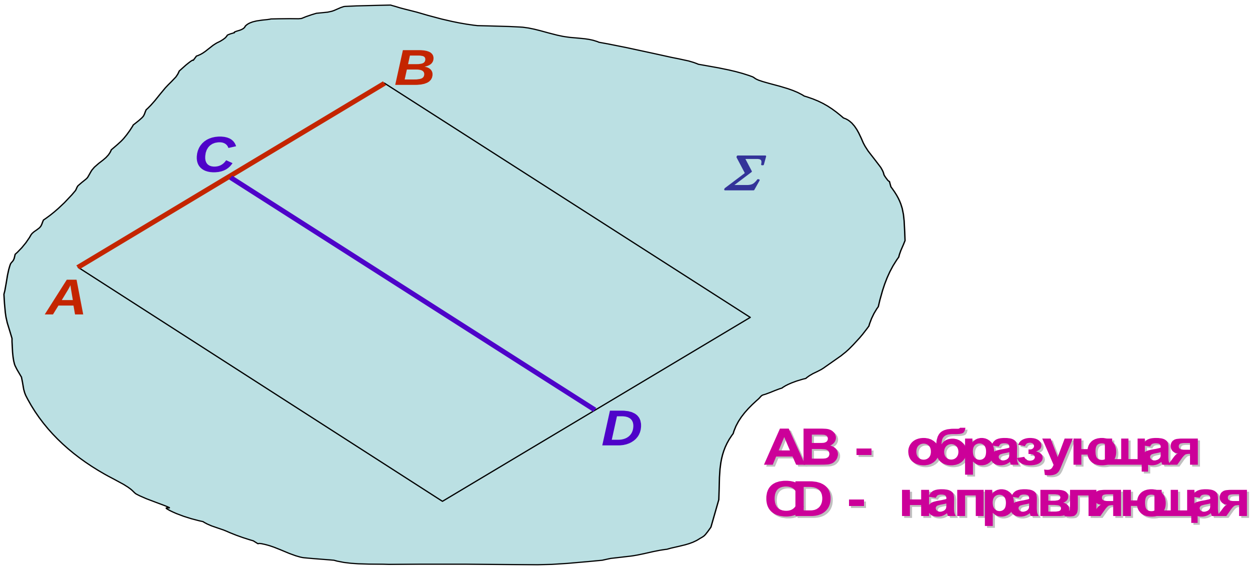
$m_2 \cap n_2$



Проекции скрещивающихся прямых могут быть параллельны, т.к. пря-мые *m* и *n* лежат в параллельных плоскостях. Проекции скрещивающихся прямых могут иметь пересечение, т.к. прямые *m* и *n* не параллельны меж-ду собой. 1 и 2 – конкурирующие точки,

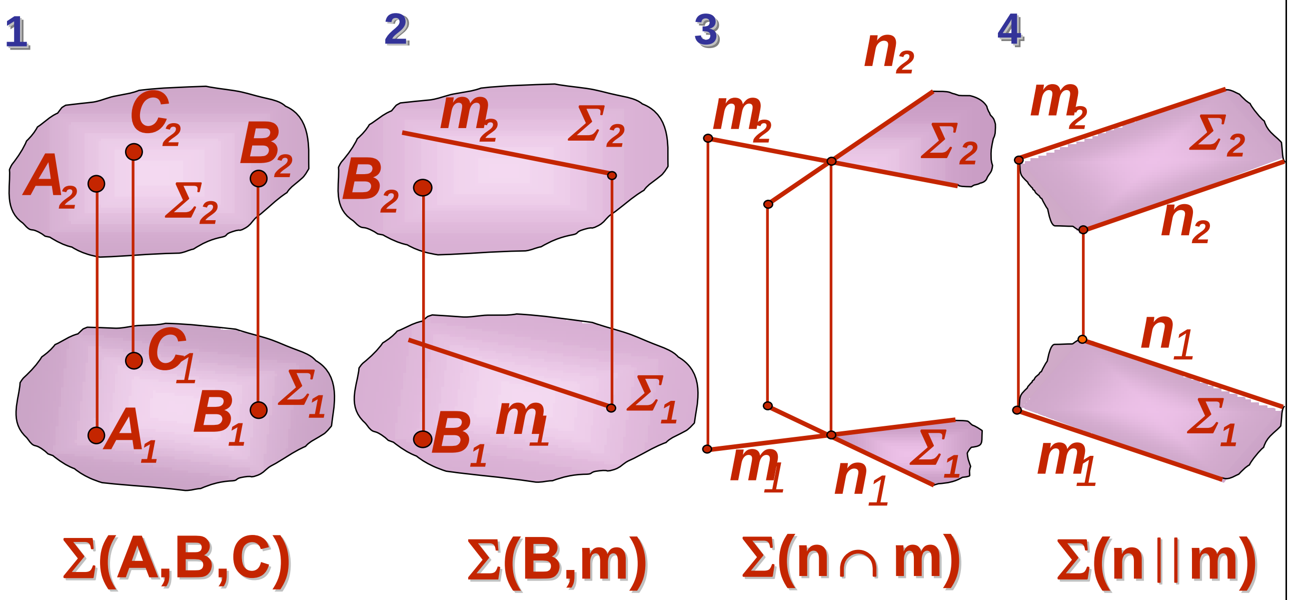
3. Проекции плоскости.

Кинематический способ образования плоскости



Плоскость Σ может быть образована параллельным перемещением прямой *AB* (образующей) по неподвижной прямой *CD* (направляющей). Плоскость безгранична и бесконечна, делит пространство на две части

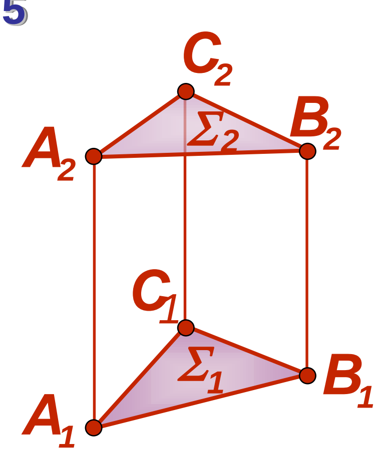
Способы задания плоскости



На комплексном чертеже плоскость Σ можно задать: 1) проекциями трех точек, не лежащих на одной прямой; 2) проекциями прямой и точки, взятой вне этой прямой; 3) проекциями двух пересекающихся прямых; 4) проекциями двух параллельных прямых;

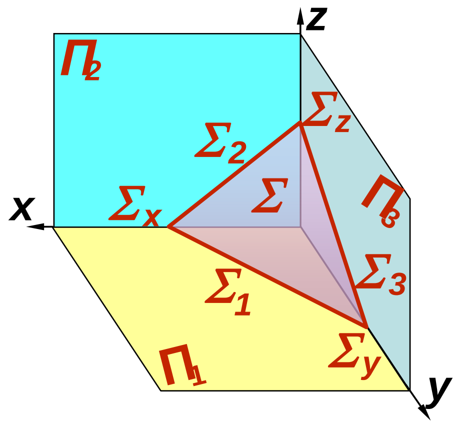
Способы задания плоскости

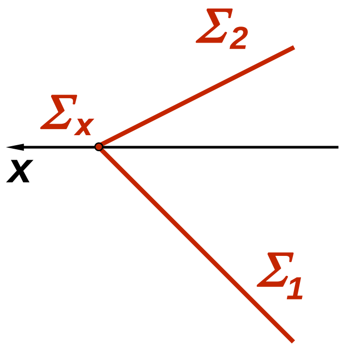
5



$\Sigma(\Delta ABC)$

6 След плоскости – это линия ее пересечения с соответствующей плоскостью проекций





Σ_1 - горизонтальный след
Σ_2 - фронтальный след
Σ_3 - профильный след
Σ_x, Σ_y, Σ_z - точки схода следов

$\Sigma(\Sigma_1, \Sigma_2)$

5) проекциями плоской фигурой; 6) следами плоскости. Все способы позволяют выделить из множества точек пространства точки, принадлежащие данной плоскости. Способ задания плоскости указывают в круглых скобках

Положение плоскости относительно плоскостей проекций

Плоскость общего положения наклонена ко всем плоскостям проекций

Плоскость частного положения перпендикулярна или параллельна одной из плоскостей проекций

Плоскость, перпендикулярная одной из плоскостей проекций, называется проецирующей плоскостью:

