

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГТУ «Московский институт Стали и сплавов»
Кафедра Инженерной графики

Опорный курс лекций
по «***Начертательной геометрии***»

Автор : доц. Мокрецова Л.О. - mok@misis.ru

2007 г.

Содержание

- Предисловие.....3
- Раздел1. **Основы образования чертежа**.....4
- Раздел 2. **Поверхности**.....13
- Раздел 3. **АксонOMETрические проекции**18
- Раздел 4. **Пересечение поверхностей**21
- Раздел 5. **Наглядные изображения. Область их применения, правила их построения**32
- **Рекомендуемая литература**36

Предисловие

Курс лекций составлен в соответствии с **программой курса** «Начертательная геометрия» для студентов Московского института стали и сплавов (технологического университета).

Конспект лекций **не заменяет** рекомендованных к изучению дисциплины учебников. Задача конспекта лекций состоит в том, чтобы в краткой и наглядной форме осветить основные положения метода ортогональных проекций и ознакомить студентов с последовательностью изложения учебного материала, принятого в нашем институте.

Приступая к изучению курса, каждому студенту следует помнить, что начертательная геометрия принадлежит к числу тех **базовых дисциплин**, изучение которых требует **систематической работы** на протяжении всего периода изучения.

Начертательная геометрия почти не содержит формул и теория ее проста, однако применение этой теории к решению задач требует **определенного навыка**, который приобретается путем практики, т.е. **регулярными упражнениями**.

Данный курс лекций отличает возможность мультимедийного представления материала с использованием программного обеспечения Microsoft Word, Microsoft Power Point, Autodesk Inventor 9.

Программой по дисциплине «Начертательная геометрия» предусматривается курс лекций, практические занятия, выполнение студентами контрольных работ, домашних заданий и курсовых работ. Знания студентов по курсу «Начертательная геометрия» оценивается в результате проведения **контрольных работ (тестов, тренажеров), зачета или экзамена**.

Задачи, приведенные в примерах решаются **традиционным способом** (на листе бумаги) при помощи чертежных инструментов и (или) в **электронном виде с применением средств машинной графики**.

Раздел1. Образование чертежа

Введение.

Начертательная геометрия, как наука, имеет большое общеобразовательное значение, так как дает нам знания, необходимые для успешного усвоения целого ряда дисциплин, связанных с графическими изображениями.

Начертательная геометрия изучает:

- методы отображения на плоскости тел, имеющих три измерения;
- способы решения пространственных задач посредством графических построений, выполняемых на плоскости при помощи чертежных инструментов или средств машинной графики.

Начертательная геометрия имеет своим предметом изложение правил построения «комплексного» чертежа, обладающего свойствами:

- а) позиционной ясности, т.е. расположения объектов проецирования относительно заданного пространства и относительно друг друга;
- б) метрической определенностью, а именно, свойством измеримости.

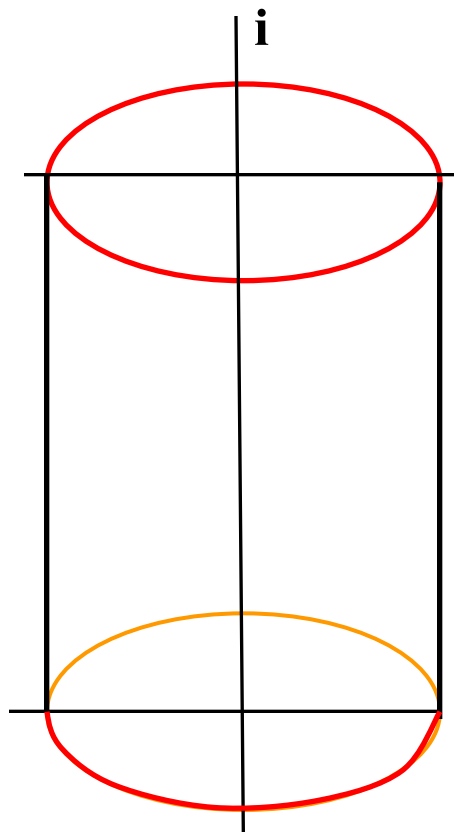
В основу построения чертежа положен метод, получивший название **проецирования**. Методы проецирования разработаны и развиты наукой, получившей название «Начертательная геометрия», автором которой считается французский ученый **Гаспар Монж**. Изучение начертательной геометрии развивает и обогащает наше пространственное представление или так называемое образное мышление. Умение понимать чертеж и технический рисунок (наглядное изображение) в огромной степени облегчает изучение машин, механизмов и агрегатов любой отрасли промышленности, в том числе металлургического производства.

Целью данного курса является освоение студентами основных методов начертательной геометрии для их применения при выполнении и чтении чертежей, а также приобретение навыков выполнения чертежей с использованием основных правил.

На рис.1 представлены два изображения цилиндра. Слева показано наглядное (аксонометрическое изображение цилиндра), а справа требуется построить две проекции этого цилиндра на проекционном чертеже.

Раздел 1. Образование чертежа. Введение

а) Цилиндр в объеме



б) Цилиндр в проекциях

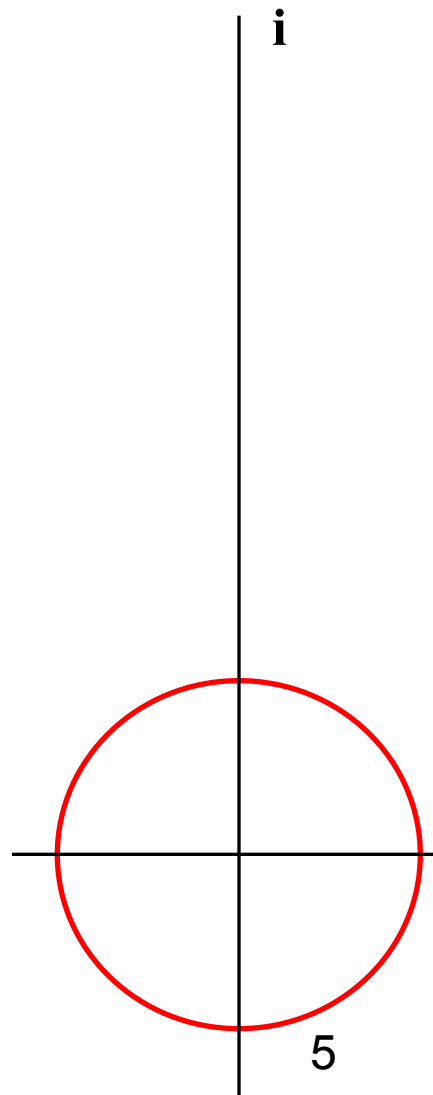


Рис.1

1.1.Центральное проецирование

В основу курса начертательной геометрии положен **метод проекций**, основанный на отображении объектов проецирования на плоскости проекций:

- Π_1 - плоскость проекций;
- S -источник проецирующих лучей ;
- Точки A и B - **объекты проецирования** ;
- I_1 и I_2 – проецирующие лучи, проходящие от источника проецирования;
- A_1 и B_1 – **проекции точек A и B на Π_1 .**

На рис.2 отобразим с помощью метода центрального проецирования точки A и B на плоскость проекций Π_1 .

Получили :

- отображение отрезка прямой линии AB на плоскость Π_1 .**

Вывод:

При центральном проецировании происходит **искажение объекта проецирования** , но тем не менее устанавливается определенное соответствие, называемое **перспективным**.

1.1. Центральное проецирование

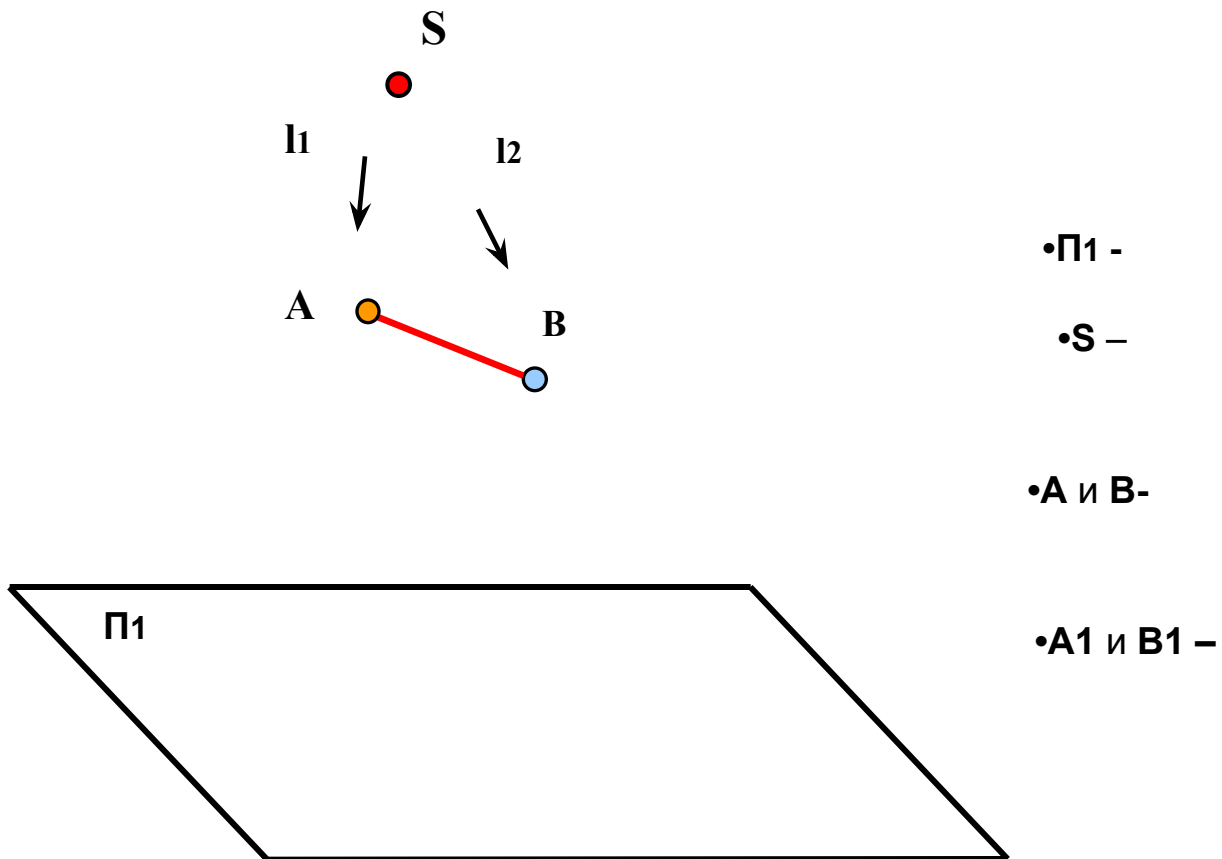


Рис2.

1.1. Параллельное проецирование

На рис.3 рассмотрен случай, когда центр проецирования S удален на бесконечно большое расстояние от плоскости Π_1 .

В этом случае проецирующие лучи I_1 и I_2 пойдут параллельным пучком и направлены под некоторым углом наклона α к плоскости проекций Π_1 .

Такие параллельные проекции носят название **косоугольных проекций**.

На рис.4 представлен также случай параллельного проецирования точек A , B и C **пучком лучей**, направленных перпендикулярно к плоскости проекций Π_1 . Такое проецирование носит название ортогонального или перпендикулярного проецирования. Точки A и C лежат на одном проецирующем луче и называются **конкурирующими**. **Одна проекция** точки на плоскости не определяет собой одной единственной точки в пространстве и не отвечает на вопрос о **расположении** ее относительно плоскости проекций.

Сравним оригиналы отрезков AB , AC и CB с их изображением на Π_1 :

Отрезок $AB > A_1B_1$, $BC = B_1C_1$, A_1C_1 -есть точка.

1.1. Параллельное проецирование

а) Косоугольное

б) Ортогональное

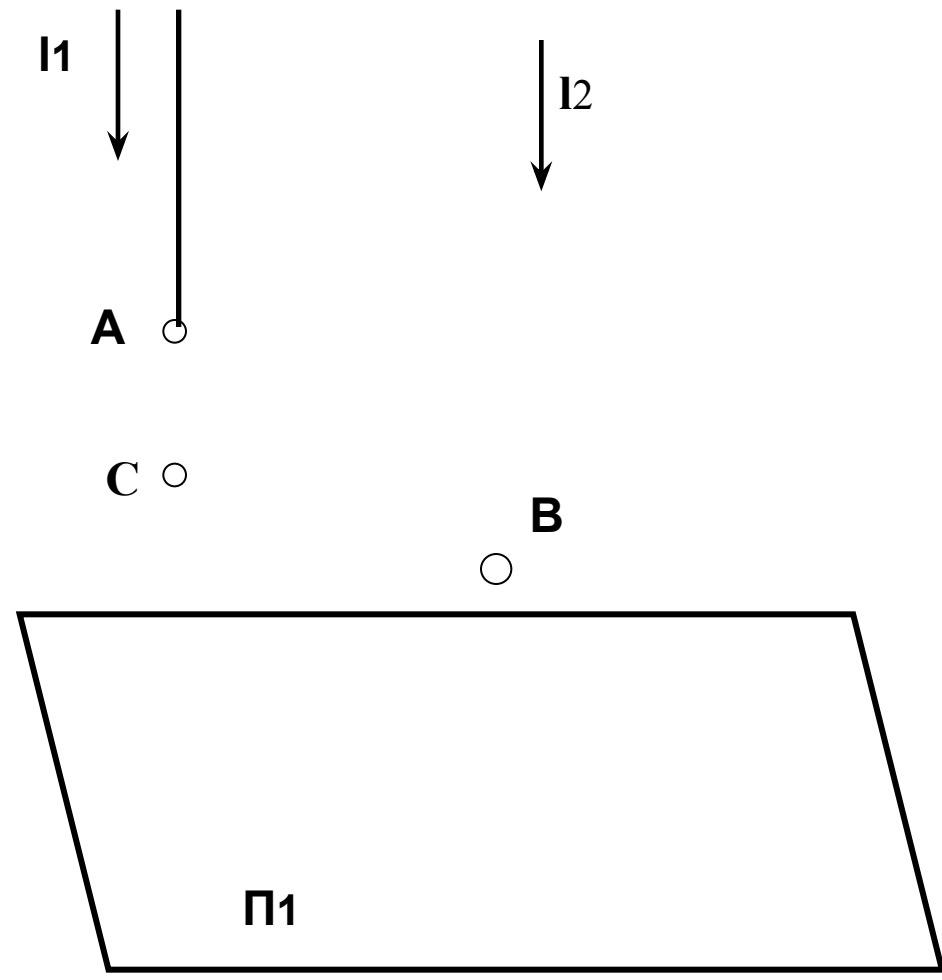
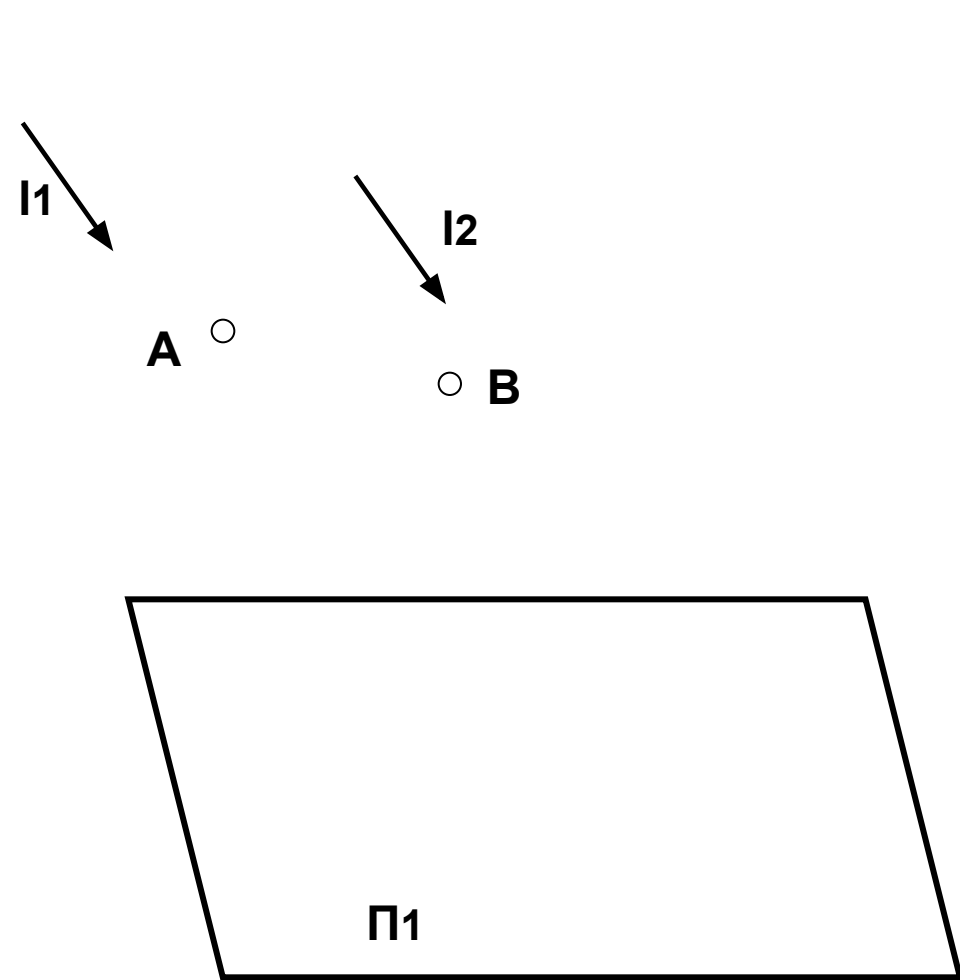


Рис.3

9 Рис.4

1.1. Проецирование точки на две плоскости

Комплексный чертёж

- Возьмем две взаимно перпендикулярные плоскости проекций Π_1 и Π_2 и точку A в пространстве.
- Методом ортогонального проецирования отобразим ее на эти плоскости проекций. Уберем с чертежа точку A и проецирующие лучи l_1 и l_2 . Полученный чертёж носит название пространственный чертёж, представленный на рис.5
- Затем развернем плоскость Π_1 вокруг оси X до совмещения ее с плоскостью Π_2 . При этом горизонтальная проекция точки A переместится вниз и окажется на одном перпендикуляре к оси X .
- Линия A_2A_1 называется вертикальная линия связи и равна сумме координат $Z_A + Y_A$.
- Полученный чертёж носит название **комплексный чертёж**.

