

Глава 1. ТЕОРИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА

1.1. Метод ортогонального проецирования

1.1.1. Предмет начертательной геометрии

Начертательная геометрия – это раздел геометрии, в котором изучаются различные методы построения изображений пространственных форм и их элементов на плоскости.

Она является одной из основных общеобразовательных дисциплин в профессиональной подготовке инженеров-строителей.

Изучение начертательной геометрии способствует развитию пространственного воображения и умения мысленно создавать представления о форме и размерах объекта по его изображению на плоскости, столь необходимого как при проектировании зданий и сооружений, так и при их возведении по готовым чертежам.

Основные задачи начертательной геометрии:

1. Изучение методов построения проекционных изображений геометрических форм и их элементов.
2. Изучение способов графического решения различных геометрических задач.
3. Изучение способов преобразования проекций.

Важное прикладное значение этой дисциплины состоит в том, что она учит грамотно владеть выразительным техническим языком – языком чертежа, создавать чертежи и свободно читать их.

Чертеж, говорил один из создателей начертательной геометрии - французский ученый и инженер Гаспар Монж (1746–1818), является языком техника. Дополняя это высказывание Монжа, профессор В.И. Курдюмов (1853–1904) – автор классического русского учебника начертательной геометрии – писал: «Если чертеж является языком техники, то начертательная геометрия служит грамматикой этого языка, так как она учит нас правильно читать чужие и излагать наши собственные мысли, пользуясь в качестве слов одними только линиями и точками, как элементами всякого изображения».

В России курс начертательной геометрии был введен в 1810 году в Институте корпуса инженеров путей сообщения. В 1816 году К.И. Потье создает первое руководство по этому предмету, переведенное в этом же году на русский язык Я.А. Севостьяновым, который в 1824 г. стал первым русским профессором по

начертательной геометрии.

В 1870 г. профессор Н.И. Макаров (1824 – 1904) издает полный курс начертательной геометрии.

В последнее столетие успехи в начертательной геометрии достигнуты благодаря усилиям основателя кафедры начертательной геометрии МИСИ им. В.В. Куйбышева (МГСУ) А.И. Добрякова (1897 – 1947), а также Ю.И. Короева, М.А. Князькова, Н.С. Кузнецова, Н.А. Глаголева, С.А. Фролова, Н.Ф. Четверухина и др.

1.1.2. Сущность метода проекций

Различные способы изображения пространственных форм на плоскости, которые применяют при составлении чертежей и построении наглядных изображений, основаны на методе проекций.

Сущность этого метода заключается в следующем.

В пространстве выбирают точку S - *центр проецирования* и *плоскость проекций* K , не совпадающую с точкой S (рис. 1). Проецирование, т.е. построение изображения объекта, заключается в проведении из центра проекций S через каждую точку A, B, C изображаемого объекта прямых линий (лучей), называемых *проецирующими прямыми*. Совокупность точек пересечения этих прямых с плоскостью проекций дает изображение (проекцию), называемое *центральной проекцией объекта*.