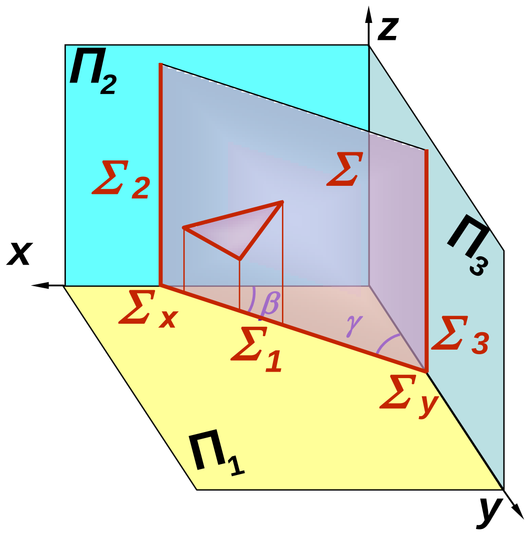
Горизонтально проецирующая плоскость $\perp \Pi_1$
Фронтально проецирующая плоскость $\perp \Pi_2$
Профильно проецирующая плоскость $\perp \Pi_3$

Плоскость, параллельная плоскости проекций, называется плоскостью уровня (дважды проецирующей):

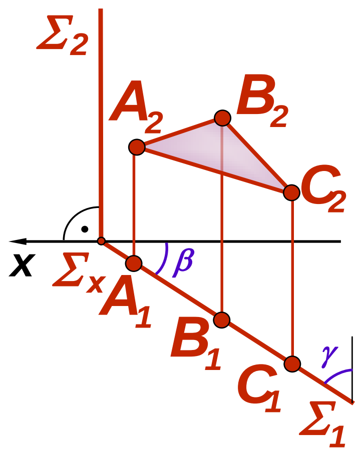
Горизонтальная плоскость $// \Pi_1$
Фронтальная плоскость $// \Pi_2$
Профильная плоскость $// \Pi_3$

Горизонтально проецирующая плоскость (⊥П$_1$)

Пространственная картина



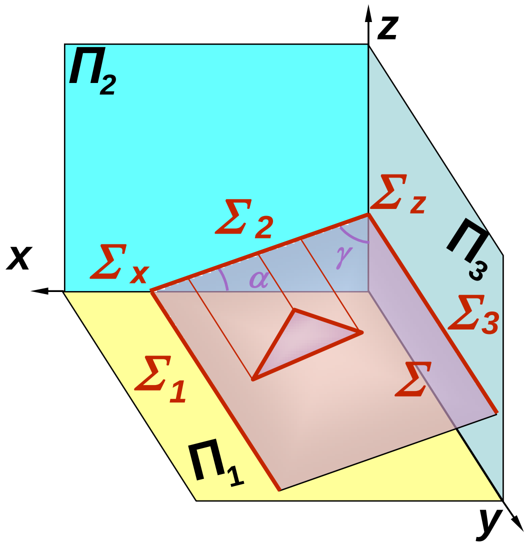
Комплексный чертеж



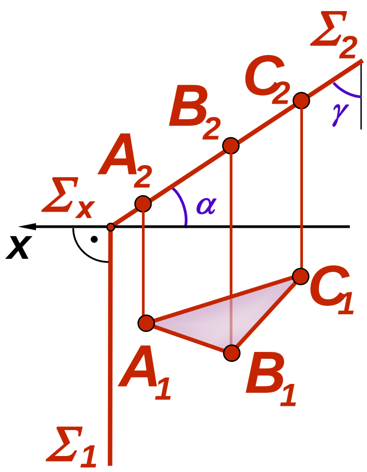
Горизонтальная проекция плоскости Σ вырождается в прямую (след), на $П_1$ проекции трех произвольных точек плоскости лежат на горизонтальном следе плоскости Σ_1. Углы наклона данной плоскости Σ к фронтальной (β) и профильной (γ) плоскостям проекций на $П_1$ не искажаются

Фронтально проецирующая плоскость (⊥П$_2$)

Пространственная картина



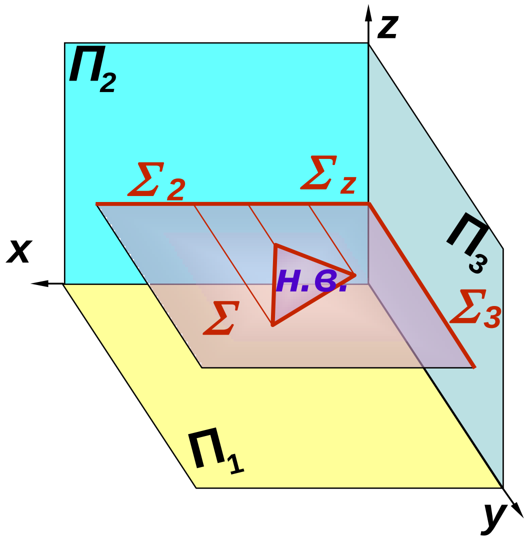
Комплексный чертеж



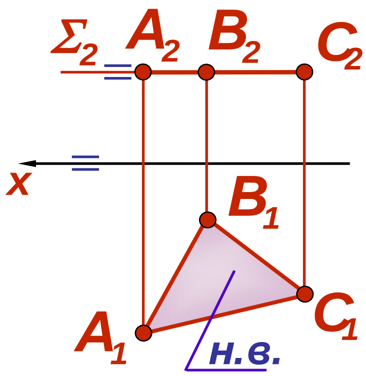
Фронтальная проекция плоскости Σ вырождается в прямую (след). На $П_2$ проекции трех произвольных точек плоскости лежат на фронтальном следе плоскости Σ_2. Углы наклона данной плоскости Σ к горизонталь-ной (α) и профильной (γ) плоскостям проекций на $П_2$ не искажаются

Горизонтальная плоскость уровня ($\parallel \Pi_1$)

Пространственная картина



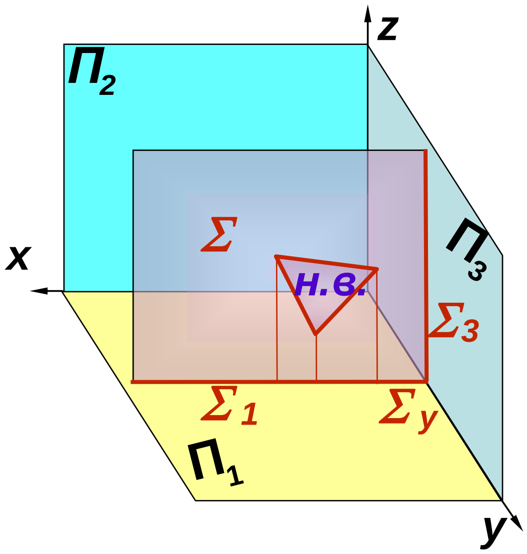
Комплексный чертеж



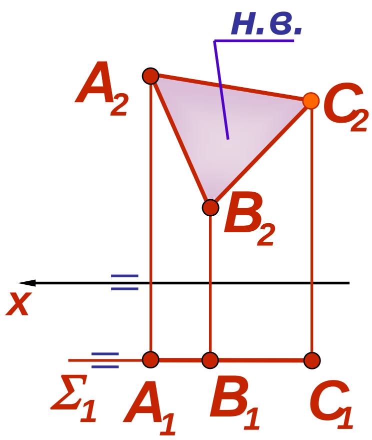
В силу параллельности следы (фронтальный Σ_2 и профильный Σ_3) плоскости Σ будут параллельны соответствующим осям координат. Фигура, задающая плоскость Σ, проецируется в натуральную величину на горизонтальную плоскость проекций

Фронтальная плоскость уровня ($\parallel \Pi_2$)

Пространственная картина



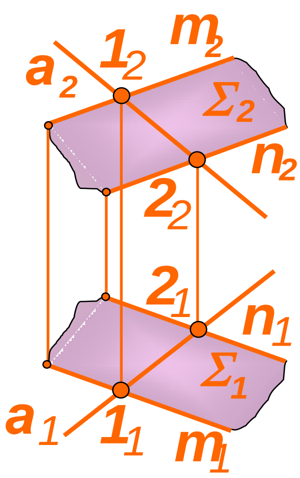
Комплексный чертеж



В силу параллельности следы (горизонтальный Σ_1 и профильный Σ_3) плоскости Σ будут параллельны соответствующим осям координат. Фигура, задающая плоскость Σ, изображается в натуральную величину на фронтальной плоскости проекций