Вывод:

- Проекции A_1 и A_2 полностью заменяют точку A , так как точно определяют положение точки A в пространстве .

1.1. Проецирование точки на две плоскости. Комплексный чертеж.

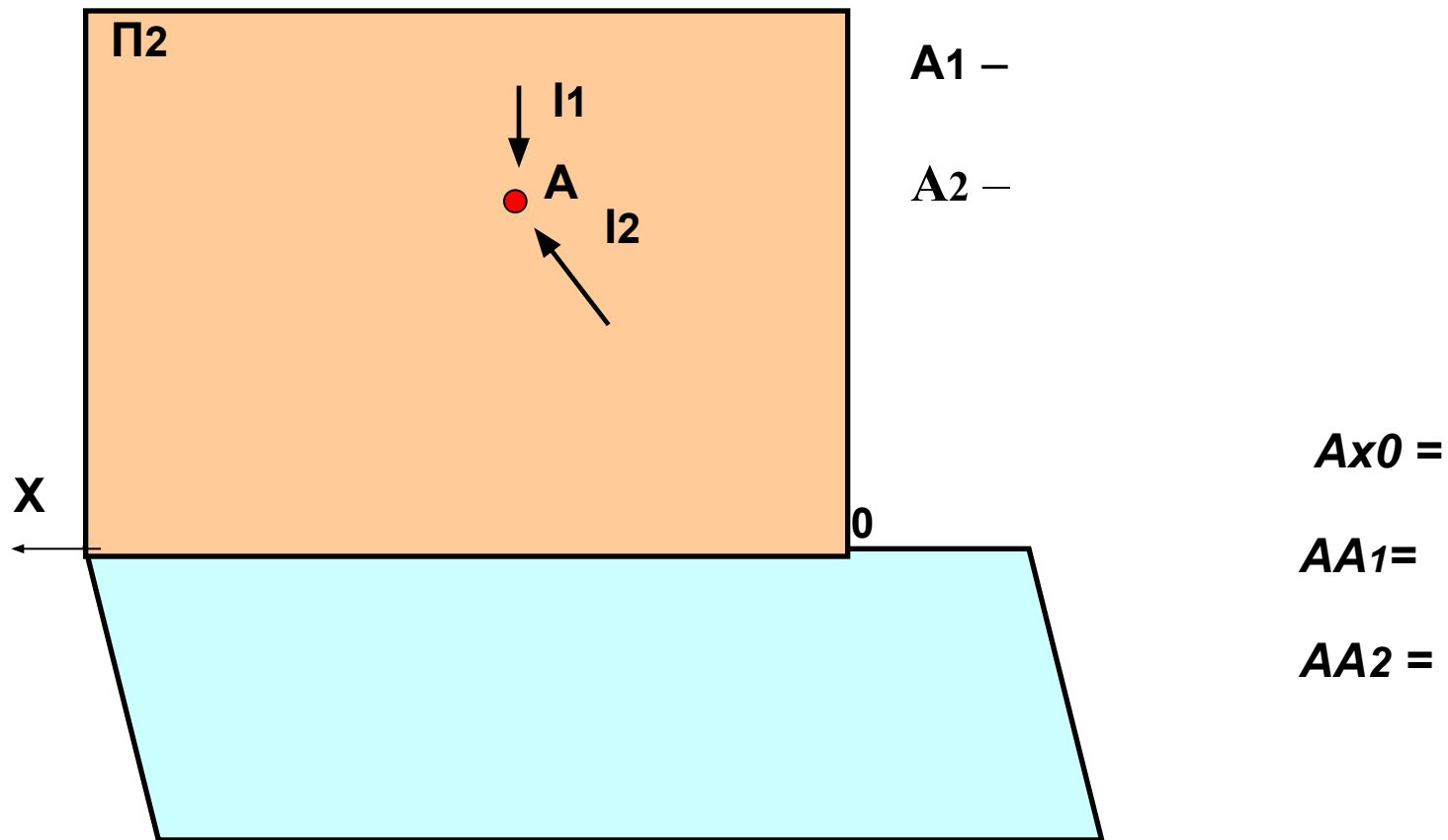
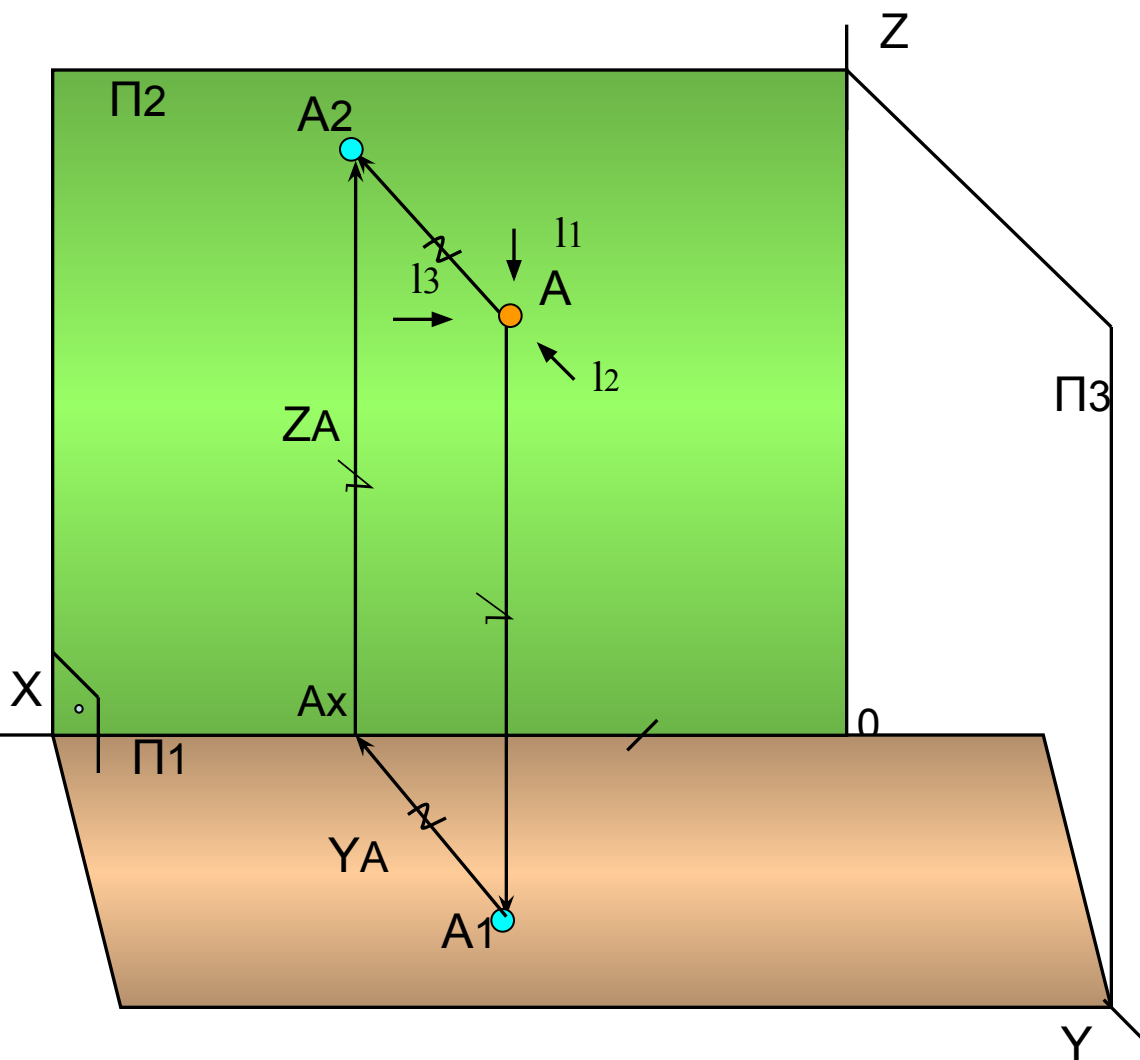


Рис.5

1.1.Трехпроекционный чертеж

- На рис.6 пространственный чертеж дополнен третьей плоскостью называемой **профильной плоскостью проекций** - П3.
- Проекция точки **A** на плоскость П3 называется **профильной проекцией**, находится на пересечении отрезков **AZA3** и **AҮA3** и обозначается **A3**.
- На пространственном чертеже отмечены **равные отрезки**, которые характеризуют удаление точки **A** от плоскостей проекций. Они являются **координатами** точки **A** и однозначно определяют ее положение в заданном пространстве:

1.1.Трехпроекционный чертеж



- $AA_3 = A_1A_Y = A_2AZ = AX_0 =$
- $AA_2 = A_1A_x = A_3AZ = Ay_0 =$
- $AA_1 = A_2A_x = A_3A_Y = AZ_0 =$

Рис.6

1.1.Трехпроекционный комплексный чертеж

- На рис.7 строим развертку пространственного чертежа вокруг оси **X** и оси **Z**:
- *Результатом* является **комплексный чертеж**, состоящий из трех взаимосвязанных линиями связи проекций точки **A** , расположенных на **взаимно перпендикулярных** плоскостях проекций, развернутых в одну плоскость листа.

Вывод:

- Полученный чертеж носит название **трехпроекционный комплексный чертеж**;
- Координата **YA** **входит в состав двух линий связи** и измеряется отрезками **$AxA_1 = AZA_3$** .

Построение третьей проекции точки по двум заданным.

- **Основная задача проекционного черчения**

На рис.8 задано: две проекции точки **A**.

- Задача имеет 4 способа решения.

Вывод:

По двум проекциям хотя бы одной точки всегда можно *построить* ее *третью проекцию*.

Построение третьей проекции точки по двум заданным.

Основная задача проекционного черчения

А) на чертеже с осями

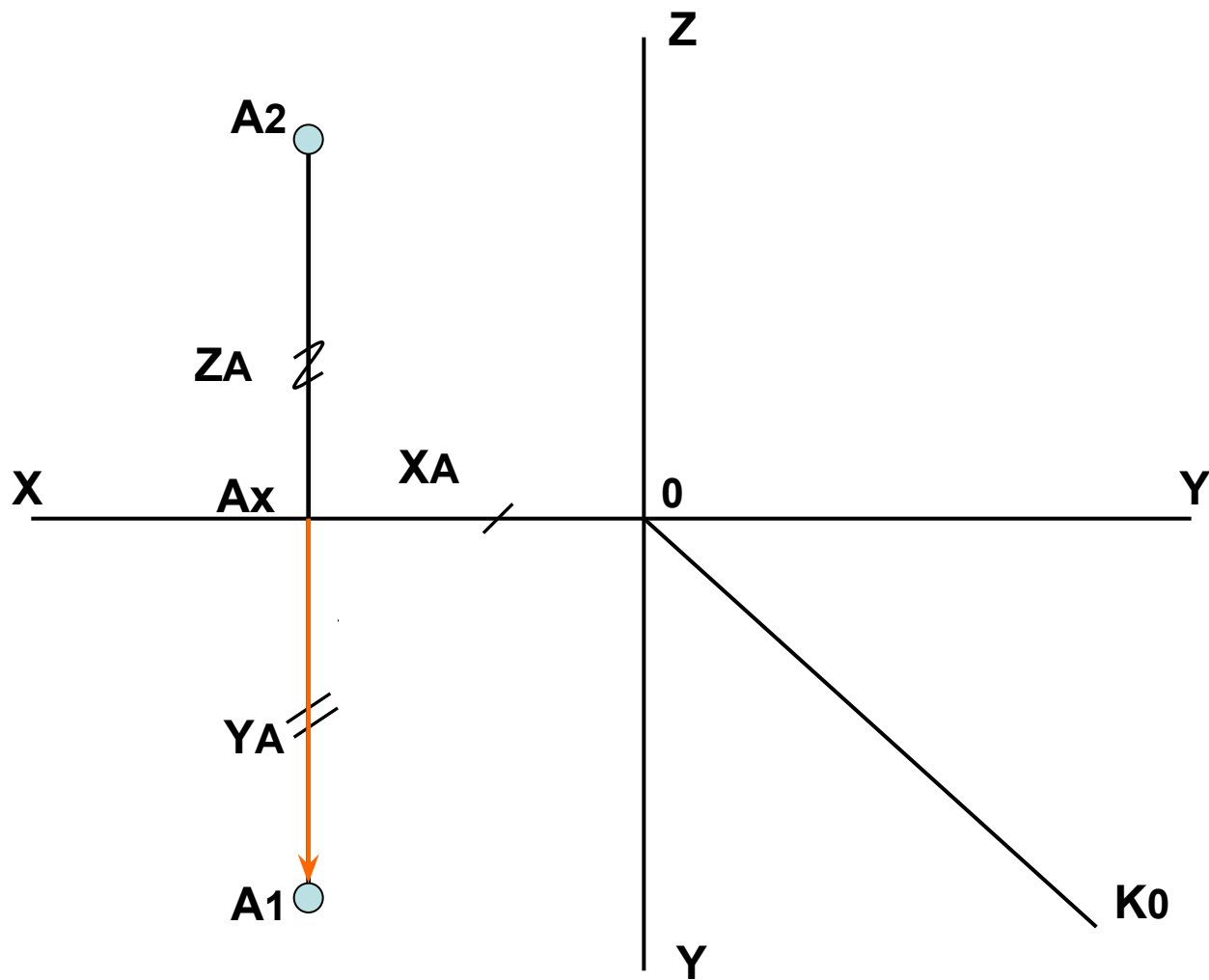


Рис.8

Безосный чертеж

- На безосном чертеже (рис.9) **одна точка** должна быть задана **три проекции** исходя из компоновки чертежа.

Вывод:

- Для остальных точек достаточно задавать **две проекции**, а их третья проекция строится по разности их координат.

Соединяем одноименные проекции точек **А** и **В**. Получаем изображение **отрезка АВ** на **безосном чертеже**.

Безосный чертеж

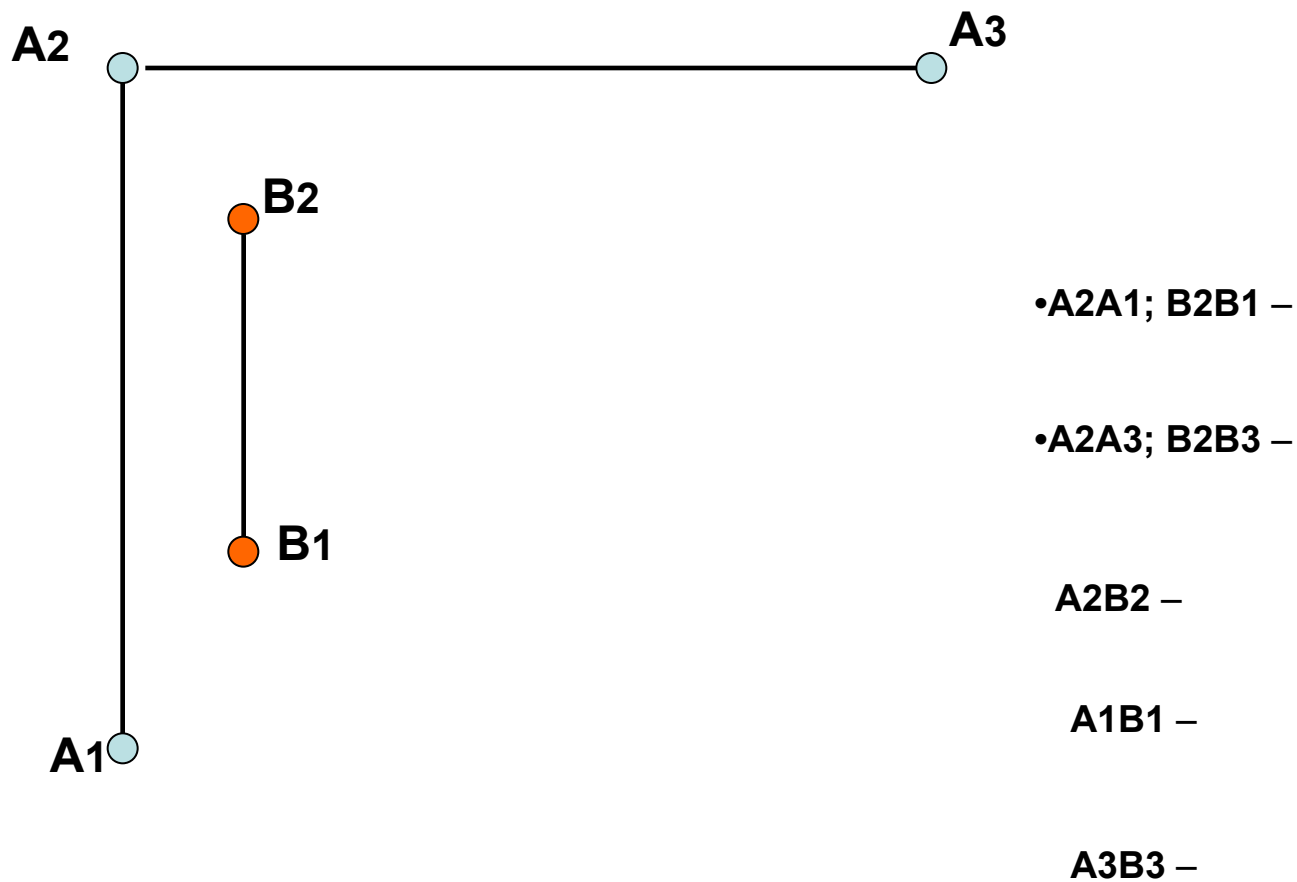


Рис.9

Проецирование прямых частного положения

- Прямые **параллельные** одной плоскости проекций называются - **прямые уровня.**
- а) Прямая параллельная плоскости проекций Π_1 – **горизонталь (h)** представлена на рис.10.