Принадлежность прямой плоскости

1

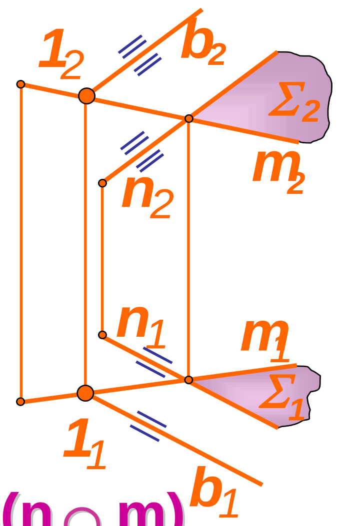


$\Sigma(n \| m)$

$(1 \in m) \in \Sigma$; $(2 \in n) \in \Sigma$

$a \rightarrow (1$ И $2) \Rightarrow a \in \Sigma$

2



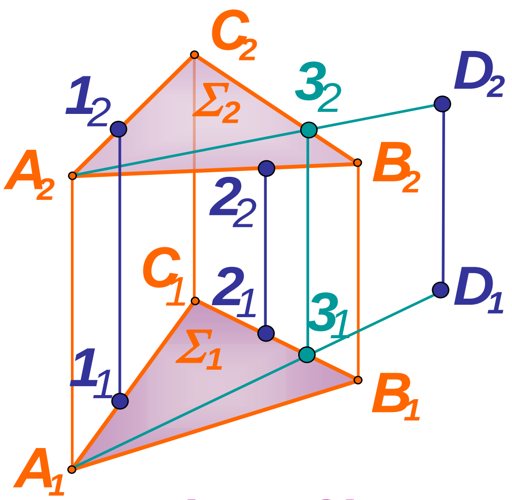
$\Sigma(n \cap m)$

$(1 \in m) \in \Sigma$; $1 \in b$

$b \| n \Rightarrow b \in \Sigma$

Прямая принадлежит плоскости, если она проходит:
1) через две точки этой плоскости;
2) через одну точку плоскости и параллельно какой-нибудь прямой, лежащей в этой плоскости

Принадлежность точки плоскости



$\Sigma(\Delta ABC)$

1 $1,2 \in \Sigma$ - ?

$(1 \in AC) \in \Sigma$

$2 \notin \Sigma$

2 D_2 - ?, если $D \in \Sigma$

$П_1$: $(D_1$ И $A_1) \cap C_1B_1 = 3_1$

$П_2$: $3_2 \in C_2B_2$

A_2 И 3_2

$D_2 \in A_2 3_2$

Точка будет лежать в плоскости, если она принадлежит какой-либо прямой этой плоскости. Воспользуемся этим положением:
1) при чтении чертежа;
2) при построении точки, лежащей в данной плоскости

4. Взаимное положение прямой и плоскости, двух плоскостей.

Взаимное положение прямой и плоскости, плоскостей

Прямая и плоскость:

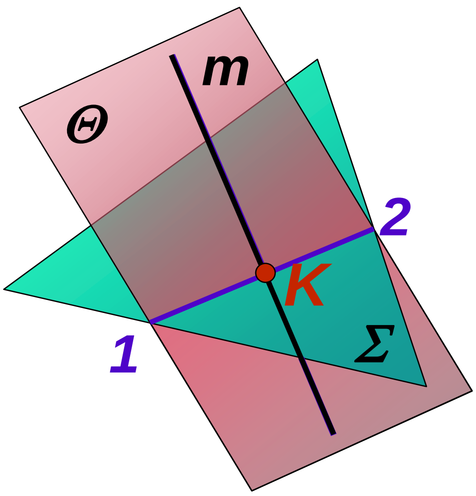
- **Прямая принадлежит плоскости:** *все точки прямой являются точками плоскости*
- **Прямая параллельна плоскости:** *общих собственных точек нет*
- **Прямая пересекает плоскость:** *одна общая точка*

Две плоскости:

- **Плоскости параллельны:** *общих собственных прямых нет*
- **Плоскости пересекаются:** *одна общая прямая*

Рассмотрим все возможные случаи взаимного положения прямой и плоскости и двух плоскостей

Пересечение прямой общего положения с плоскостью общего положения

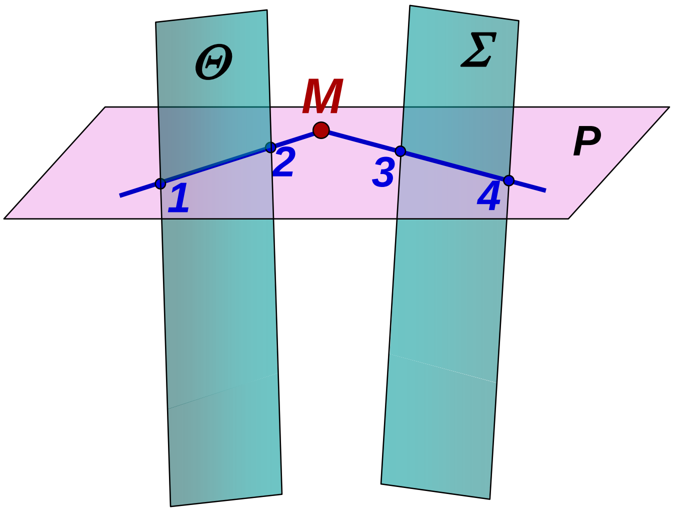


Алгоритм:

1. $m \in \Theta$
2. $\Theta \cap \Sigma = 1\text{-}2$
3. $1\text{-}2 \cap m = K$
4. Видимость m

1. Через данную прямую *m* проводят вспомогательную плоскость *Θ*. 2. Находят линию пересечения 1-2 плоскостей: заданной *Σ* и вспомогательной *Θ*. 3. На полученной линии пресечения 1-2 находят общую точку *K* с заданной прямой *m*. 4. Определяют видимость прямой *m*

Пересечение двух плоскостей общего положения



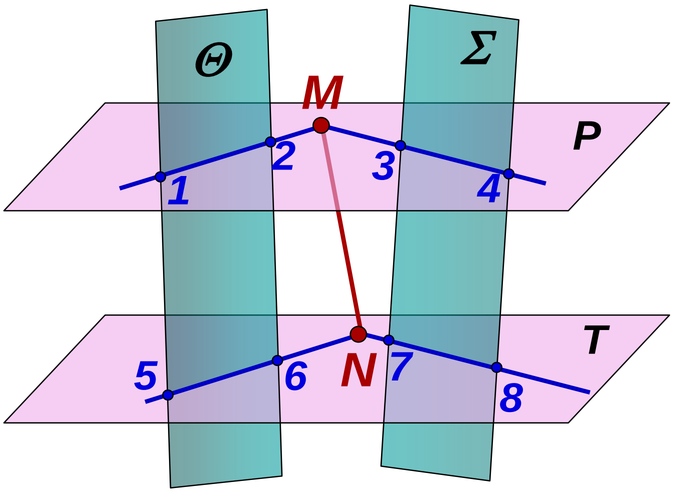
Алгоритм:

P- вспом. пл-ть

1. $P \cap \Theta = 1\text{-}2$
2. $P \cap \Sigma = 3\text{-}4$
3. $1\text{-}2 \cap 3\text{-}4 = M$

Методом вспомогательных секущих плоскостей найдем две точки, определяющие линию *MN* пересечения заданных плоскостей *Σ* и *Θ*. Плоскость *P* пересекает плоскость *Θ* по прямой 1-2, а плоскость *Σ* – по прямой 3-4. При пересечении полученных прямых определяем первую точку *M*

Пересечение двух плоскостей общего положения



Алгоритм:

P- вспом. пл-ть

1. $P \cap \Theta = 1\text{-}2$
2. $P \cap \Sigma = 3\text{-}4$
3. $1\text{-}2 \cap 3\text{-}4 = M$

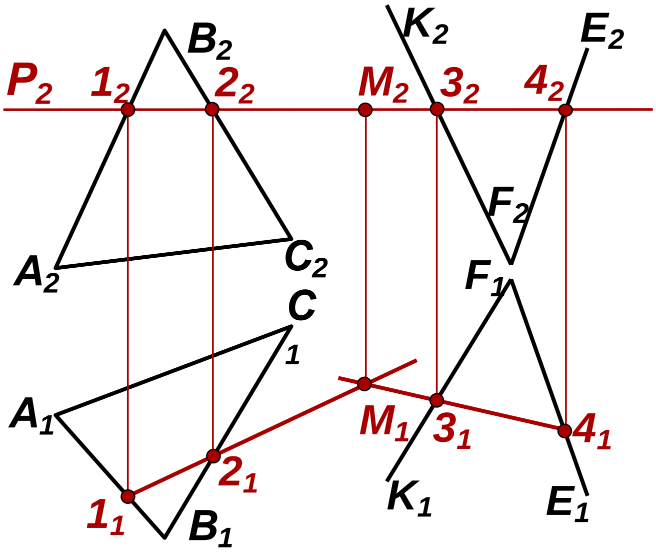
T- вспом. пл-ть

1. $T \cap \Theta = 5\text{-}6$
2. $T \cap \Sigma = 7\text{-}8$
3. $5\text{-}6 \cap 7\text{-}8 = N$

$N \cup M$ – ***искомая прямая***

Вторая вспомогательная плоскость *T* пересекает заданную плоскость *Θ* по прямой 5-6, а заданную плоскость *Σ* – по прямой 7-8. На пересечении полученных прямых определяем вторую точку *N* искомой линии *MN* пересечения заданных плоскостей *Σ* и *Θ*

Пересечение двух плоскостей общего положения



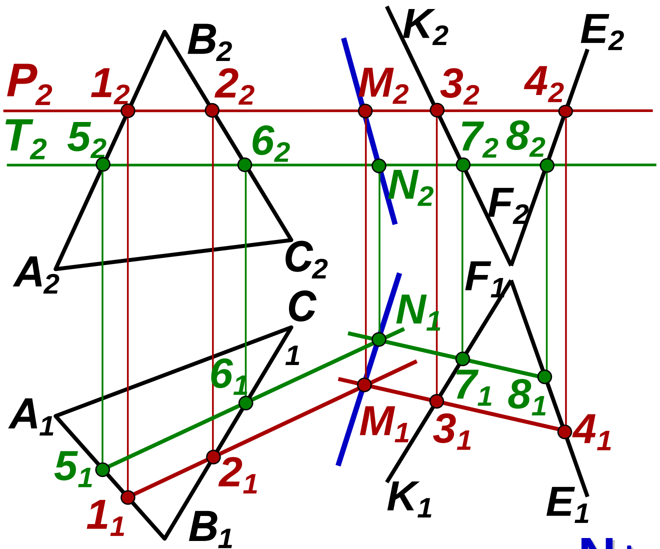
Алгоритм:

P- вспом. пл-ть

1. $P \cap \Theta(\Delta ABC) = 1\text{-}2$
2. $P \cap \Sigma(KF \cap FE) = 3\text{-}4$
3. $1\text{-}2 \cap 3\text{-}4 = M$

Проецирующая плоскость *P(P$_2$)* пересекает плоскость *Θ(ΔABC)* по прямой 1-2, а плоскость *Σ(KF∩FE)* – по прямой 3-4. Определив фронтальные про-екции прямых $1_2 2_2$ и $3_2 4_2$, находят общую точку *M_1* на пересечении их горизонтальных проекций. Точка *M_2* лежит на следе

Пересечение двух плоскостей общего положения



Алгоритм:

P- вспом. пл-ть

1. $P \cap \Theta(\Delta ABC) = 1\text{-}2$
2. $P \cap \Sigma(KF \cap FE) = 3\text{-}4$
3. $1\text{-}2 \cap 3\text{-}4 = M$

T- вспом. пл-ть

1. $T \cap \Theta(\Delta ABC) = 5\text{-}6$
2. $T \cap \Sigma(KF \cap FE) = 7\text{-}8$
3. $5\text{-}6 \cap 7\text{-}8 = N$

$N \cup M$ – *искомая прямая*

Вторая вспомогательная плоскость *T* пересекает данные плоскости по прямым 5-6 и 7-8, на пересечении которых определяется вторая точка *N* искомой линии *MN*. Точки *M* и *N* лежат в соответствующих секущих плос-костях и принадлежат одновременно двум исходным плоскостям *Σ* и *Θ*

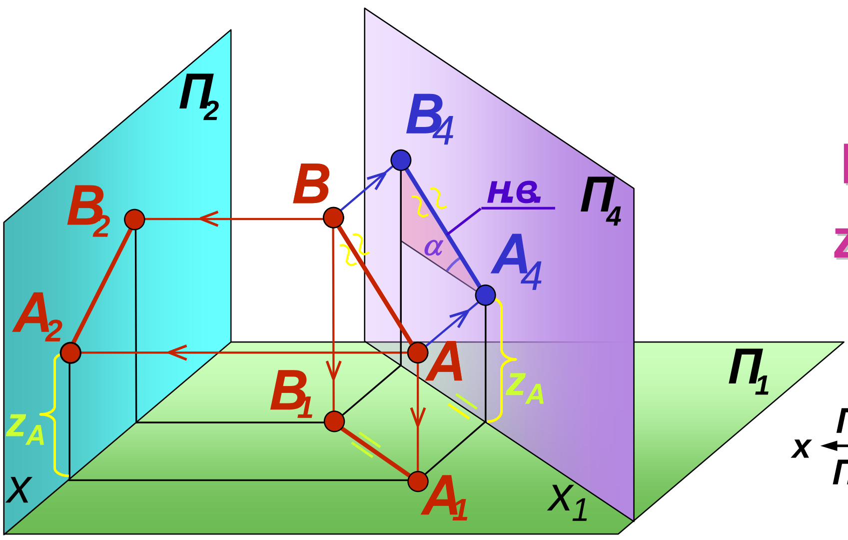
5. Способы преобразования чертежа.

Способ перемены плоскостей проекций

Сущность способа: осуществляется переход от данной системы («старая система») к новой системе плоскостей проекций, в которой геометрический образ займет частное положение

- **Используется метод ортогонального проецирования**
- **Новая плоскость проекций П4 называется дополнительной по отношению к основным П1, П2, П3**
- **Плоскость П4 располагается перпендикулярно одной из основных плоскостей проекций**
- **Плоскость П4 выбирается так, чтобы геометрический образ по отношению к ней занял частное положение**

Способ перемены плоскостей проекций



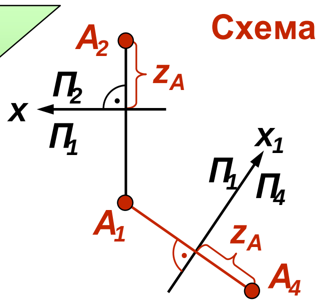
$П_2 \to П_4$

$П_4 \perp П_1$

$П_4 \cap П_1 = x_1$

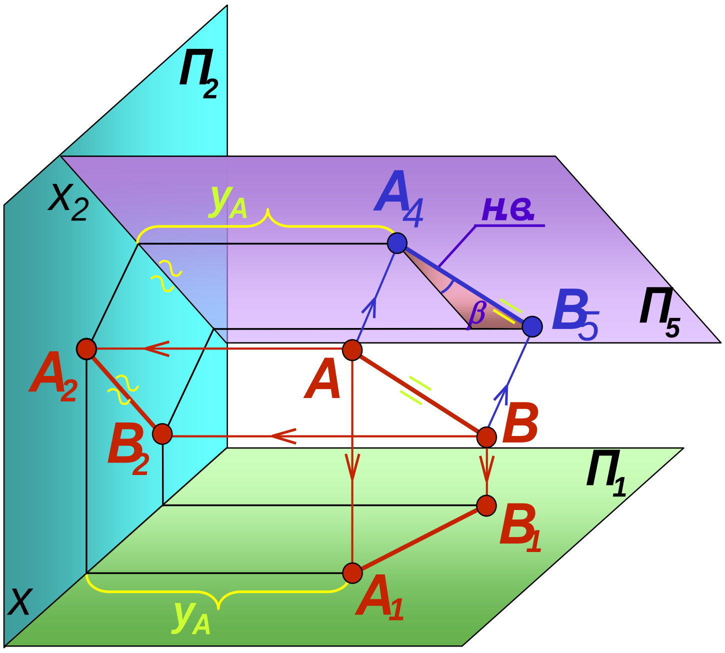
$z|_{П4} = z|_{П2}$

Схема:



Заменим исходную фронтальную плоскость проекций *П*$_2$ на новую плоскость проекций *П*$_4$, которой прямая *AB* будет параллельна. При этом преобразовании расстояние точек от плоскости *П*$_1$ (координата *z*) остается неизменным

Способ перемены плоскостей проекций



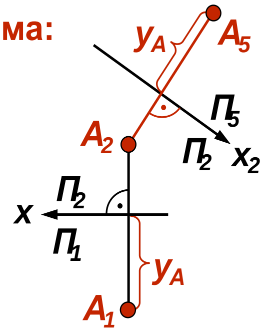
$П_1 \rightarrow П_5$

$П_5 \perp П_2$

$П_5 \cap П_2 = x_2$

$y|_{П5} = y|_{П1}$

Схема:



Заменим исходную горизонтальную плоскость проекций $П_1$ на новую плоскость проекций $П_5$, которой прямая AB будет параллельна. При этом преобразовании расстояние точек от плоскости $П_2$ (координата y) остается неизменным

Определение натуральной величины отрезка и его углов наклона к плоскостям проекций