Вывод:

- Так как $ZA = ZB$, то на чертеже проекция A_2B_2 проходит **параллельно** оси X , а проекция A_1B_1 равна **действительной величине** отрезка AB (оригиналу);
- Угол β – угол наклона отрезка AB к фронтальной плоскости проекций и заключен между проекцией A_1B_1 и линией параллельной оси X .
- в) Прямая, параллельная плоскости проекций Π_3 - **профильная прямая (p)** представлена на рис.11

Вывод:

Все точки прямой параллельной Π_3 **равноудалены** от профильной плоскости проекций, т.е.

$$XE = XF;$$

- **Профильная проекция** служит для определения действительных величин отрезков такой прямой;
- **Горизонтальная и фронтальная проекции** такой прямой проходят параллельно оси Y и Z ;
- **Угол α** равен углу наклона профильной прямой (p) к плоскости проекций Π_1 , а **угол β** – угол ее наклона к плоскости Π_2 .

Проецирование прямых частного положения

а) Прямая параллельная плоскости проекций Π_1

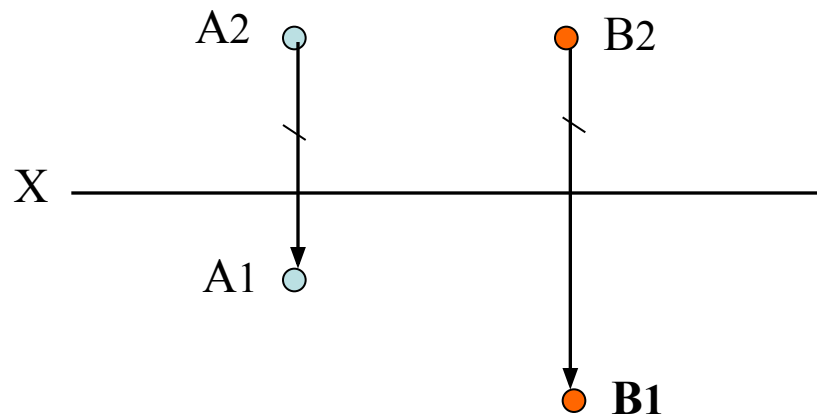
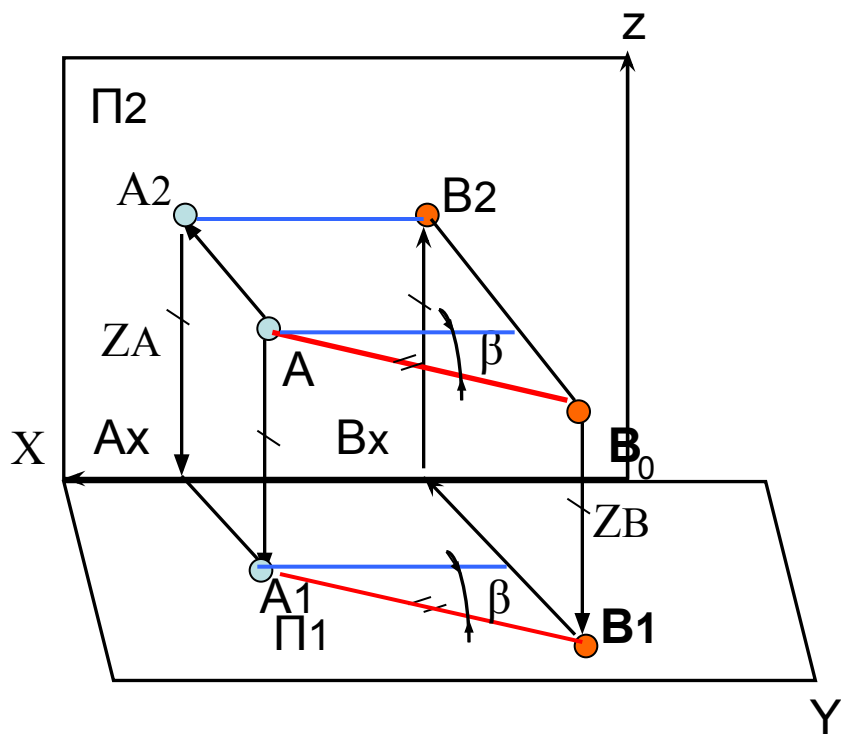


Рис.10

в) Прямая, параллельная плоскости проекций ПЗ -

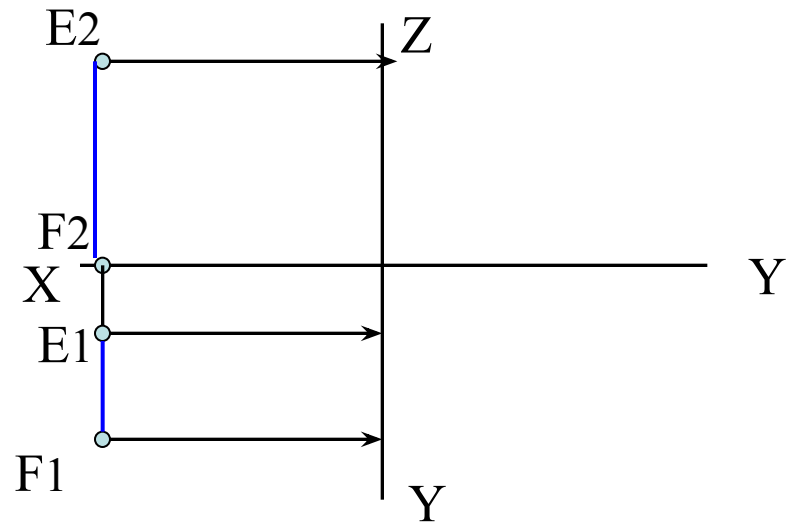
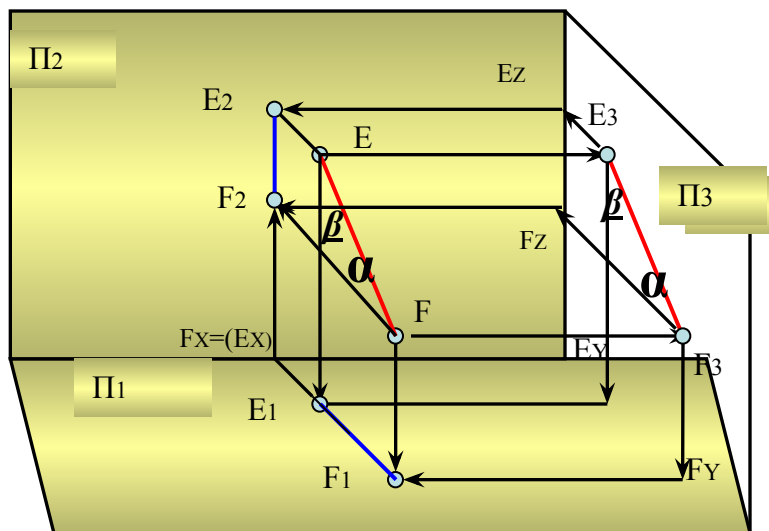


Рис.11

2. Проецирующие прямые.

Проецирующие прямые: перпендикулярные одной плоскости проекций.

а) Горизонтально - проецирующая прямая, перпендикулярная плоскости проекций П1 представлена на рис. 12.

Вывод:

Все точки такой прямой лежат на **одном проецирующем луче**, конкурируют друг с другом относительно горизонтальной плоскости проекций и сливаются на плоскости проекций П1 в **одну точку**.

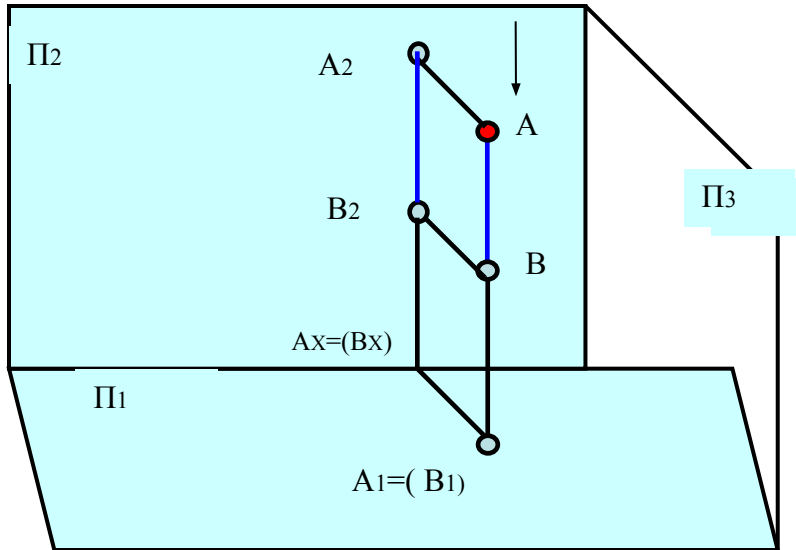
б) Фронтально- проецирующая прямая, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций П2 представлена на рис.13

Вывод:

- Все точки отрезка перпендикулярного П2 лежат на одном **проецирующем луче**, направленном перпендикулярно к фронтальной плоскости проекций ;
- Фронтальная проекция - **есть точка**;
- Горизонтальная проекция **перпендикулярна** оси X, **параллельна** оси Y и представлена **в действительном виде**.

2. Проецирующие прямые.

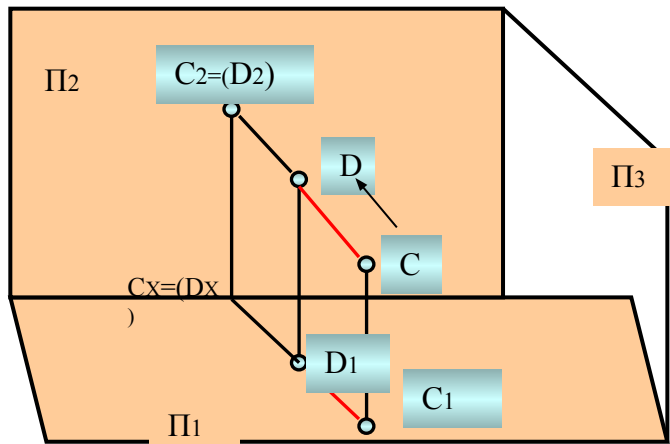
а) Горизонтально - проецирующая прямая -



X _____

Рис.12

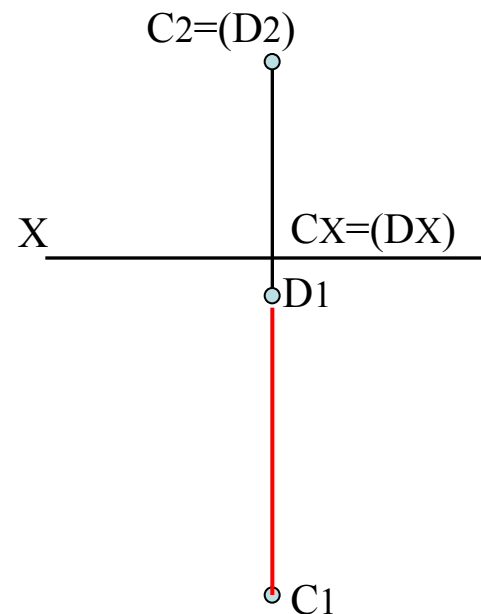
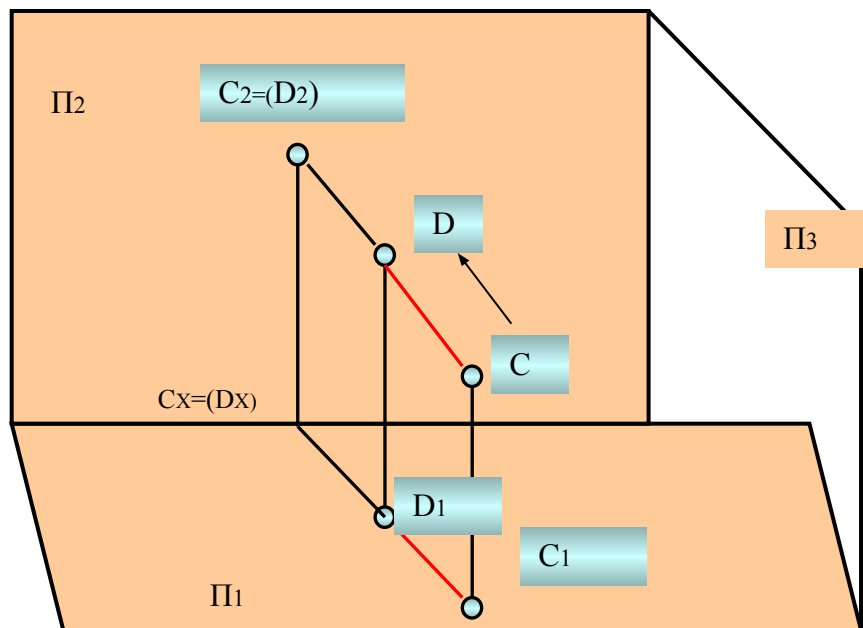
б) Фронтально - проецирующая прямая-



X _____

Рис.13

**б) Фронтально - проецирующая прямая,
перпендикулярная Π_2 :**



Взаимное расположение прямых

1) **Параллельные прямые** ($a \parallel b$) представлены на рис.14

Проекции параллельных прямых на всех плоскостях проекций остаются **параллельными**:

- $a_2 \parallel b_2; a_1 \parallel b_1.$

2) **Скрещивающиеся прямые** ($f \neq n$) представлены на рис.15.

Прямые f и n лежат в разных плоскостях, **не параллельны** и **не пересекаются**.

Точки их видимого пересечения являются **конкурирующими** и служат для определения **видимости** прямых относительно плоскостей проекций.

Взаимное расположение прямых

1) Параллельные прямые:

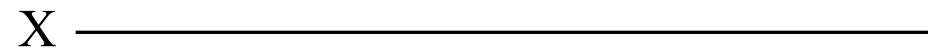


Рис.14

2) Скрещивающиеся прямые:

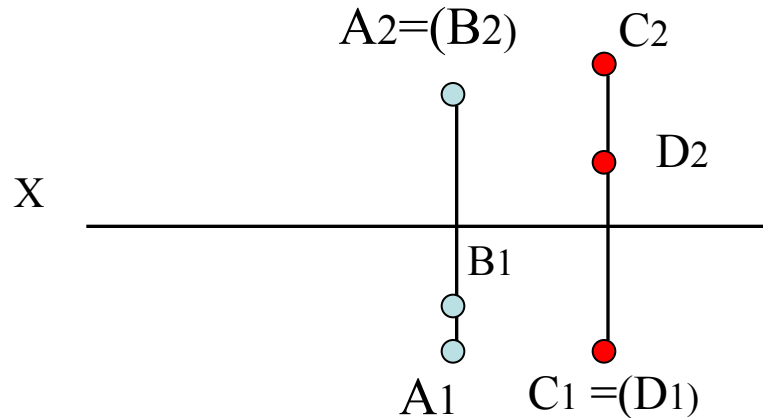


Рис.15

3) Пересекающиеся прямые:

- Пересекающиеся прямые имеют общую **точку пересечения**, проекции которой лежат на **одной линии связи**, направленной **перпендикулярно** оси проекции (рис.16).

Вывод:

- Пересекающиеся прямые лежат в **одной плоскости** и задают ее: $G(c \cap d)$.

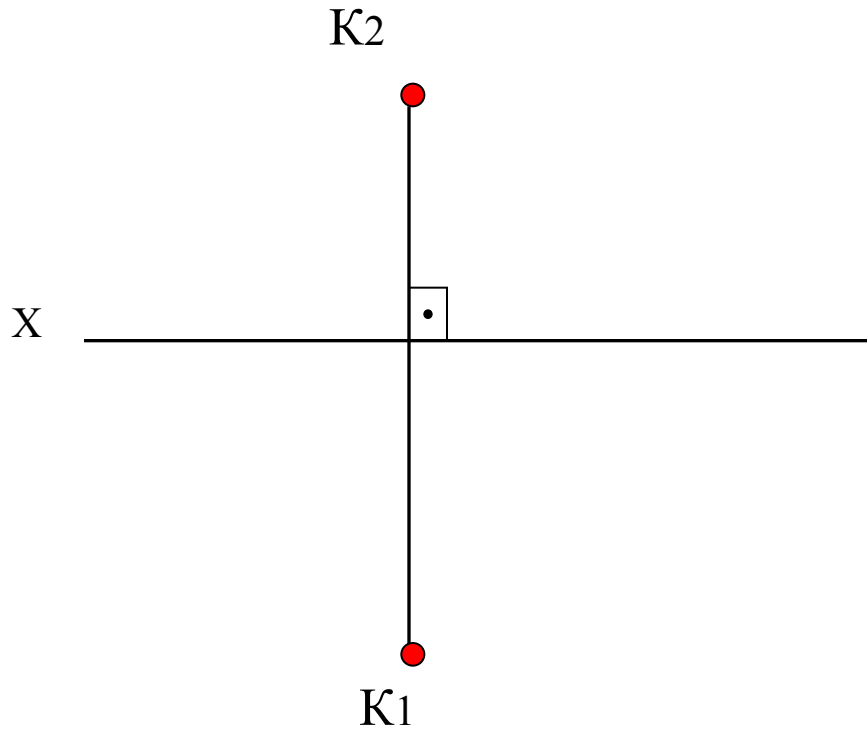
- *Частный случай пересечения прямых линий под **прямым углом**:*

Прямой угол проецируется без искажения, если одна из его сторон **параллельна** плоскости проекций, а вторая ей **не перпендикулярна**, $(a \cap h) = 90^\circ$

Вывод:

- Прямая $h \parallel \Pi_1$ (горизонталь), так как $h_2 \parallel X$;
- Прямая a не перпендикулярна Π_1 , так как a_2 не перпендикулярна оси X .
- Прямая $a_1 \perp h_1$.

3) Пересекающиеся прямые. Теорема о проецировании прямого угла



- Если $c \cap d =$,
то $c2 \cap d2 =$,
а $c1 \cap d1 =$.
- $K2K1$

$$\angle(a \cap h) = 90^\circ$$

Рис.16

Способы задания плоскости на чертеже

Пять способов задания плоскости на двухпроекционном комплексном чертеже представлены и :

- 1. Тремя точками: $\Gamma(A, B, C)$ на рис. 17 ;
- 2. Точкой и прямой: $Q(M \cap f)$ на рис. 18;
- 3. Двумя параллельными прямыми: $\Omega(m//n) \rightarrow A$ принадлежит m , C принадлежит m , B принадлежит n на рис. 17 ;
- 4. Двумя пересекающимися прямыми: $F(e \cap f) = K$, K принадлежит прямой f на рис. 18;
- 5. Отсеком плоской фигуры: многоугольником, например ΔABC на рис. 17 .

Способы задания плоскости на чертеже

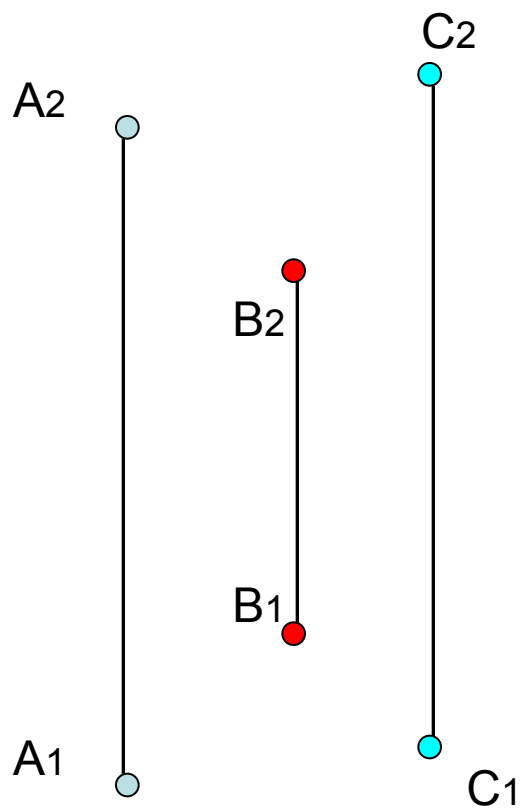


Рис.17

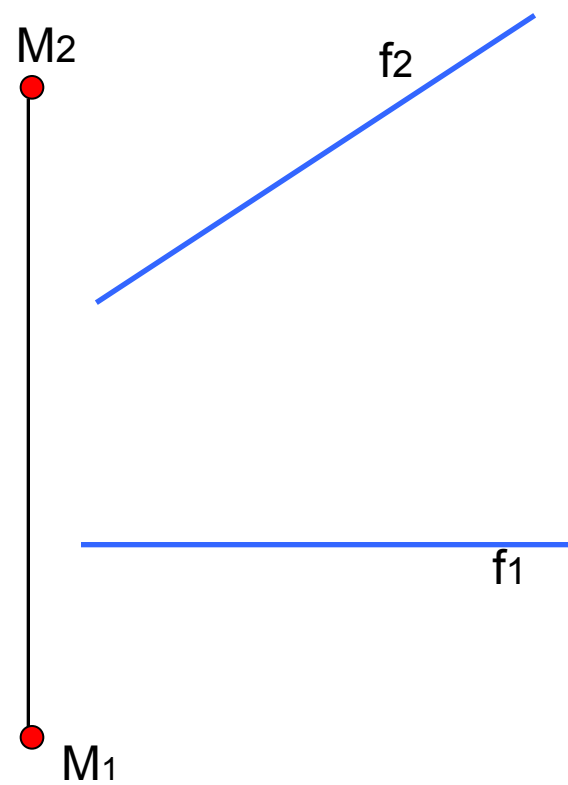


Рис.18

Частное положение плоскости в пространстве

- 1. **Проецирующее положение плоскости**: перпендикулярное одной плоскости проекций;

а) Горизонтально-проецирующее, \perp П1;

- Прямая **N** – нормаль к плоскости П1: **N** принадлежит $G(N \cap m = K)$, m не \perp П1;

Вывод:

- Если прямая **N** проецируется в точку на П1, а прямая **m1** проходит не параллельно оси **X**, то вся плоскость **G** проецируется на П1 в **прямую линию** под углом β к П2 .

б) Фронтально-проецирующая плоскость, перпендикулярная плоскости проекций П2

- Задаем плоскость $Q(c \cap b = M)$; Прямая **c** \perp П2, а прямая **b** образует с плоскостью П1 угол α ;

Вывод:

- Фронтальная проекция плоскости **Q2** – **прямая линия** и наклонена к П1 под углом α .

в) Профильно-проецирующая плоскость, перпендикулярна П3.

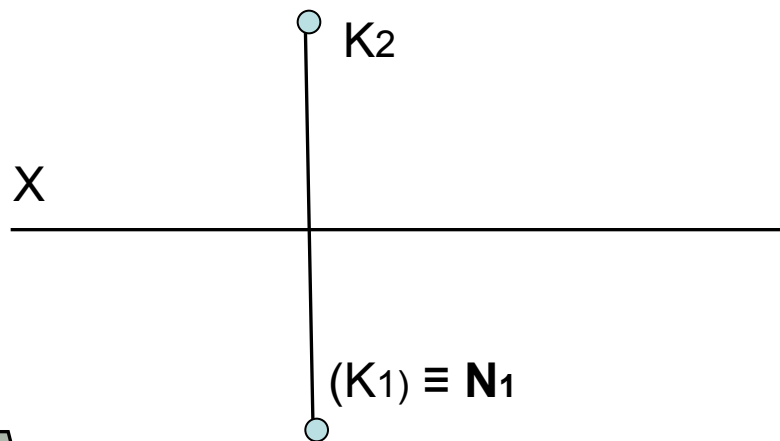
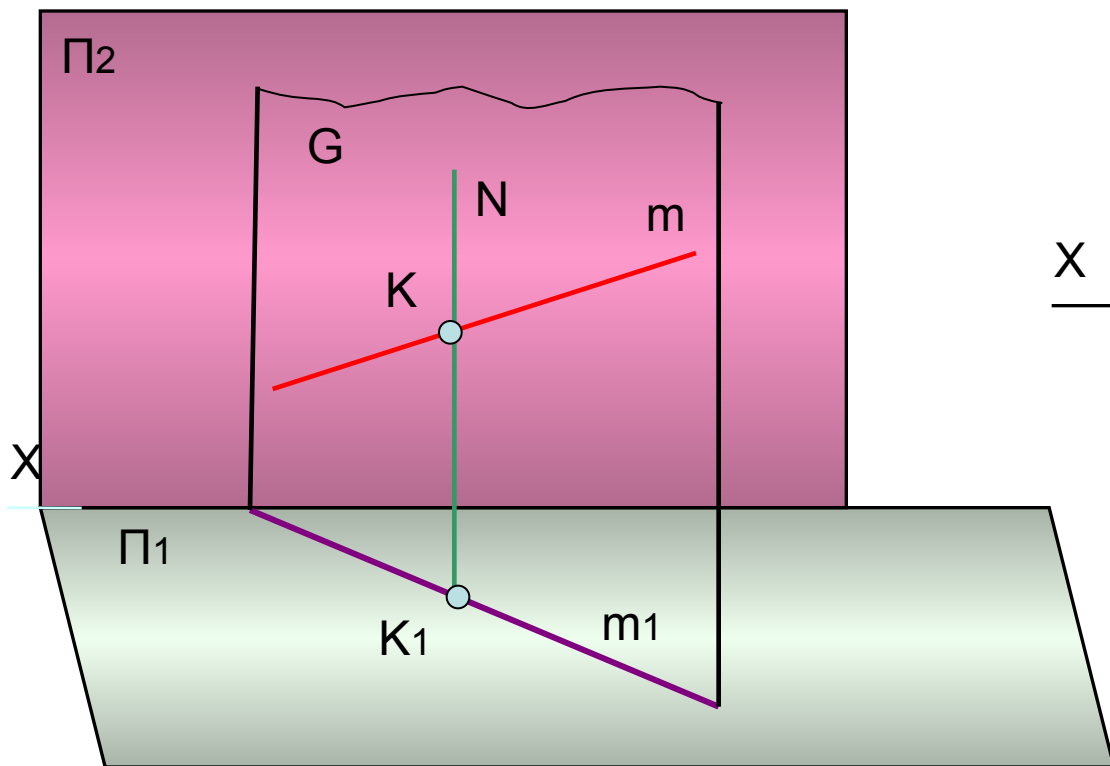
- Зададим плоскость $\Gamma(m // n)$, при этом **m** и **n** проходят перпендикулярно П3.

Вывод:

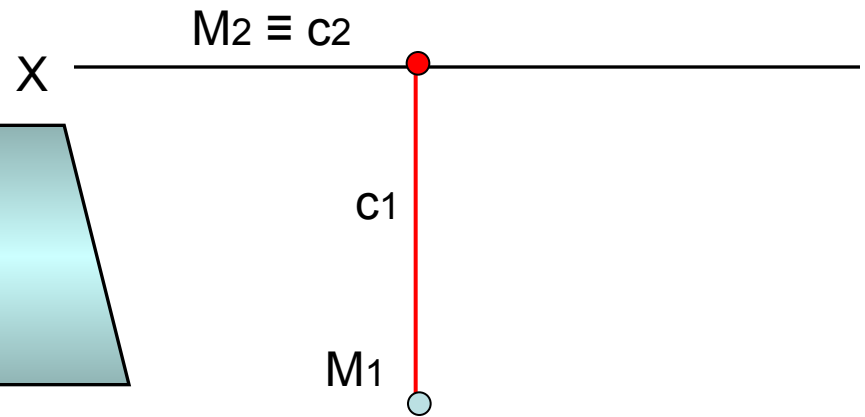
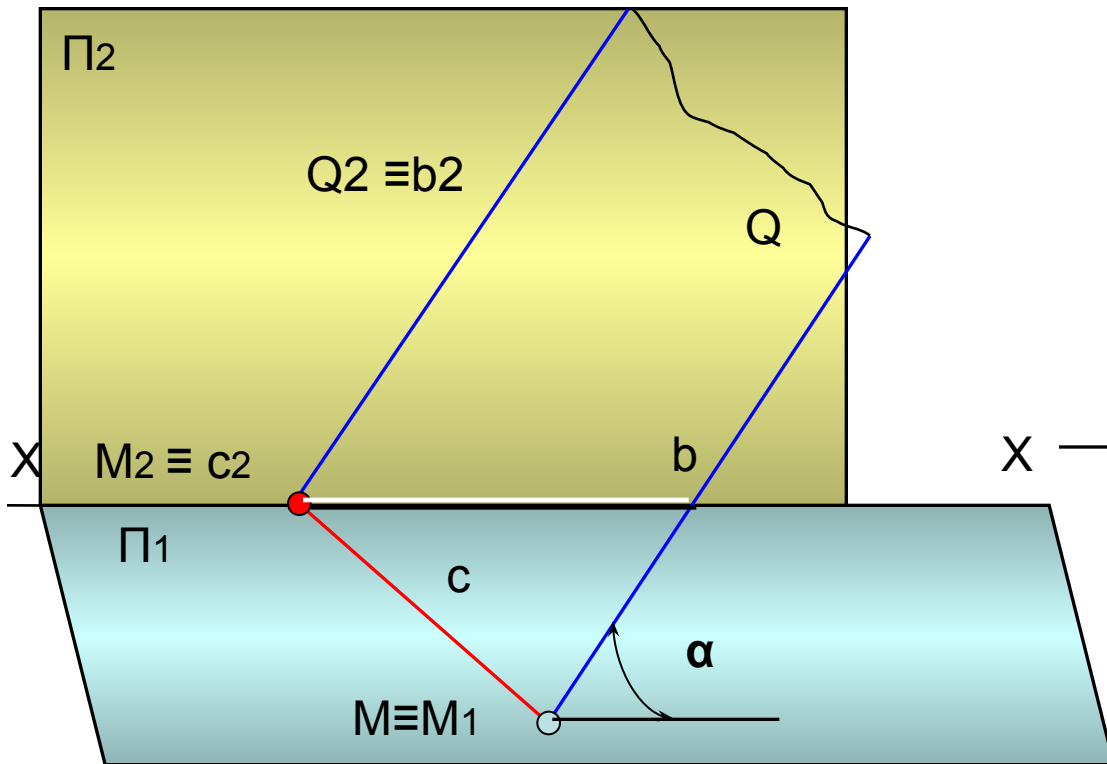
- Прямые **m** и **n** проецируются на П3 в точки, а вся плоскость Γ – **в прямую линию**;
- Углы наклона плоскости Γ к П1- α , а к плоскости П2 – β .

Частное положение плоскости в пространстве

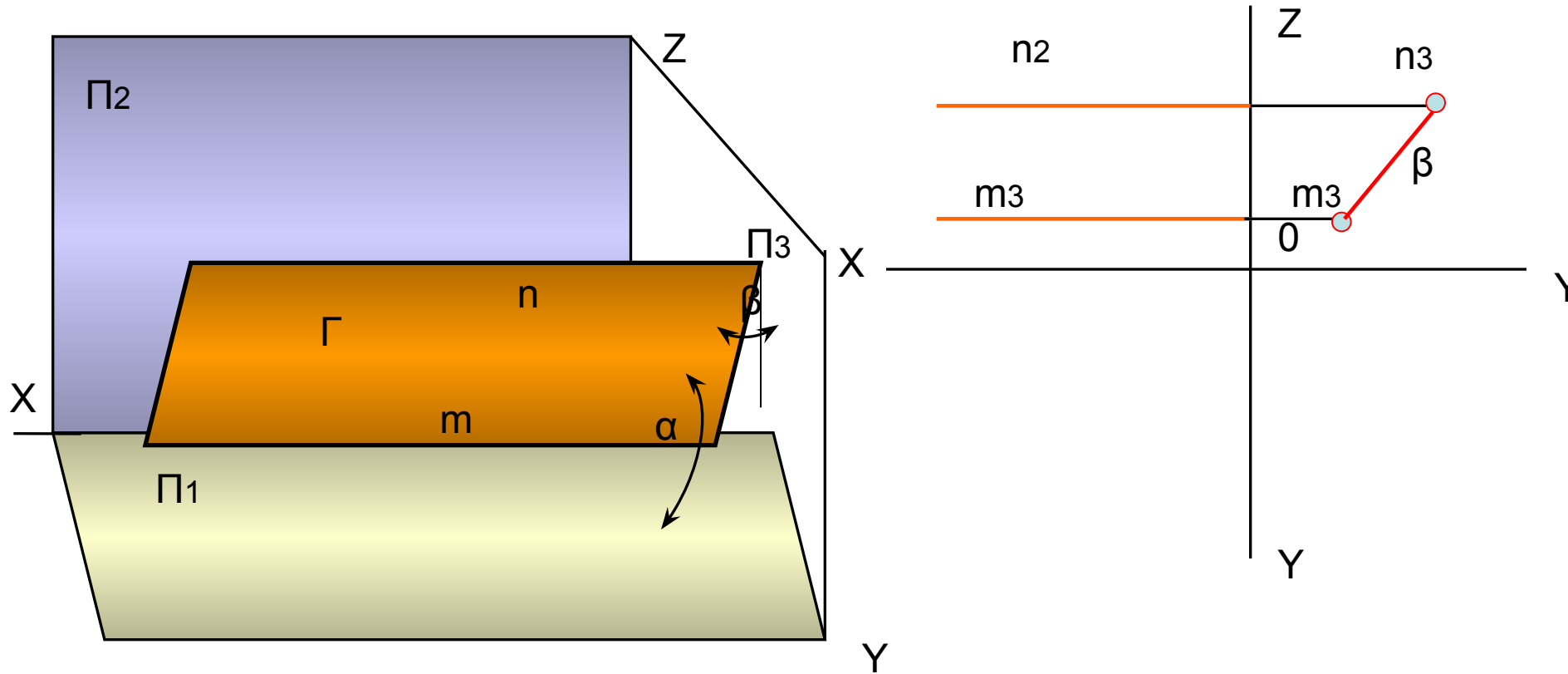
Горизонтально-проецирующее - ;



Фронтально-проецирующая плоскость -



Профильно-проецирующая плоскость - ,



Плоскости уровня – параллельные одной плоскости проекций

а) Плоскость горизонтального уровня: плоскость параллельная Π_1

- Плоскость $Q(l // k) // \Pi_1$: все точки и линии, принадлежащие данной плоскости равноудалены от плоскости проекций Π_1 .

Вывод:

- **Фронтальная проекция** плоскости горизонтального уровня проходит **параллельно оси X**, а **горизонтальная проекция** служит для определения **действительного вида** плоской фигуры.

б) Плоскость фронтального уровня – параллельная плоскости проекций Π_2

- Плоскость $\Gamma(a \cap c = K) // \Pi_2$:
- Все линии принадлежащие такой плоскости равноудалены от Π_2 , т.е. Y всех ее точек одинаковы.

Вывод:

- Фронтальная проекция плоскости Γ проходит **параллельно оси X**, а горизонтальная служит для определения **действительного вида** плоских фигур данной плоскости.