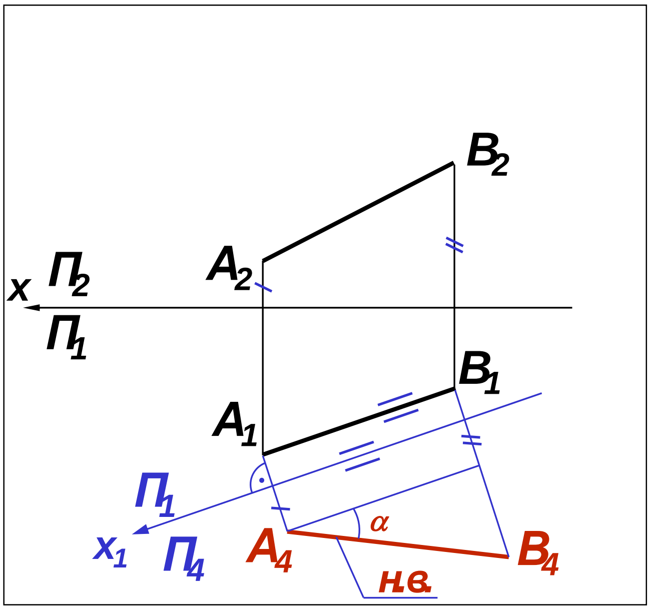
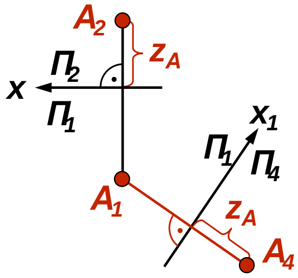


Схема:



Ось x_1 новой плоскости проекций $П_4$ проведем параллельно горизонтальной проекции отрезка A_1B_1. В этом преобразовании сохраняются z-координаты точек. На $П_4$ определяются натуральная величина отрезка и его угол наклона α к плоскости проекций $П_1$

Определение натуральной величины отрезка и его углов наклона к плоскостям проекций

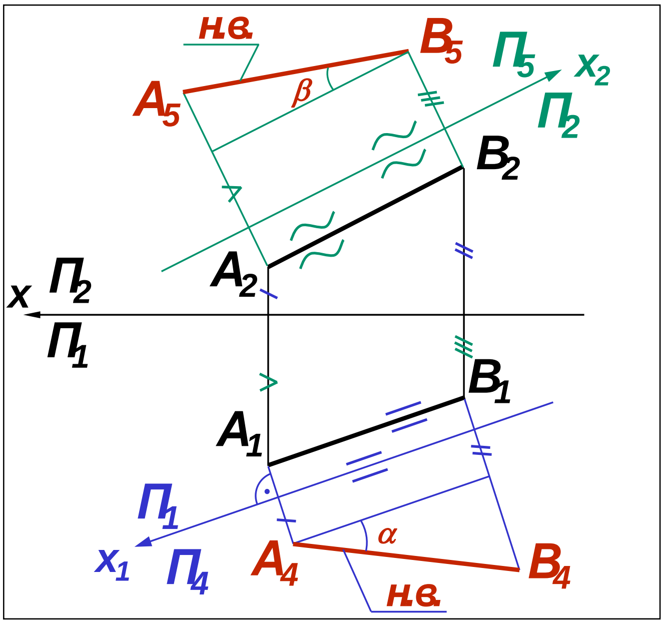
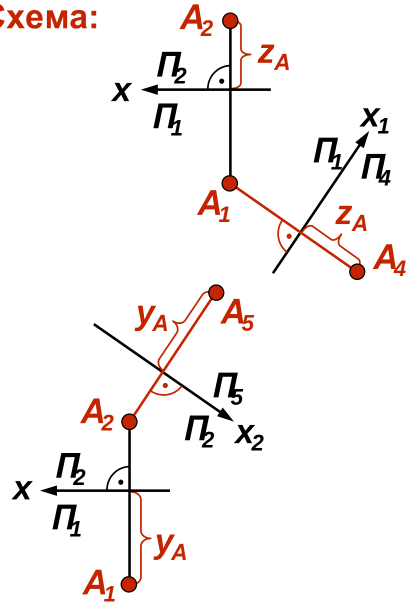


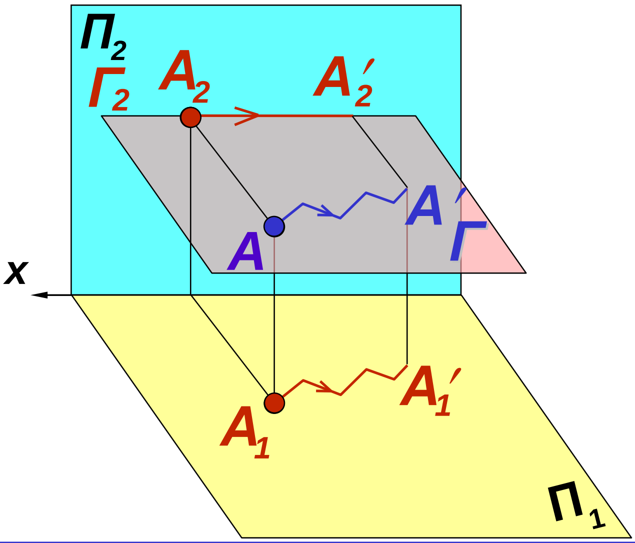
Схема:



Ось x_2 новой плоскости проекций $П_5$ проведем параллельно фронтальной проекции отрезка A_1B_1. В этом преобразовании сохраняются *y* - координаты точек. На $П_5$ определяются натуральная величина отрезка и его угол наклона β к плоскости проекций $П_2$

Способ плоскопараллельного перемещения

Сущность способа: геометрический образ переводится в частное положение плоскопараллельным движением его точек по плоскостям уровня

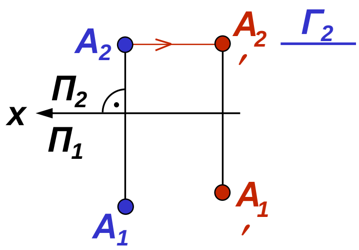


А – произвольная точка;

Г – плоскость перемещения;

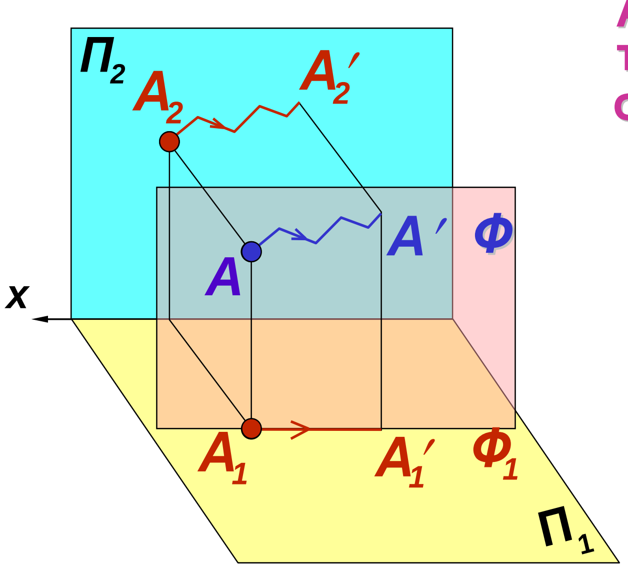
$Г \parallel П_1$; $Г \perp П_2$

Схема:



При плоскопараллельном перемещении на $П_1$ траектория движения горизонтальной проекции точки повторяет ее перемещение в плоскости *Г*. На $П_2$ фронтальная проекция точки перемещается по следу плоскости $Г_2$, который параллелен оси *x*

Способ плоскопараллельного перемещения

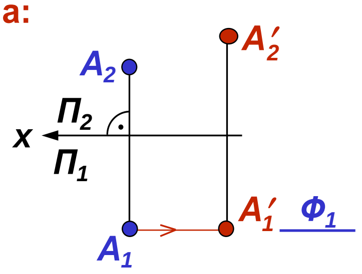


А – произвольная точка;

Ф – плоскость перемещения;

$Ф \parallel П_2; Ф \perp П_1$

Схема:



На $П_2$ траектория движения фронтальной проекции точки повторяет ее перемещение в плоскости *Ф*, поэтому ее расположение может быть произвольным. На $П_1$ горизонтальная проекция точки перемещается по следу плоскости $Ф_1$, который параллелен оси *x*

Определение натуральной величины отрезка и его углов наклона к плоскостям проекций

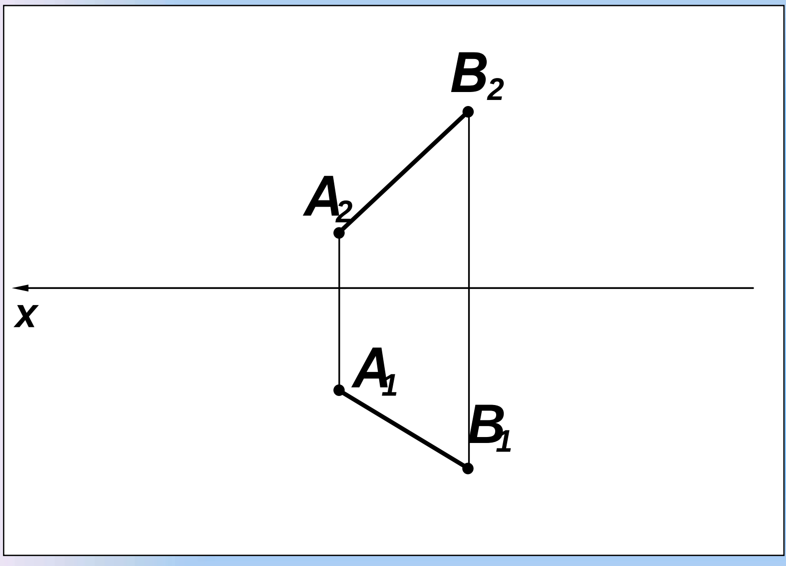
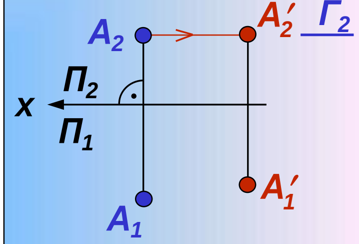