Плоскости уровня

•а)Плоскость горизонтального уровня:

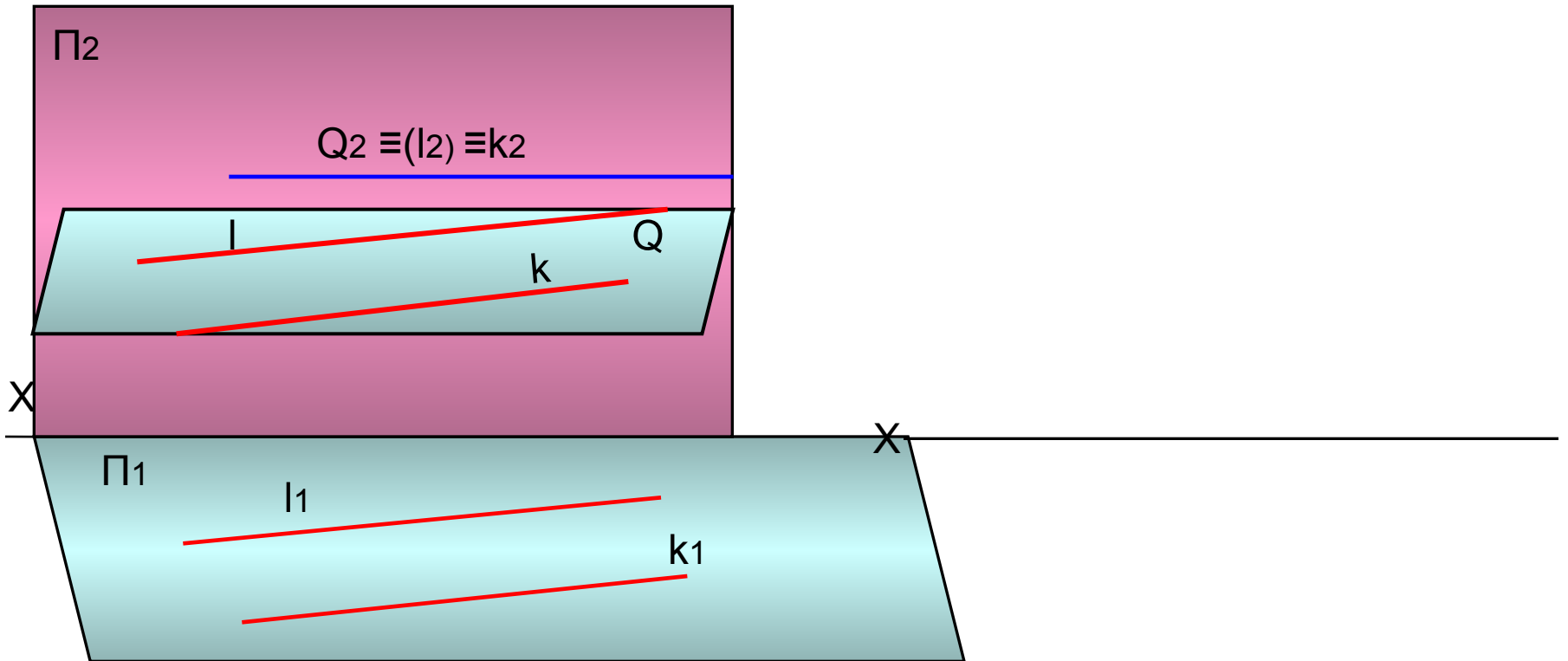
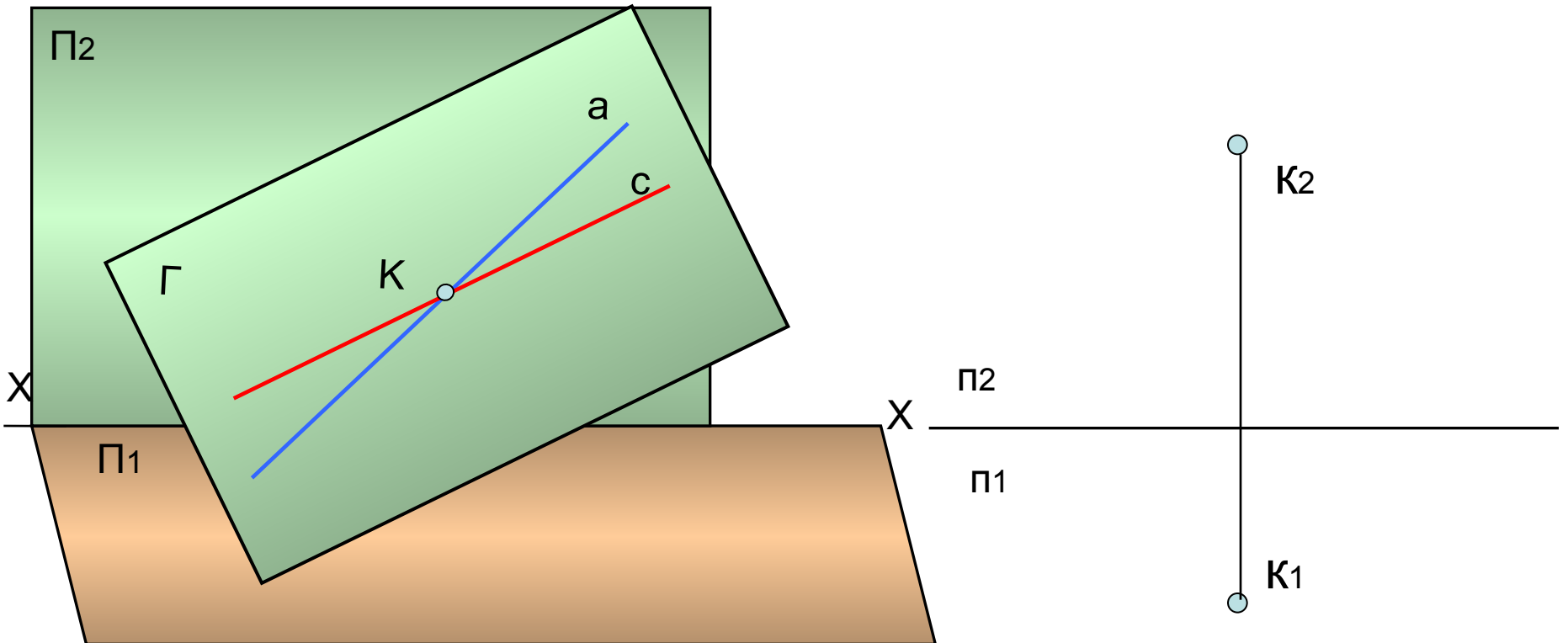


Рис.19

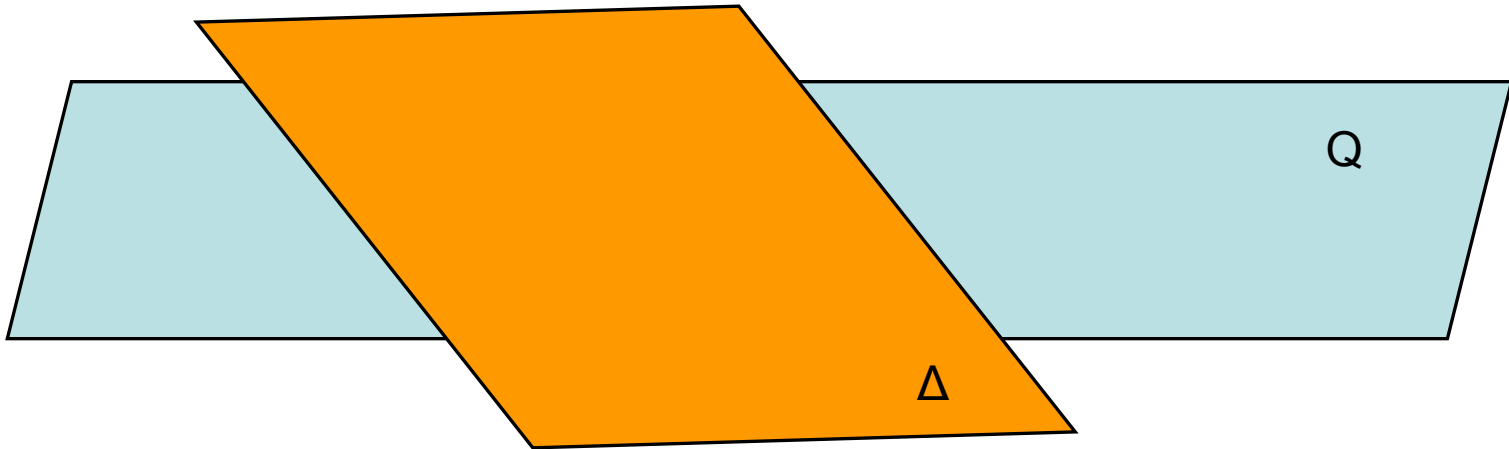
Плоскость фронтального уровня - ,



1.2.Изображение пересекающихся плоскостей

- Построение линии пересечения плоскостей на комплексном чертеже называется *главной позиционной задачей начертательной геометрии*. Результат ее решения зависит от расположения в пространстве пересекающихся плоскостей .

1.2.Изображение пересекающихся плоскостей



MN –

Раздел 2. Поверхности.

2.1 Образование поверхности

Поверхностью называется бесчисленное множество последовательных положений движущейся линии в пространстве. Ли кривая линия

Линейчатые поверхности :

образующая – прямая линия,
направляющая ломаная.

Нелинейчатые поверхности:

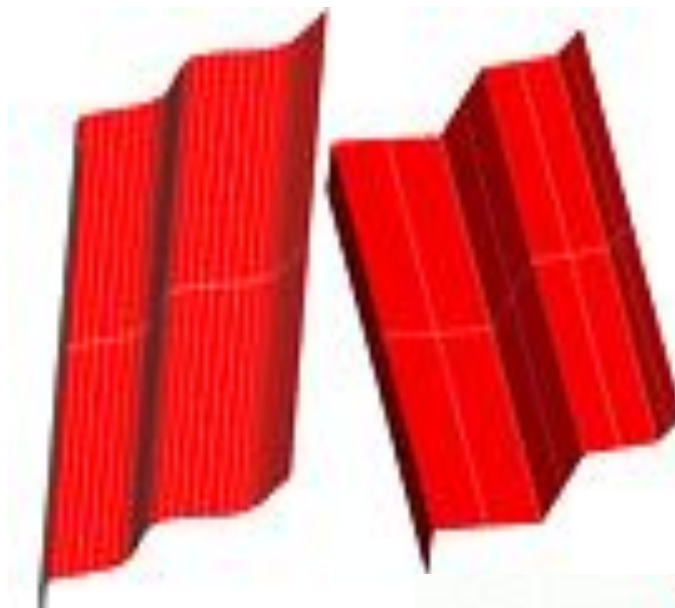
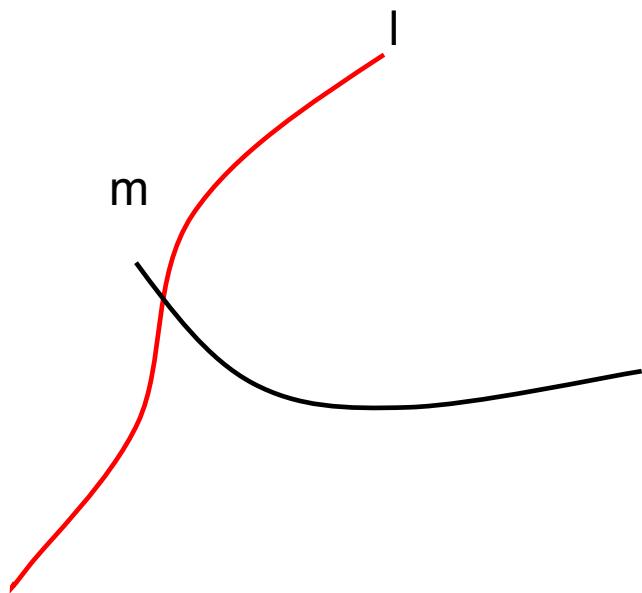
образующая – криволинейная (окружность, эллипс, парабола , гипербола и т. д.);
направляющая – криволинейная.

Основная позиционная задача:

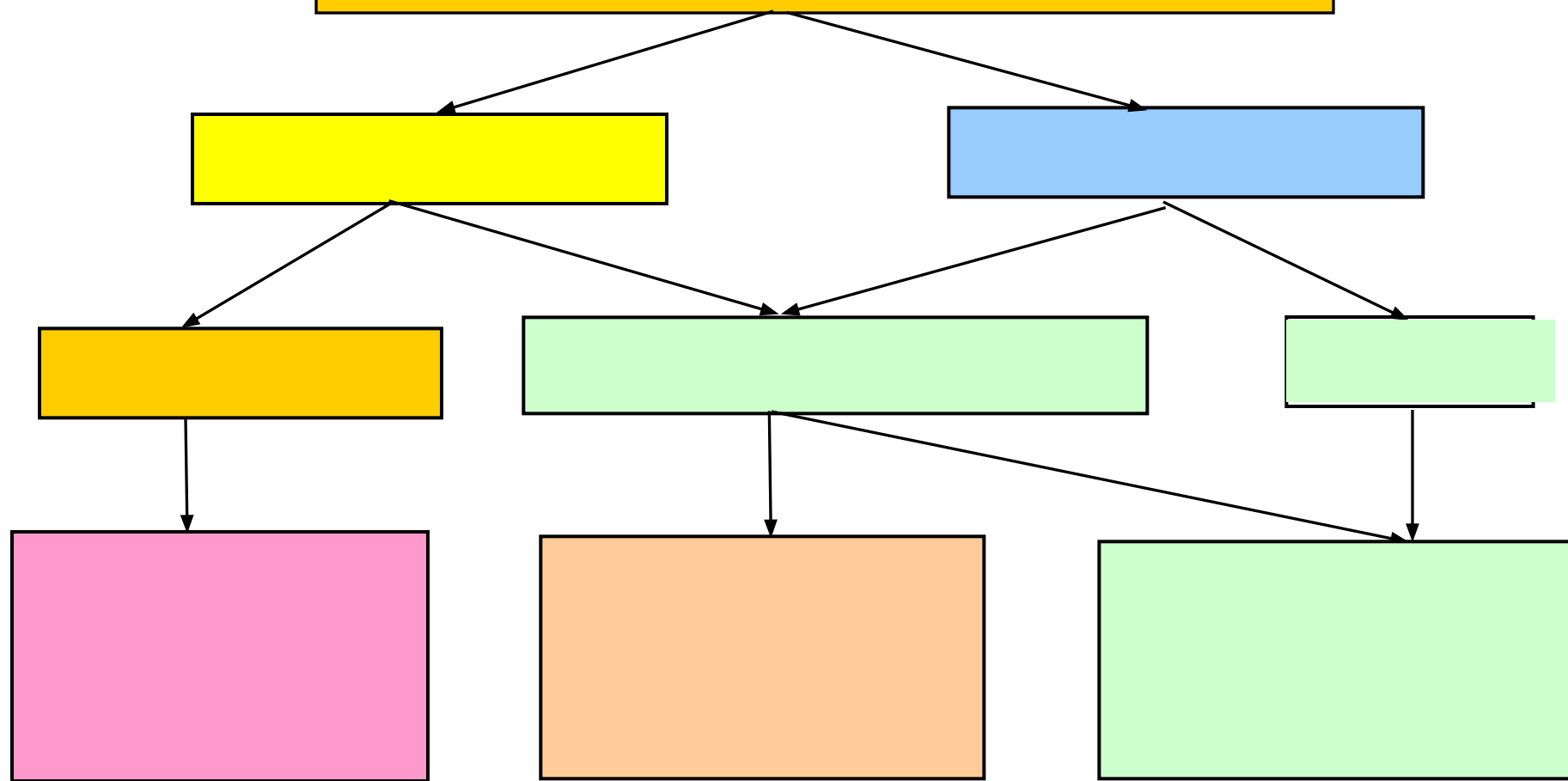
Точка принадлежит поверхности, если она принадлежит линии лежащей на этой поверхности;

Линия принадлежит поверхности, если она проходит через известные точки данной поверхности; количество этих точек зависит от вида поверхности.

2.1.Образование поверхности



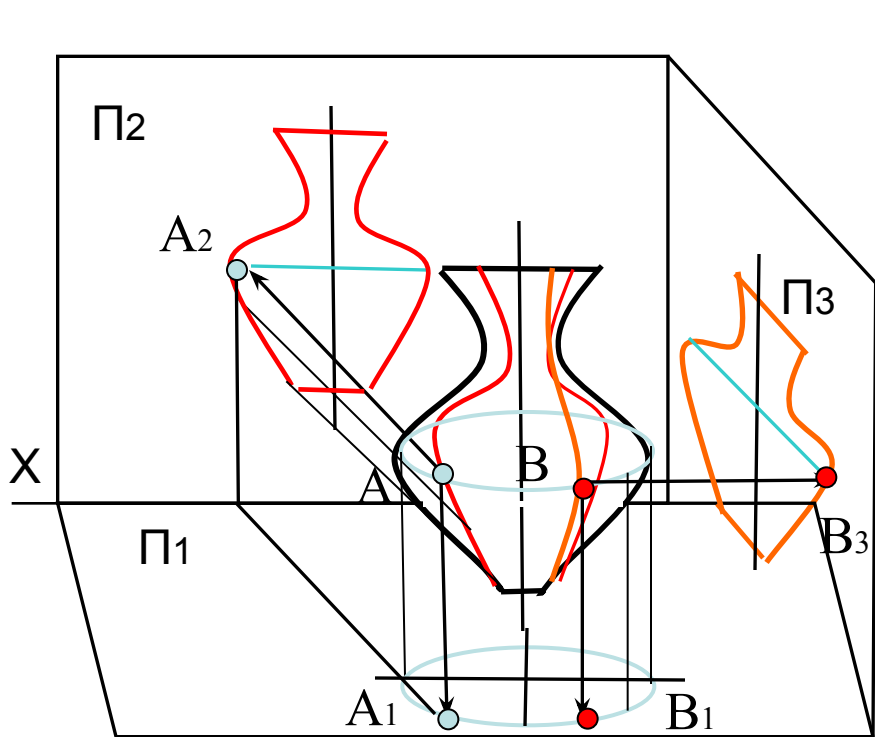
2.1.Классификация поверхностей



Проецирование поверхности

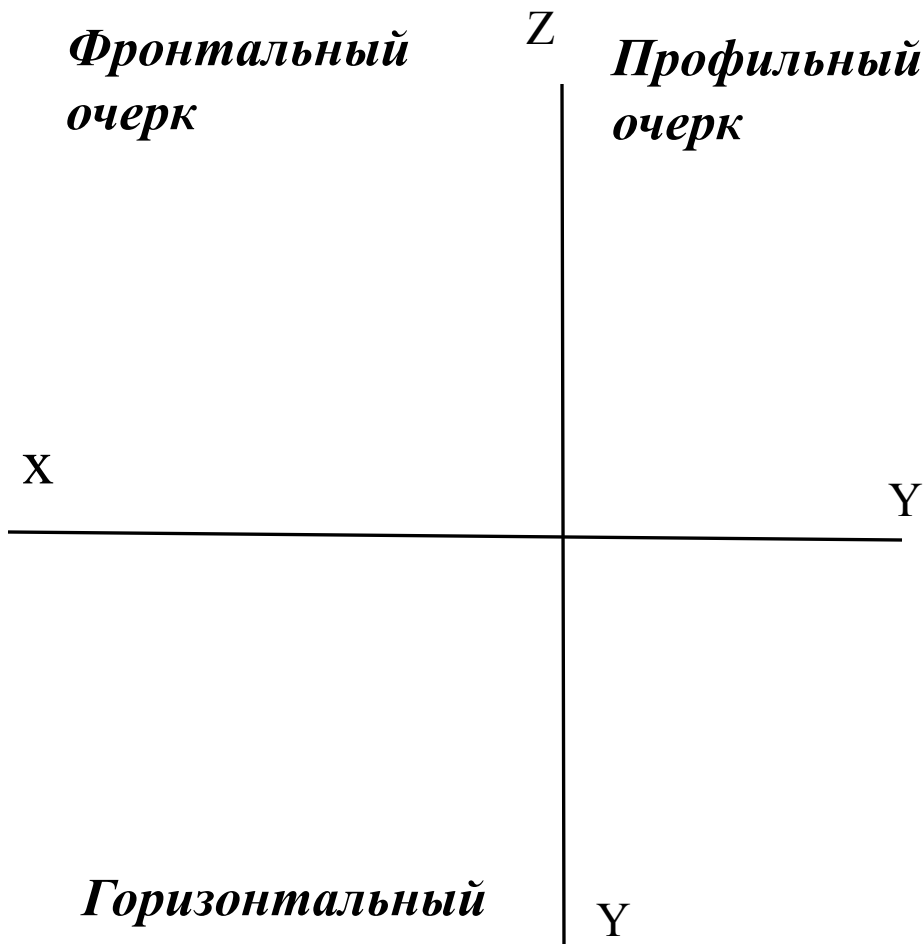
- Точки **А** и **В** принадлежат поверхности, так как принадлежат очерковым линиям этой поверхности. Для определения положения любой точки поверхности необходимо найти положение линии на заданной поверхности. А линия на поверхности находится по **оптимальному количеству** точек, принадлежащих данной поверхности, определение которых начинается с **характерных или опорных** точек поверхности, к которым относятся точки **А** и **В**, а также **экстремальные** точки, т.е. самые **высокие** и самые **низкие**, самые **удаленные** и самые **близкие** точки от плоскости проекций
- **Контурной линией** поверхности называется линия, по которой проецирующие лучи, направленные перпендикулярно плоскостям проекций, касаются поверхности.
- **Проекция поверхности** – это проекция контурных линий поверхности, направленных параллельно плоскостям проекций и называемые очерками поверхности.
- **Фронтальный очерк** – это проекция контурной линии поверхности, параллельной П2;
- **Горизонтальный очерк** – это проекция контурной линии поверхности, параллельной П1;
- **Профильный очерк** – проекция контурной линии поверхности, параллельной П3.
- Точки **А** и **В** лежат на контурных линиях поверхности и служат границами видимости линий, принадлежащих поверхностям. Такие точки называются **характерными** или **опорными** для заданной поверхности. К характерным точкам поверхности относятся также точки **экстремальные**, т.е. самые низкие и самые высокие, самые близкие и самые удаленные от плоскости проекций. Положение любой точки поверхности определяется положением и видом линии, принадлежащей этой поверхности, а линия принадлежит поверхности, если она проходит по необходимому количеству точек, лежащих на этой поверхности(**основная позиционная задача комплексного чертежа**).