Схема:



Данный отрезок *AB* занимает частное положение, преобразуем его во фронтальную прямую уровня путем перемещения концов отрезка по горизонтальным плоскостям уровня согласно схемы

Столбова И.Д. 2007

Определение натуральной величины отрезка и его углов наклона к плоскостям проекций

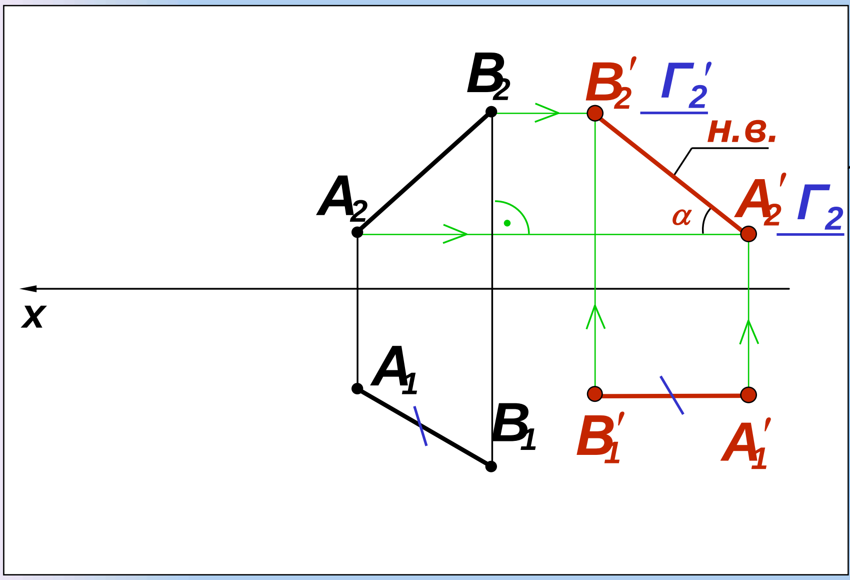
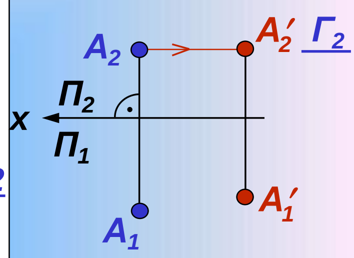


Схема:



Горизонтальную проекцию прямой ($A_1' B_1' \equiv A_1 B_1$) располагают параллель-но оси x. Фронтальную проекцию (определяющую н.в. отрезка и угла α) определяют новые проекций точек A_2' и B_2', расположенные на соответ-ствующих следах горизонтальных плоскостей уровня $Г(Г_2')$ и

Определение натуральной величины отрезка и его углов наклона к плоскостям проекций

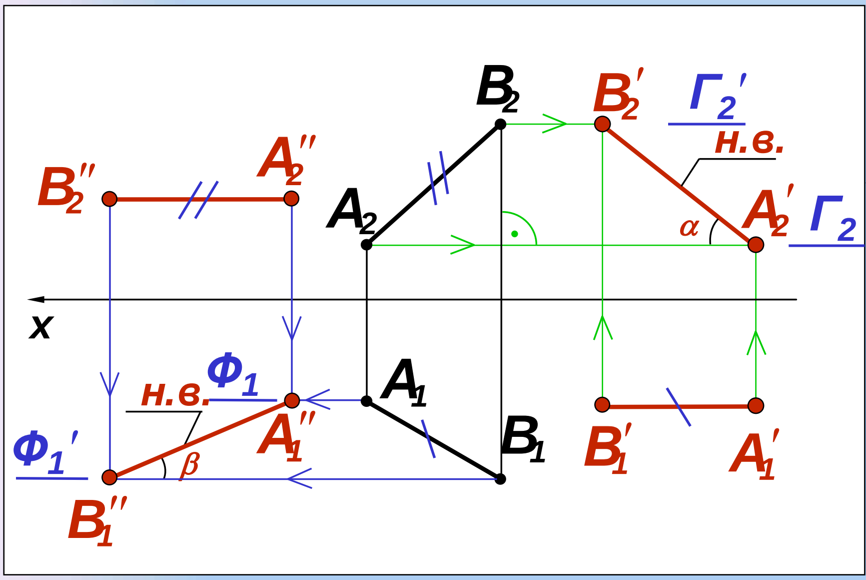
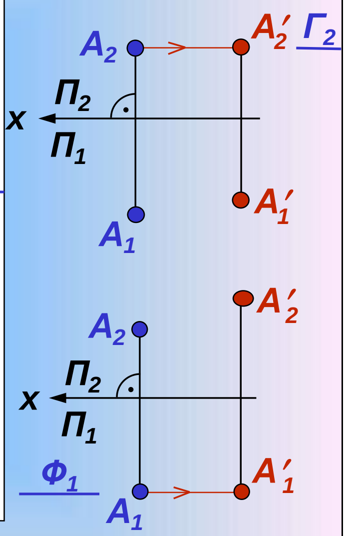


Схема:

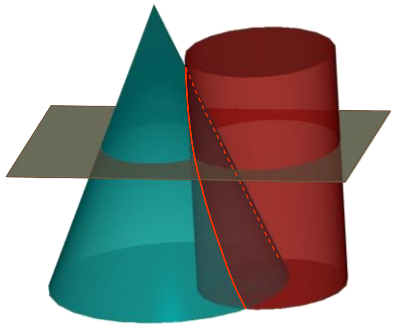


Для перевода прямой в положение горизонтали фронтальную проекцию прямой ($A_2'' B_2'' \equiv A_2 B_2$) располагают параллельно оси x. Новые проекции точек A_1'' и B_1'' расположены на соответствующих следах фронтальных плоскостей уровня $Ф(Ф_1)$ и $Ф(Ф_1')$. На $П_1$ имеем н.в. отрезка и угла β

6. Поверхности, пересечение поверхностей.

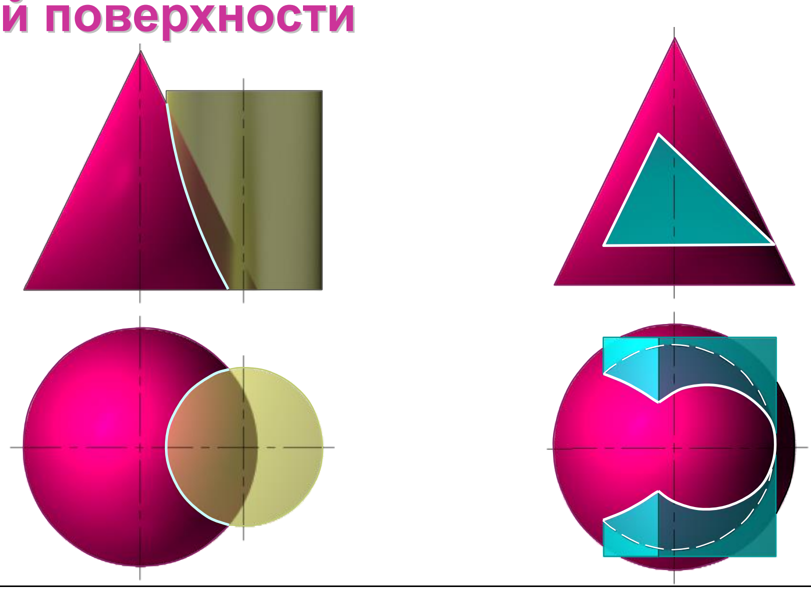
Анализ заданных поверхностей

1. Линия пересечения 2-х поверхностей в общем случае представляет собой пространственную кривую
2. Если заданы поверхности второго порядка, то при их пересечении получается пространственная кривая четвертого порядка
3. Часть искомой линии пересечения получается видимой в пересечении видимых частей поверхностей



Анализ заданных поверхностей

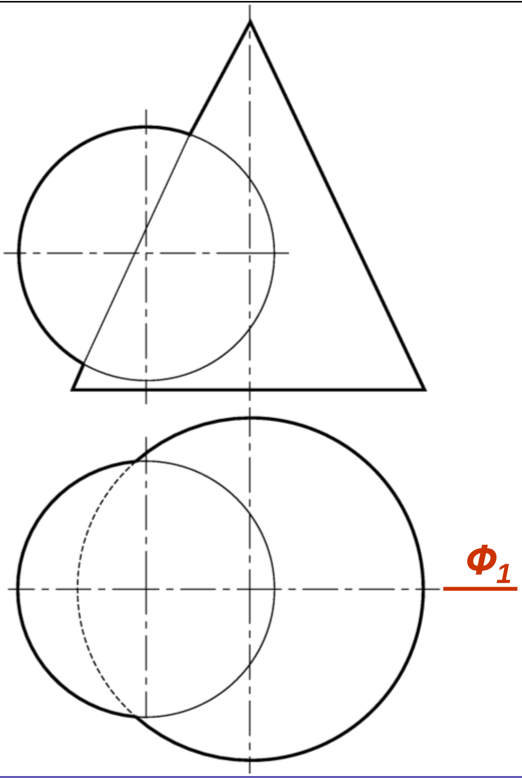
4. Если одна из заданных поверхностей является проецирующей (цилиндр, призма),то одна из проекций искомой линии пересечения совпадает со следом этой поверхности



Методические указания

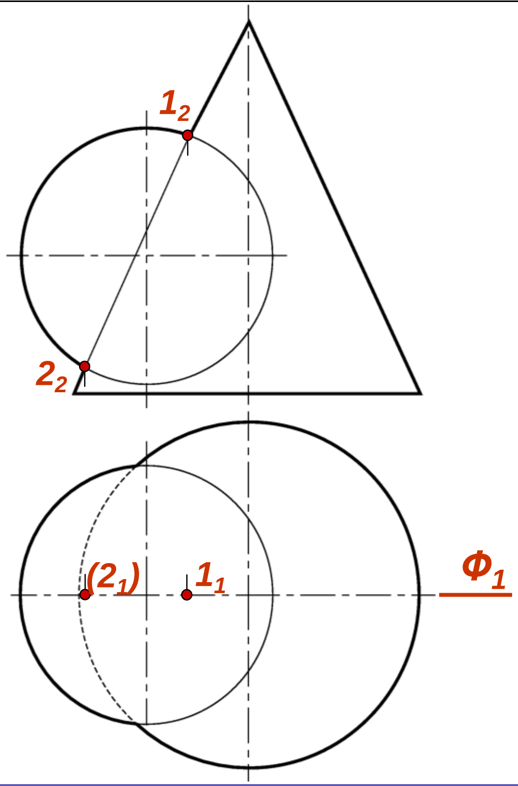
- Вспомогательные плоскости следует выбирать так, чтобы в сечении получались простые линии
- Сначала определяют опорные точки:
  - экстремальные точки;
  - точки перемены видимости, лежащие на очерках поверхностей;
  - особые точки кривых пересечения (концы осей эллипса, вершины гиперболы или параболы, вершины ломанной)
- Уточняют линию пересечения с помощью промежуточных точек

9.ПО



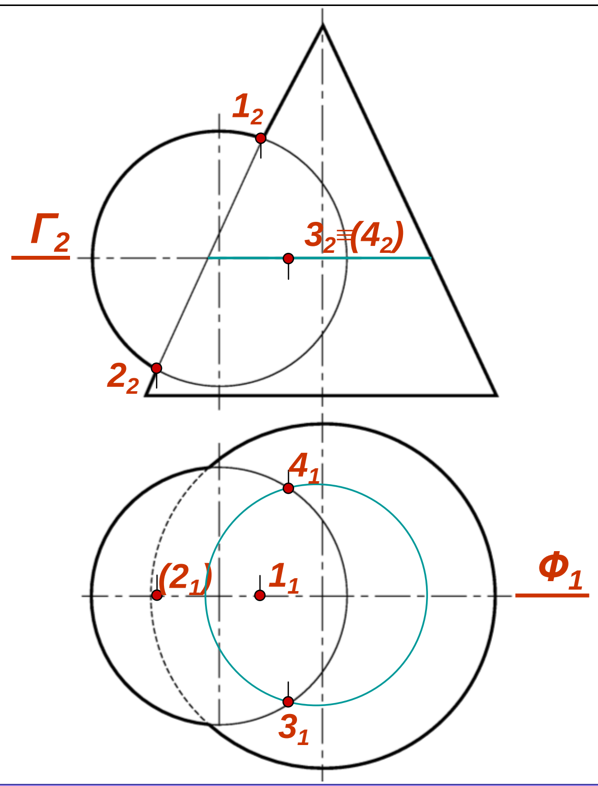
Пересекающиеся поверхности (сфера и конус) имеют общую плоскость симметрии Ф($Ф_1$), являющейся фронтальной плоскостью уровня. Следовательно, фронтальные очерки поверхностей, лежащие в плоскости Ф, пересекаются.

9.ПО



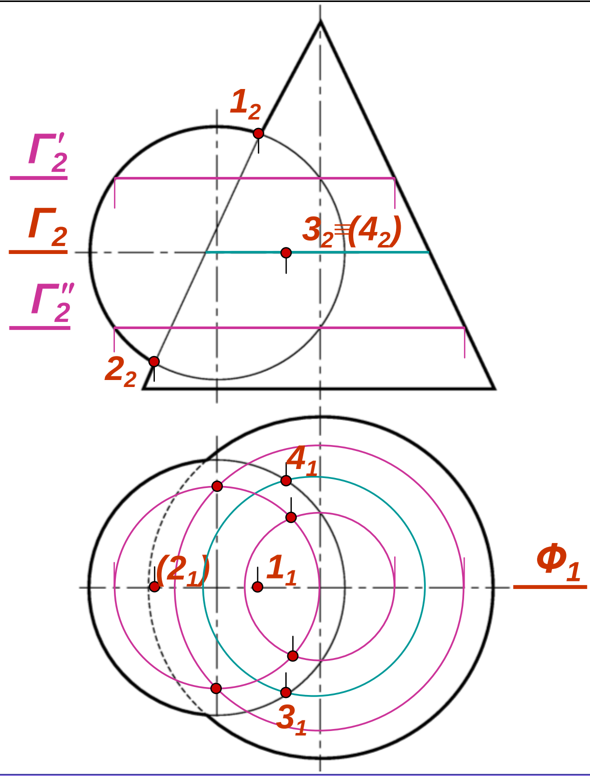
На $П_2$ находим проекции высшей (1_2) и низшей (2_2) точек искомой линии, как точек пересечения фронтальных очерков поверхностей. Горизонтальные проекции точек (1_1 и 2_1) будут располагаться на следе плоскости $Ф_1$.

9.ПО



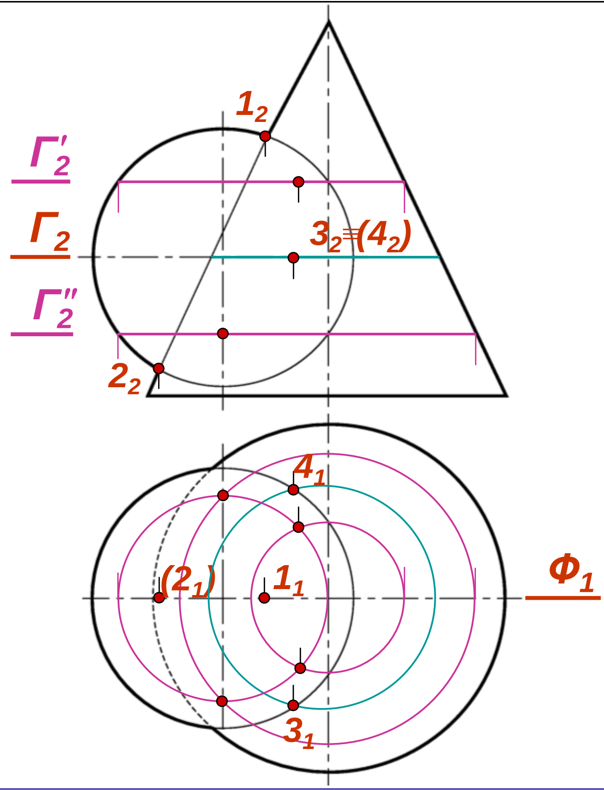
Точки изменения видимости линии на $П_1$, лежащие на экваторе сферы, находим с помощью плоскости Г($Г_2$). На $П_1$ это будут точки пересечения экватора сферы с соответствующей параллелью конуса - 3_1 и 4_1. На $П_2$ проекции точек (3_2 и 4_2) располагаем на следе плоскости ($Г_2$).