Проецирование поверхности



*Фронтальный
очерк*

*Профильный
очерк*



*Горизонтальный
очерк*

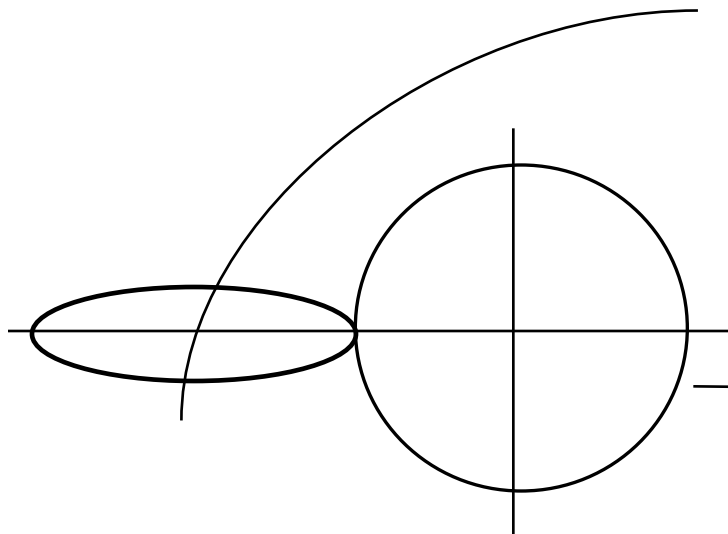
2.2. Поверхности вращения

- а) **Открытый тор**(тор-кольцо):)
- б)**Закрытый тор** (тор -лимон):
- **Сфера**_ шар: образуется при вращении окружности по окружности равного ей диаметра
- **Главные линии сферы:** *Главный фронтальный меридиан; Экватор; Главный профильный меридиан.*

2.2. Поверхности вращения

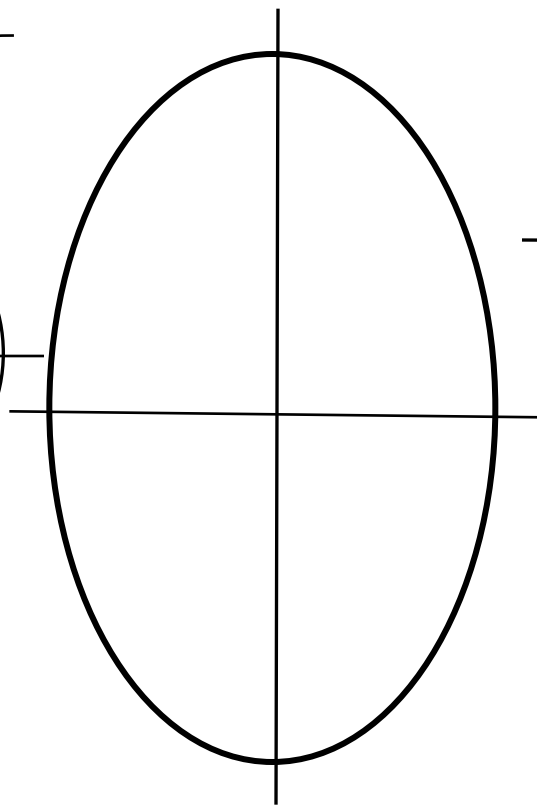
а) Открытый тор

(тор-кольцо):

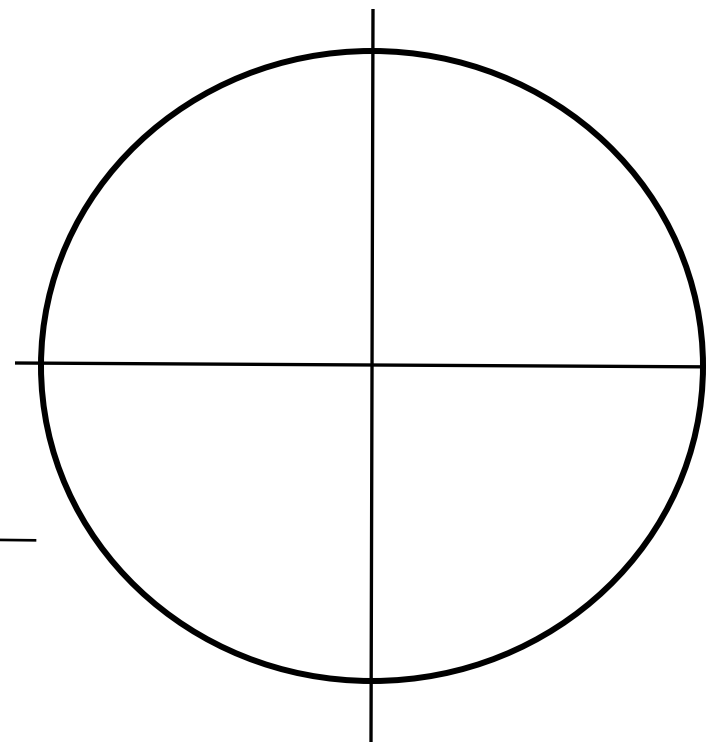


б) Закрытый тор

(тор-лимон):



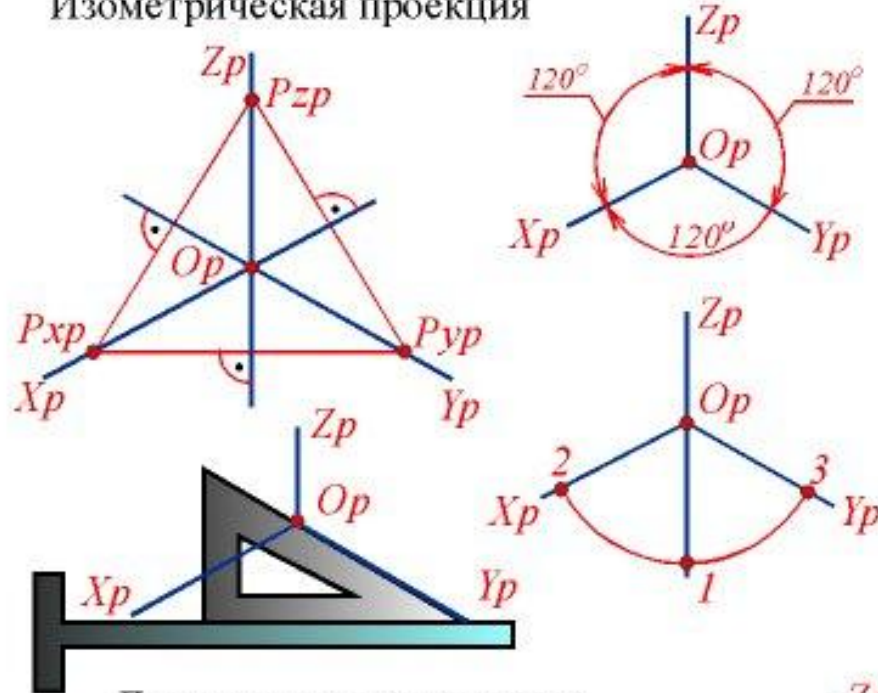
в) Сфера



Раздел 3. Аксонометрические проекции

3.1. Расположение аксонометрических осей.

Изометрическая проекция



Диметрическая проекция



Раздел 3. Аксонометрические проекции

Изометрическая проекция:

большая ось эллипса всегда перпендикулярна отсутствующей в плоскости оси.

$AB = 1,22d$ – большая ось эллипса; $CD = 0,71d$ – малая ось эллипса. d – диаметр окружности, которая строится в изометрии.

Диметрическая проекция:

$AB = 1,06d$, $CD = 0,35d$ – для эллипсов расположенных в плоскостях XOY и YOZ ;

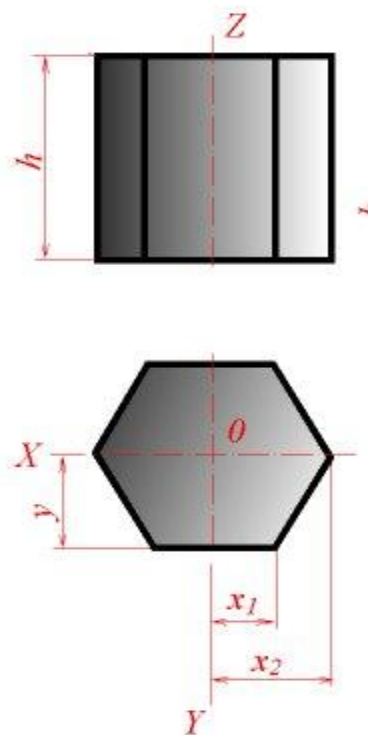
$AB = 1,06d$, $CD = 0,95d$ – для эллипса расположенного в плоскости XOZ .

Эллипсы в аксонометрии строятся по восьми точкам, расположение которых приведено на слайде.

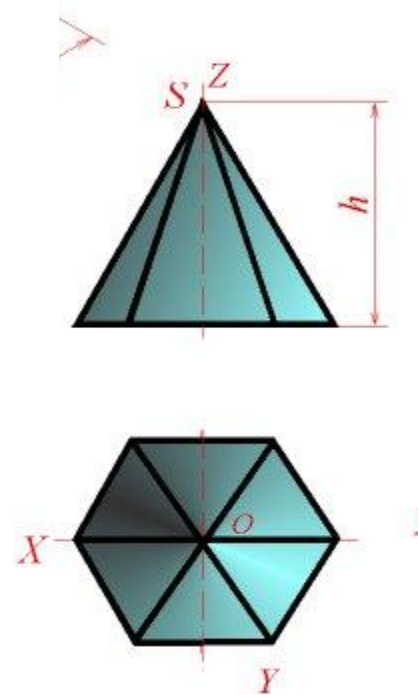
Допускается на чертежах заменять построение эллипсов четырех центровыми овалами.

3.2.Изображение призмы и пирамиды в аксонометрии

Призма



Пирамида



Раздел 4. Пересечение поверхностей.

Сечение конуса плоскостью частного положения.

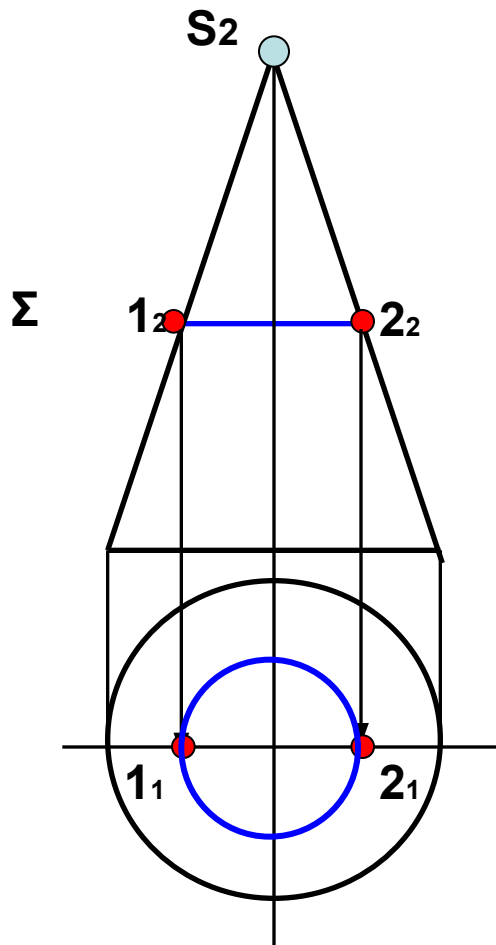
Задаем на чертеже две проекции прямого кругового конуса, основание которого параллельно горизонтальной плоскости проекций, а высота перпендикулярна основанию. Рассмотрим **пять случаев** пересечения конуса плоскостями частного положения:

На примере 1. приведено построение **окружности** на поверхности конуса, называемой **параллелью**, диаметр которой построен по точкам **1** и **2**.

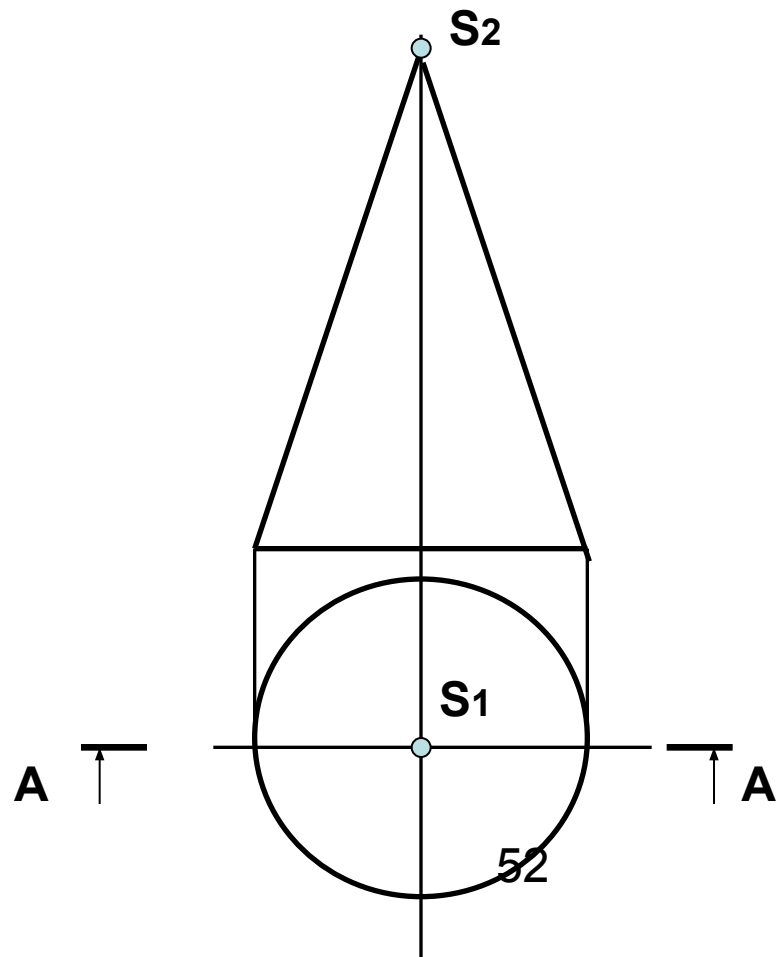
На примере 2. приведено пересечение конуса плоскостью, **параллельной фронтальной плоскости проекций по прямым линиям**, представляющие на фронтальной плоскости проекций очерковые образующие конуса.

Сечение конуса плоскостью частного положения

Пример 1.



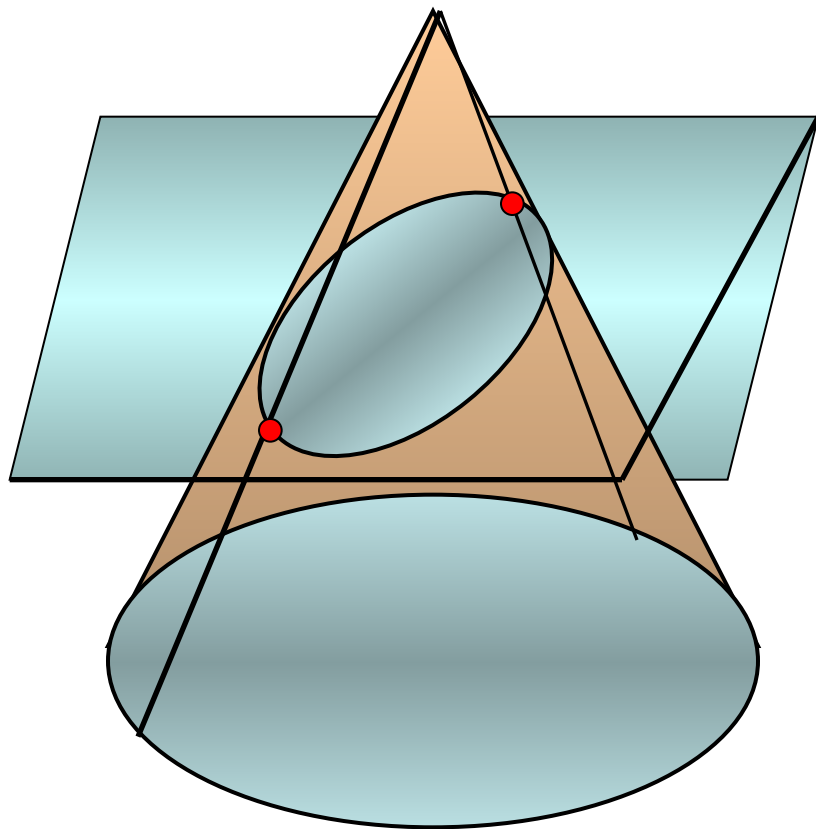
Пример 2.