9.ПО



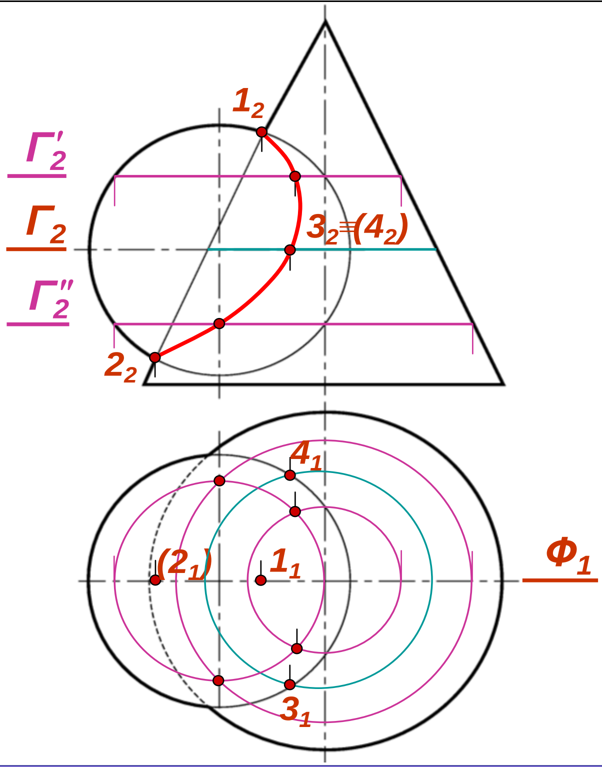
Промежуточные точки, уточняющие форму линии пересечения, находим с помощью вспомогательных горизонтальных плоскостей уровня Г ′ и Г ″ На П1 это будут точки пересечения соответствующих параллелей сферы и конуса. Точки можно оставить без обозначения.

9.ПО



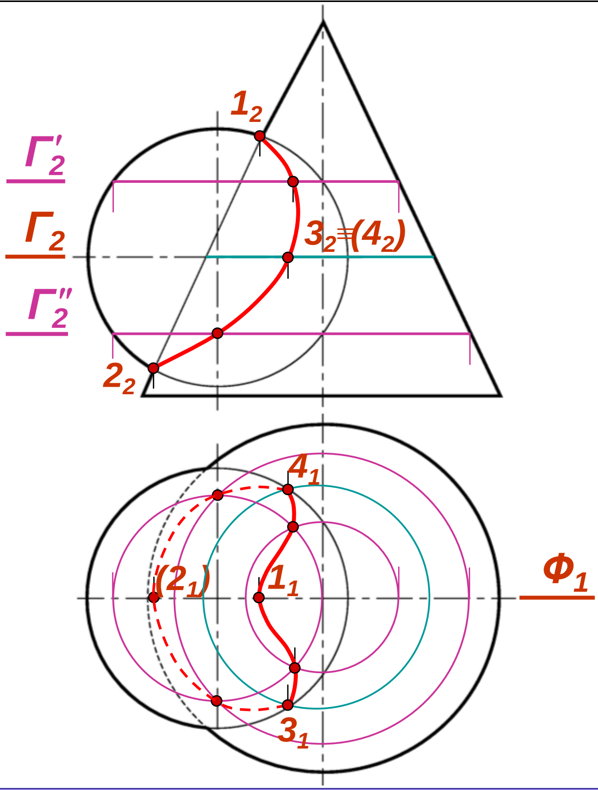
Найденные на горизонтальной плоскости проекций проекции промежуточных точек (они не обозначены на чертеже) переносим на фронтальные следы (Г2 ′ и Г2 ″) плоскостей, с помощью которых промежуточные точки построены.

9.ПО



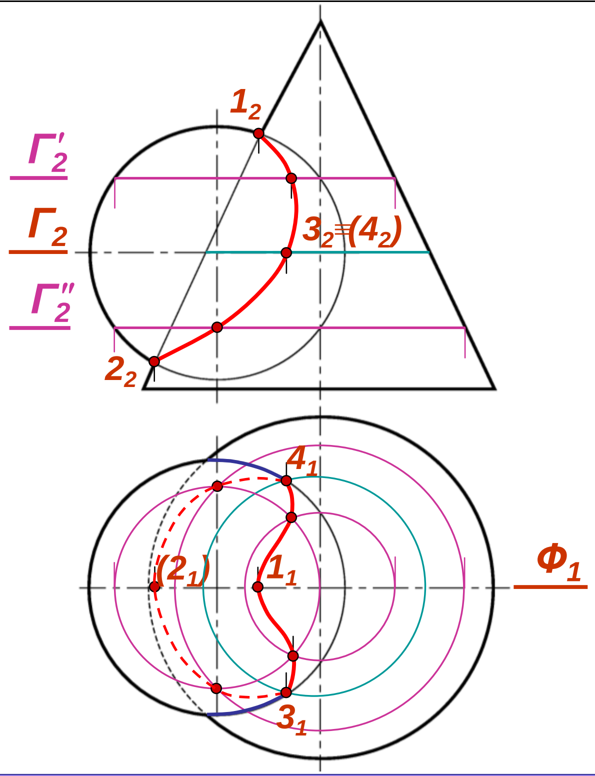
При объединении в линию всех построенных проекций точек на $П_2$ следует учитывать, что вся линия пересечения разделяется плоскостью Ф на две симметричные ветви, которые совпадут на фронтальной плоскости проекций.

9.ПО



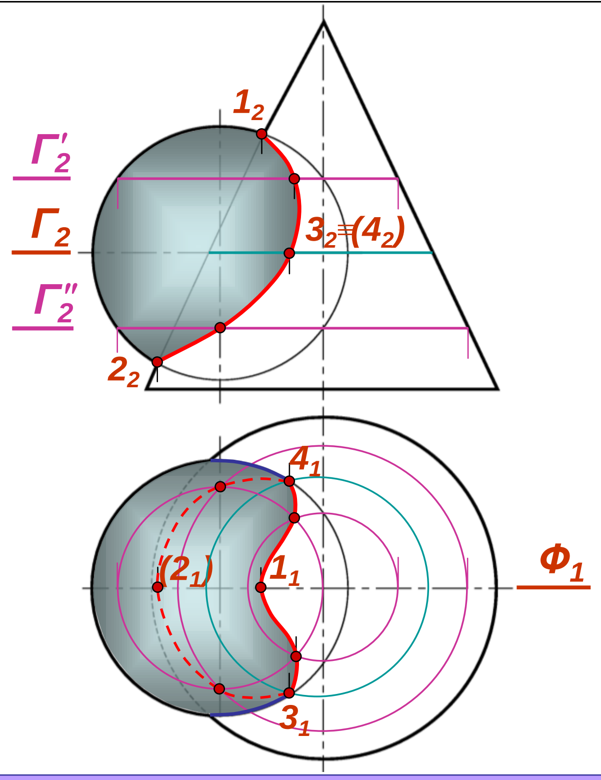
При соединении проекций точек на горизонтальной плоскости проекций выявляют видимый и невидимый участки линии пересечения. Эти участки разделяются проекциями точек перемены видимости - 3_1 и 4_1, лежащими на экваторе сферы.

9.ПО



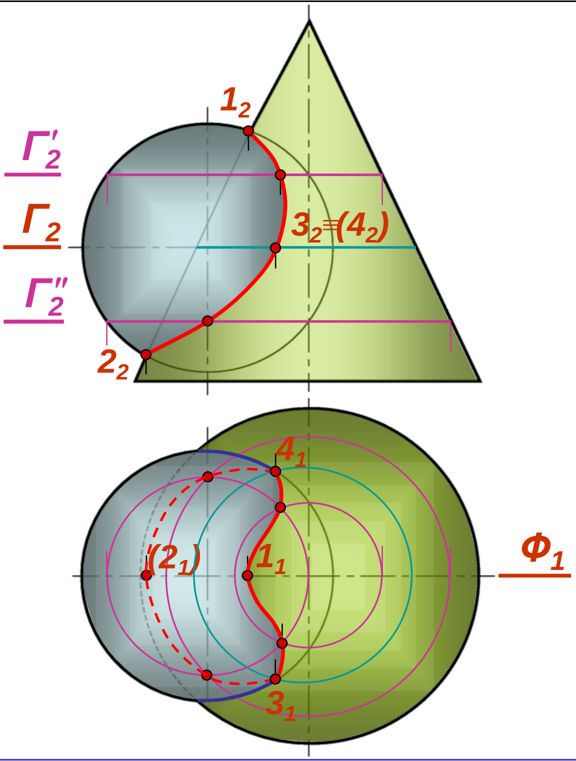
На этапе обводки очерков поверхностей следует обвести толстой сплошной линией только очерки, не участвующие в пересечении

9.ПО



Видимая часть поверхности сферы, ограниченная линией пересечения, затушевана, что повышает наглядность изображения.

9.ПО



Заканчиваем оформление изображения, затушевав видимую часть поверхности конуса.