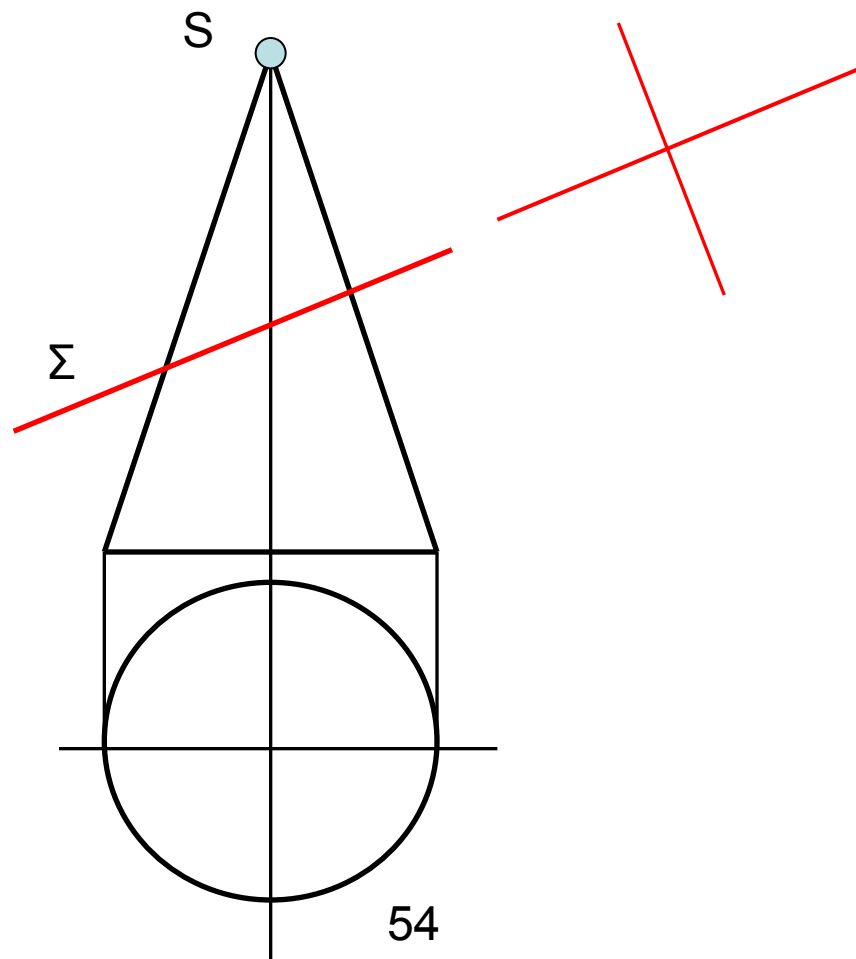
4.1.Сечение конуса плоскостью частного положения

1. Задаем на чертеже две проекции прямого кругового конуса, основание которого параллельно горизонтальной плоскости проекций, а высота перпендикулярна основанию. Рассмотрим пять случаев пересечения конуса плоскостями частного положения:
2. Секущая плоскость пересекает все **множество образующих** поверхности конуса. В этом случае на поверхности конуса образуется кривая линия второго порядка, называемая **эллипс**. Для построения эллипса возьмем не менее восьми точек, принадлежащих поверхности конуса, начиная с характерных(лежащих на очерковых образующих конуса). К ним относятся точки 1, 2, 3, 4. Построим их горизонтальные проекции, опуская линии связи до пересечения с горизонтальными проекциями соответствующих образующих. Для построения точек 3 и 4 проводим вспомогательную линию, называемую параллель, горизонтальная проекция которой есть окружность, диаметр которой меньше диаметра основания.

**Раздел 4. Пересечение поверхностей.
4.1.Сечение конуса плоскостью частного положения**



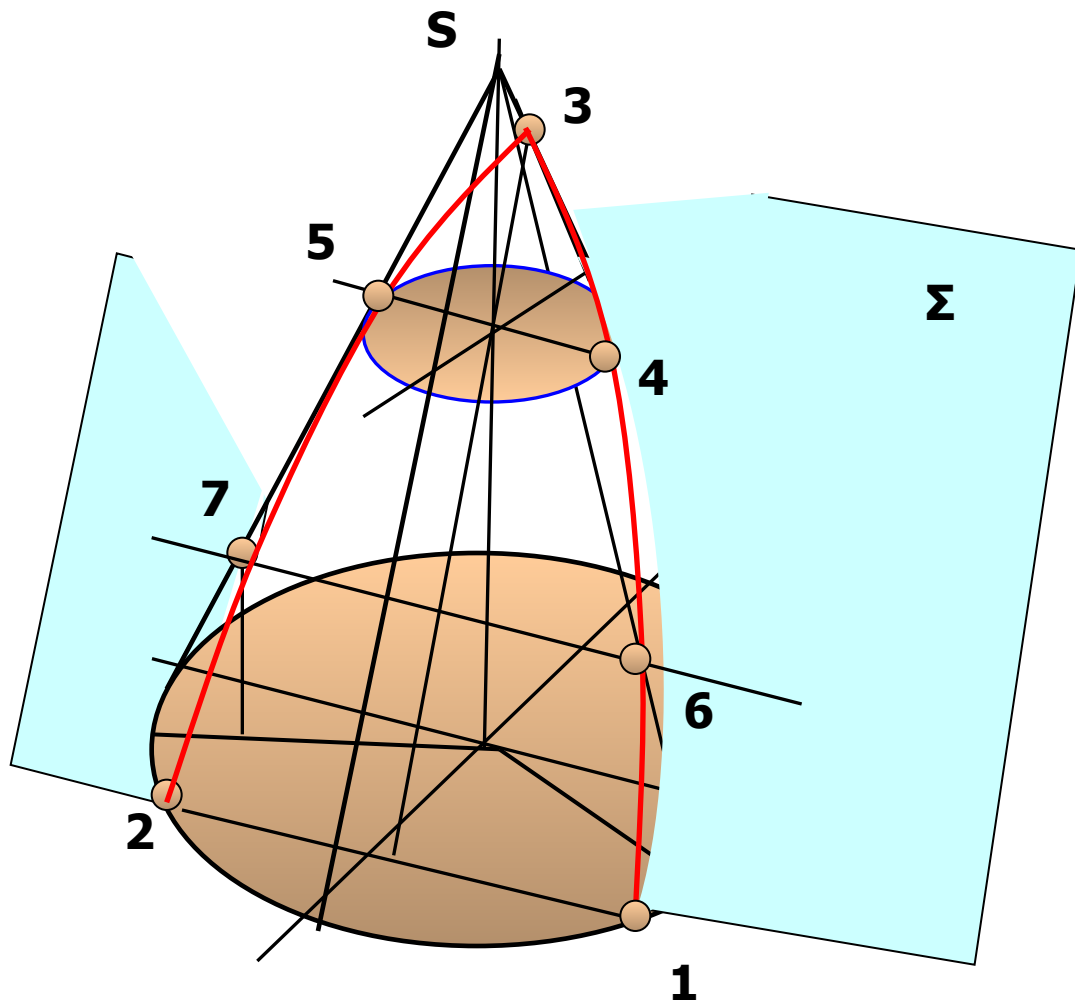
Пример 1.



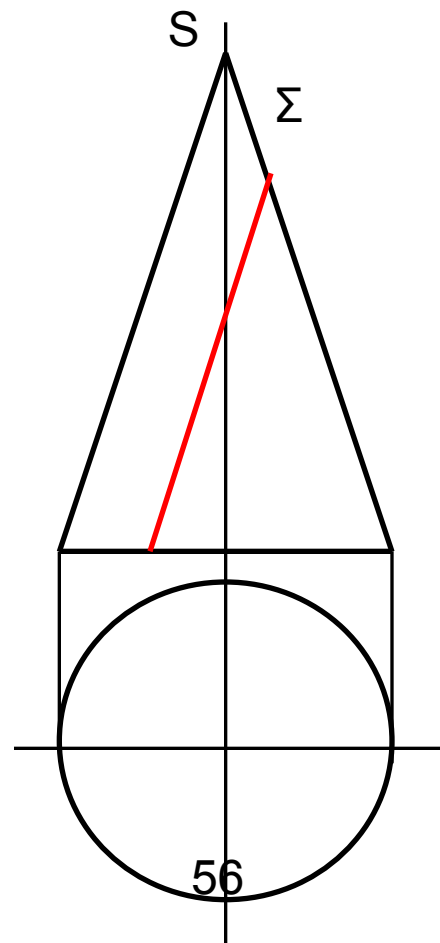
4.1. Сечение конуса плоскостью параллельной одной образующей

- Приведен пример пересечения конуса плоскостью параллельной одной образующей конуса. Плоскость Σ занимает фронтально-проецирующее положение, конус **прямой-круговой**, основание конуса – круг и расположен параллельно горизонтальной плоскости. Ось вращения конуса занимает горизонтально-проецирующее положение.
- На поверхности конуса взяты семь точек, принадлежащих линии пересечения конуса и плоскости Σ . Точки **1.2.3** являются для конуса **характерными** или **опорными**. Строятся они без дополнительных построений, опуская линии связи до пересечения с горизонтальными проекциями основания конуса и горизонтальной проекцией очерковой образующей конуса.
- Точки **4.5.6.7** называются **промежуточными**, выбираются для точного построения параболы на поверхности конуса, получаемой в результате пересечения. Для построения этих точек на конусе проведены параллели, горизонтальные проекции которых есть окружности меньшего радиуса, чем основание конуса

4.1. Сечение конуса плоскостью, параллельной одной образующей



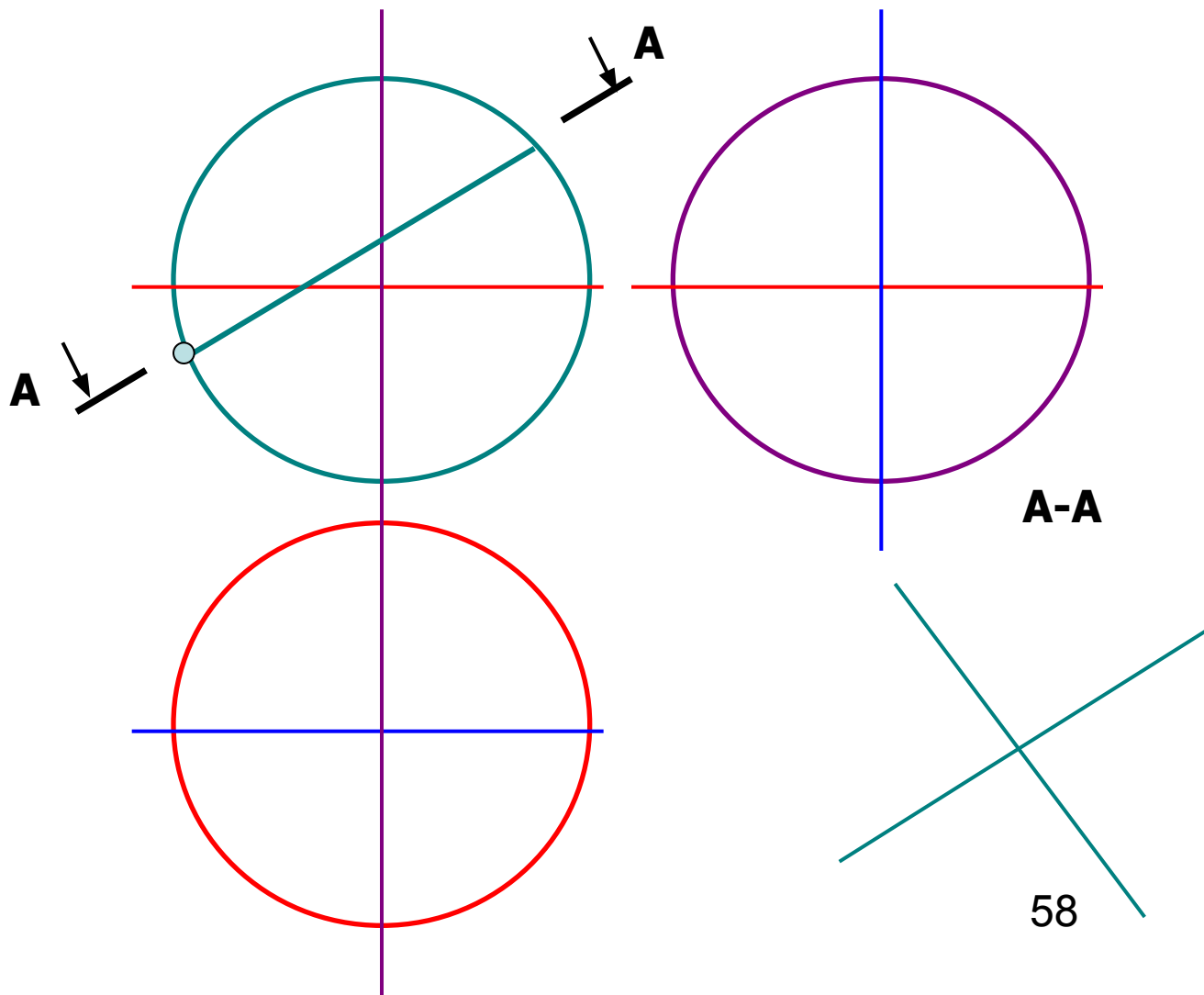
Пример 2.



4.1.Сечение сферы плоскостями частного положения

Сечение сферы плоскостью А-А представляет собой в натуральную величину круг диаметром от точки 1 до точки 2, но проецируется на П1 и П2 в плоские фигуры, ограниченные кривыми второго порядка называемые эллипсами. Полученная линия на поверхности сферы пересекает главные линии сферы : экватор в точке 3 и 4, а главный профильный меридиан в точках 5 и 6 . Эти шесть точек носят название опорных или характерных для поверхности сферы, недостающие проекции которых находятся без построения вспомогательных линий. Для нахождения их недостающих проекций проводятся линии связи до пересечения с очерковыми линиями на которых они лежат с учетом видимости точек. Точки 7 и 8 выбираются в середине отрезка 1-2 и служат самым широким местом эллипса на П1 и П3. Эти точки относятся к характерным точкам самого сечения. Точки 9 и 10 являются промежуточными, но необходимыми для точного построения эллипса. Для их построения необходимо выполнить дополнительные построения, которые заключаются в проведении через них параллелей или меридианов. Находим проекции вспомогательных линий на всех плоскостях проекций и по линиям связи определяем положение недостающих проекций точек 7,8,9 и 10.

4.1.Сечение сферы плоскостями частного положения



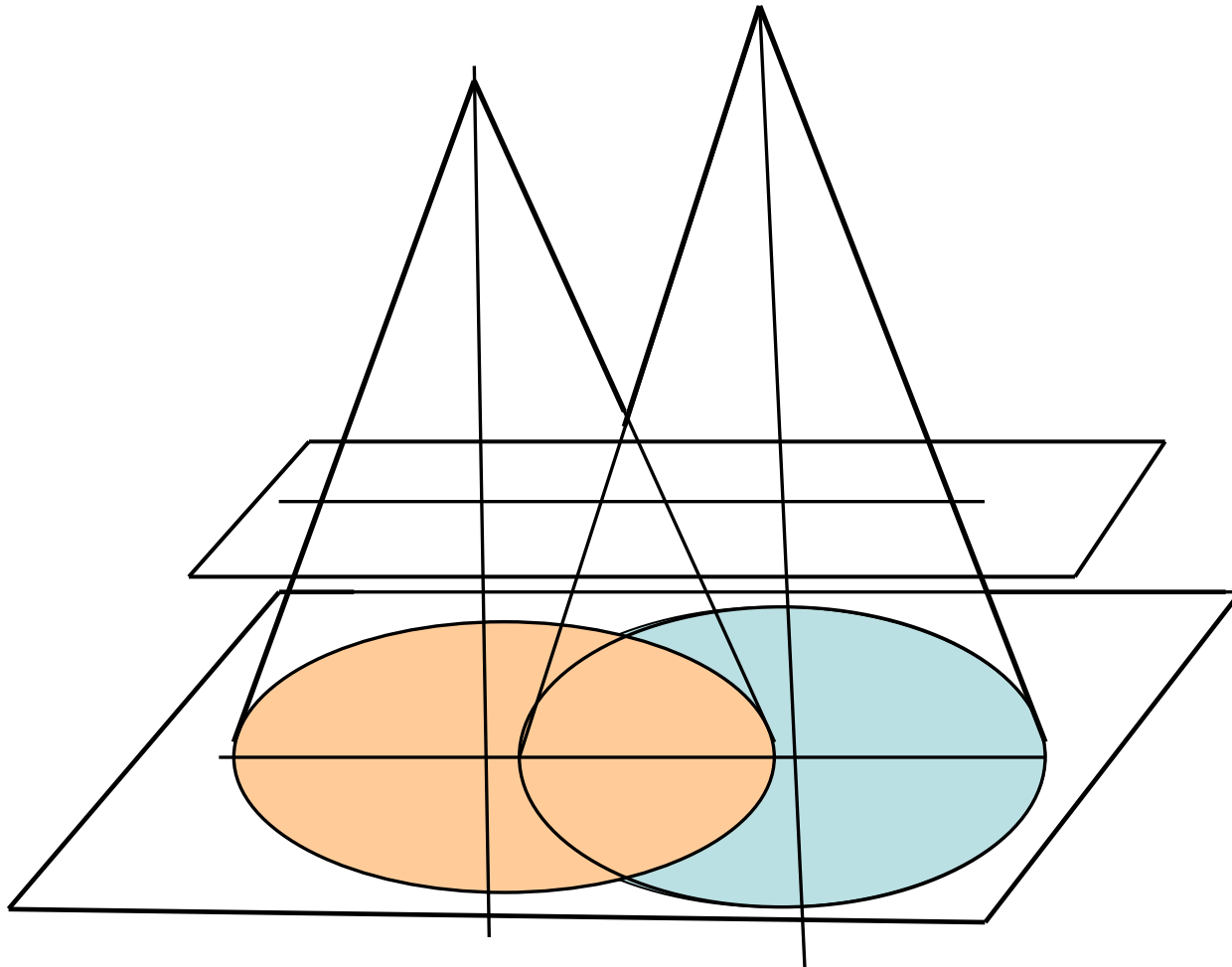
4.2. Пересечение поверхностей общего положения

При пересечении поверхностей общего положения применяется способ вспомогательных секущих поверхностей :

1. **Метод вспомогательных секущих плоскостей;**
2. **Метод вспомогательных секущих сфер.**

При выборе метода руководствуются тем, что вспомогательные секущие поверхности – посредники должны давать в своем пересечении с каждой заданной поверхностью наиболее простые линии, а именно – прямые или окружности. В приведенной задаче показано, что при пересечении конической поверхности плоскостью проще всего строятся окружности, которые могут получаться если конус пересекает плоскость, расположенная параллельно основанию конуса и перпендикулярная оси его вращения. Это справедливо для прямого кругового конуса, имеющего в основании круг. Из рисунка видно, что сами сечения встречаются в точках 1 и 2, точке 4 и т.д. Эти точки называются точки встречи поверхностей. Плоскость Δ пересекает оба конуса по образующим, которые встречаются в точке 3. Если для построения линии пересечения точек недостаточно, то вводятся дополнительно вспомогательные плоскости – посредники и получают достаточное количество точек, принадлежащих заданным поверхностям. В каждой задаче количество секущих плоскостей разное и зависит от особенностей пересекающихся поверхностей. Методом секущих плоскостей можно решить любую позиционную задачу, но иногда ее решение бывает достаточно сложным и требуется использовать способы решения, позволяющие решать задачи более простым и точным способом.

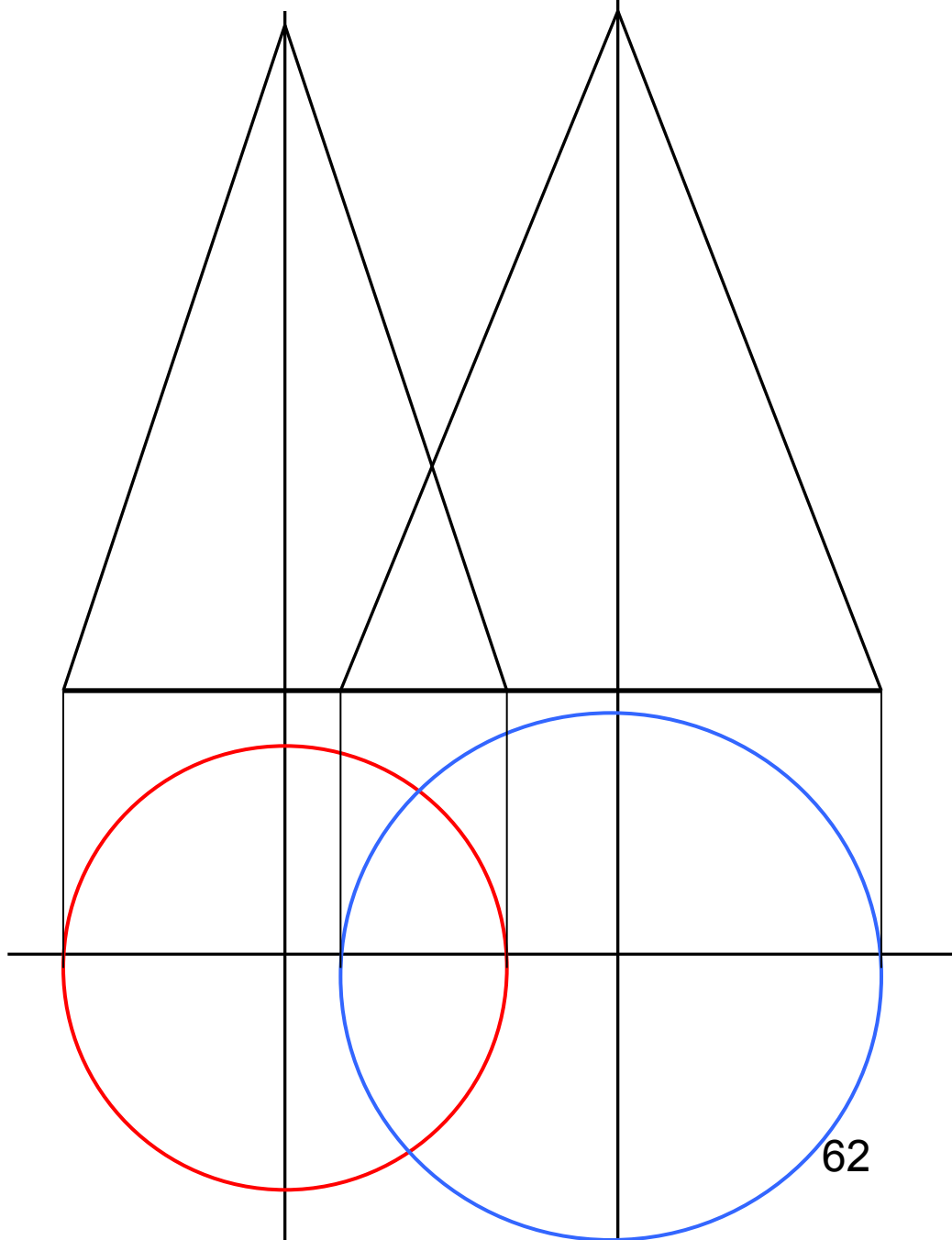
4.2. Пересечение поверхностей общего положения



Задача: Построение линии пересечения двух конусов.

Алгоритм решения:

4.2. Построение линии пересечения двух конусов



4.3. Метод вспомогательных секущих сфер

1. Пересекаются поверхности вращения;
2. Оси вращения их имеют общую точку пересечения;
3. При пересечении осей вращения данных поверхностей образуют плоскость частного положения. При таких условиях задача решается методом вспомогательных секущих сфер, центр которых лежит в точке пересечения осей вращения конуса и цилиндра.

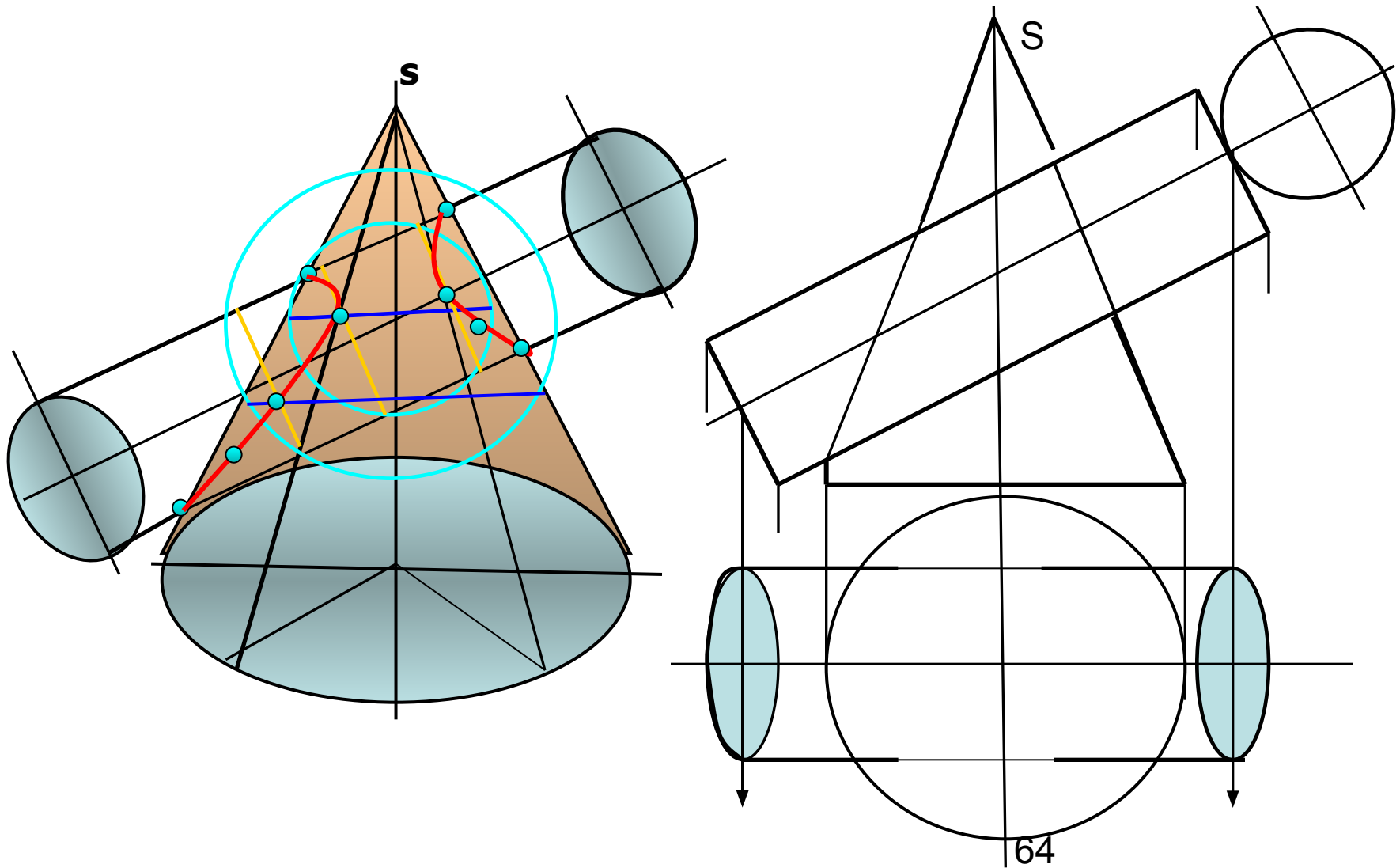
Алгоритм решения:

Вводим вспомогательную сферу, центр которой лежит в точке пересечения осей вращения конуса и цилиндра. Радиус этой сферы должен быть не меньше той сферы, которая впишется в одну поверхность и пересечет другую. Такая сфера называется сфера минимального радиуса (R_{min}). Для данной задачи эта сфера вписывается в поверхность конуса и пересекает образующие цилиндра.

Новая сфера стала соосной с каждой из заданных поверхностей и пересекает их по окружностям, проекции которых на фронтальной плоскости проекций видны в виде прямых линий. Находим линии пересечения новой сферы с каждой поверхностью.

4. Находим точки 1, 2, 3, 4 методом секущих плоскостей. Плоскость проходящая через плоскость симметрии цилиндра, пересекает обе поверхности по прямым очерковым линиям, которые в своем пересечении и дают эти точки.
5. Вводим еще одну сферу промежуточного радиуса, которая пересекает образующие и конуса и цилиндра, но только в нижней их части.
6. По полученным точкам проводим линии пересечения конуса и цилиндра на фронтальной плоскости проекций. Дополнительно выбираем на полученных линиях точки, которые являются границами видимости линий пересечения на горизонтальной плоскости проекций и на Π_2 принадлежат образующим цилиндра. Совпадающие с его осью вращения.
7. Строим недостающие проекции точек на Π_1 по принадлежности их заданным поверхностям, проводя для этого линии связи и параллели конуса.
8. Соединяем на Π_1 полученные точки с учетом их видимости и выполняем обводку изображения пересекающихся поверхностей до линий их пересечения.

4.3.Метод вспомогательных секущих сфер



Раздел 5. Построение трех изображений модели

На чертеже построены три изображения модели:

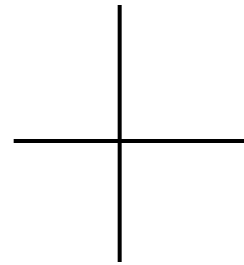
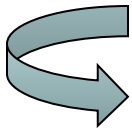
Главный вид – расположен на месте фронтальных проекций модели. Представлен в разрезе секущей плоскостью параллельной фронтальной плоскости проекций;

Вид сверху – расположен в проекционной связи с главным видом и находится всегда под главным видом;

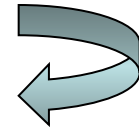
Вид слева – расположен на месте профильных проекций модели, находится в проекционной связи с главным видом и расположен справа от него.

Раздел 5. Построение трех изображений модели

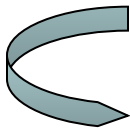
**Главный вид
в разрезе**



Вид слева



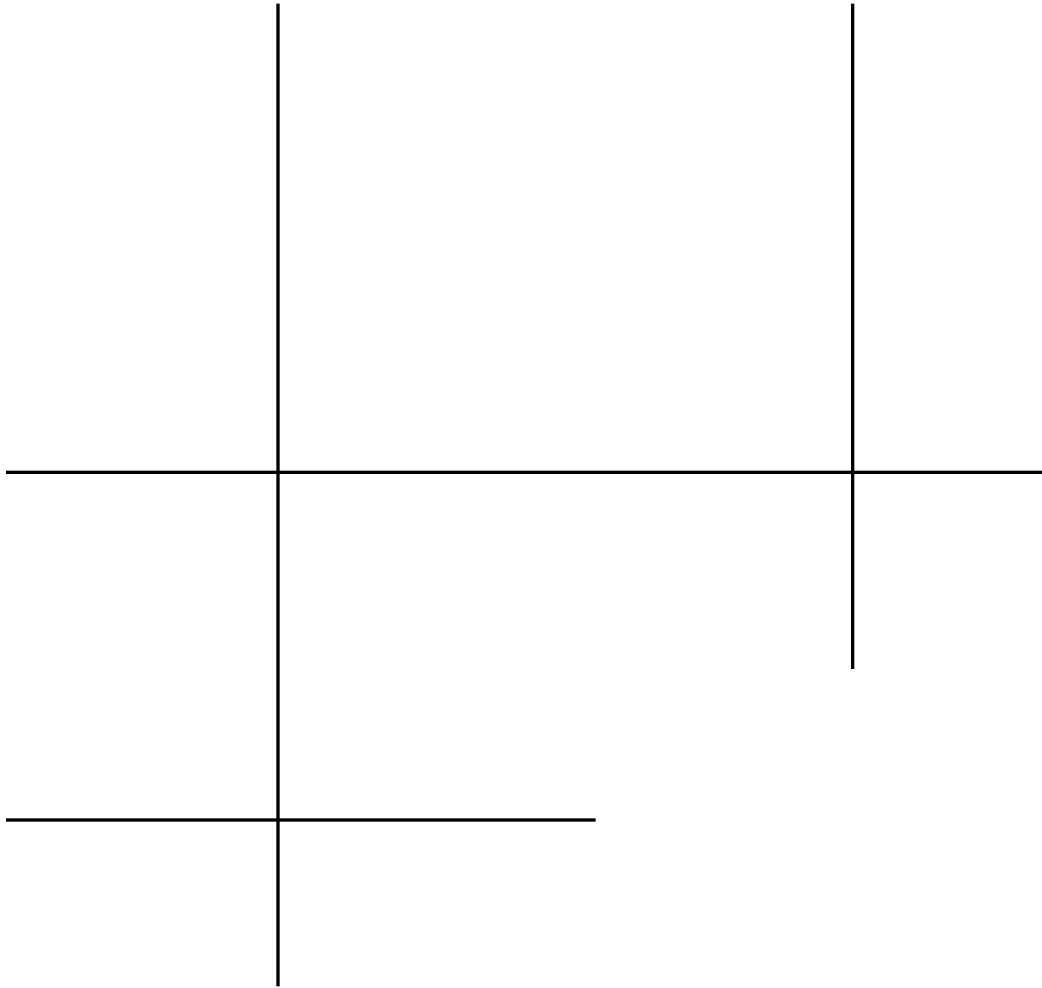
Вид сверху



Классификация разрезов

- Разрезы классифицируются как:
 - **Вертикальные (продольные)** – фронтальный секущими плоскостями параллельными фронтальной плоскости проекций и профильный разрезы, плоскостями параллельными профильной плоскости проекций;
 - **Горизонтальные (поперечные разрезы)** – плоскостями параллельными горизонтальной плоскости проекций.
 - Желтым цветом на изображениях выделены сечения тел плоскостями А-А, Б-Б, В-В.
 - Разрез представляет собой изображение сечений разными плоскостями плюс линии и поверхности, лежащие за секущими плоскостями.
 - Разрезы делятся по количеству секущих плоскостей на: а) простые – тело пересекается одной секущей плоскостью; б) сложные разрезы – тело пересекается несколькими плоскостями.
 - **Сложный ступенчатый разрез** – тело разрезается несколькими параллельными между собой плоскостями;
 - **Сложный ломаный разрез** – выполняется пересекающимися между собой плоскостями, но не перпендикулярными друг другу.
 - Обозначаются секущие плоскости разомкнутыми линиями толщиной $S \pm 1,5S$. Стрелки показывают направление взгляда на разрез, длина стрелки 5 мм, угол раскрытия стрелки равен 20° . С внешней стороны угла образованного стрелкой и разомкнутой линией сечения ставятся прописные буквы русского алфавита, начиная с **А**. В случае обозначения разрезов над изображением выполняется надпись А-А и т.д. с указанием секущих плоскостей.

Классификация разрезов



Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Соломонов К.Н., Чиченёва О.Н., Бусыгина Е.Б. Основы начертательной геометрии. -М.: МИСиС, 2003
2. Соломонов К.Н., Чиченёва О.Н., Бусыгина Е.Б. Основы технического черчения. – М.: МИСиС, 2004
3. Чекмарев А.А. Инженерная графика. М.: Высшая школа, 1998
4. Сборник «Национальные стандарты». ЕСКД. ГОСТ 2.301-68 ÷2.321-84. - М.: ИПК Издательство Стандартов, 2004

Средства обеспечения освоения дисциплины (перечень обучающих, контролирующих и расчетных программ, диафильмов, кино- и телефильмов)

- 1.Пакет AutoCAD, Компас 3D, Симплекс
- 2.Курс лекций, созданный с использованием графического редактора"Power Point"