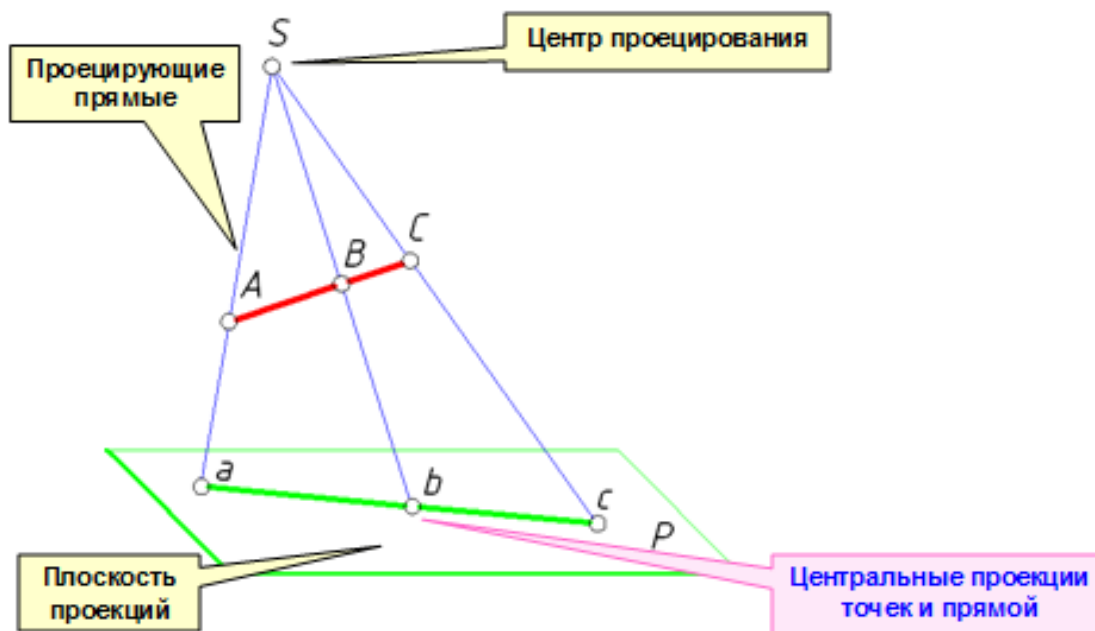


Рис. 1.1

Центральное проецирование есть наиболее общий случай проецирования геометрических форм на плоскости.

Основные свойства центрального проецирования:

1. проекция точки – точка;
2. проекция прямой – прямая;
3. если точка принадлежит прямой, то проекция точки принадлежит проекции этой прямой (рис. 1).

Если центр проецирования удалить в бесконечность, то получим частный случай центрального проецирования - *параллельное проецирование*. При этом проецирующие прямые становятся параллельными между собой. Положение проецирующих прямых относительно плоскости проекций определяется *направлением проецирования* S (рис. 2). В этом случае полученное изображение называют *параллельной проекцией* предмета.

Параллельные проекции подразделяются на *прямоугольные*, когда проецирующие прямые перпендикулярны плоскости проекций, и *косоугольные*, когда направление проецирования образует с плоскостью проекций угол, не равный прямому.

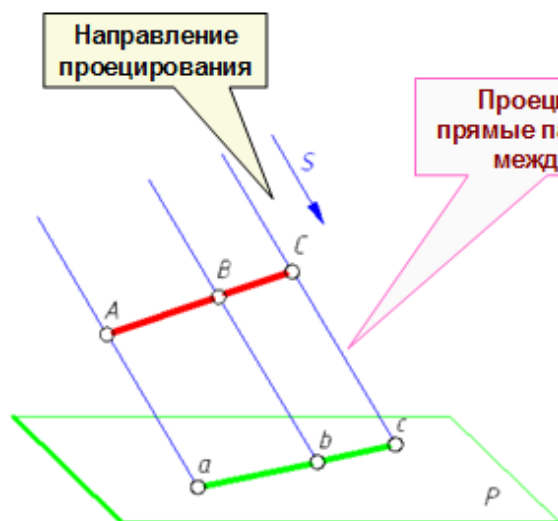


Рис. 1.2

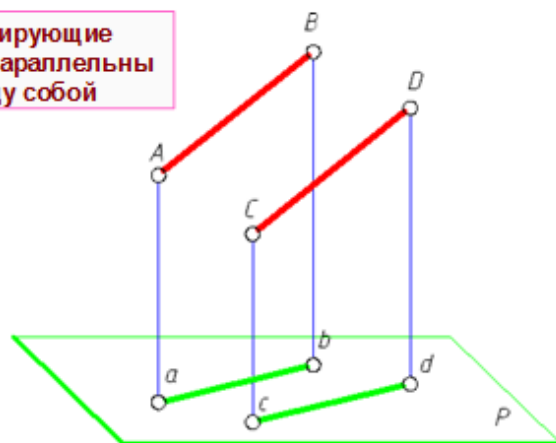


Рис. 1.3

При построении проекций объекта не обязательно проецировать все его точки. Достаточно построить проекции некоторых опорных, характерных точек, которые однозначно определяют форму предмета на изображении. Так, для построения проекции прямой (см. рис. 1) следует построить проекции двух ее точек.

Основные свойства параллельного проецирования:

1–3. сохраняются свойства центрального проецирования;

4. проекции параллельных прямых параллельны между собой (рис. 3);

5. отношение отрезков прямой равно отношению их проекций, т.е. $\frac{AB}{BC} = \frac{ab}{bc}$ (см. рис. 1);

6. отношение отрезков двух параллельных прямых равно отношению их проекций, т.е. $\frac{AB}{CD} = \frac{ab}{cd}$ (см. рис. 3).

Требования, предъявляемые к проекционным изображениям. К проекционным изображениям в начертательной геометрии предъявляются следующие основные требования:

обратимость – восстановление оригинала по его проекционным изображениям (чертежу) – возможность определять форму и размеры объекта, его положение и связь с окружающей средой;

наглядность – изображение (перспектива, аксонометрия) должно создавать пространственное представление о форме предмета и о том, как будет выглядеть предмет в реальных условиях;

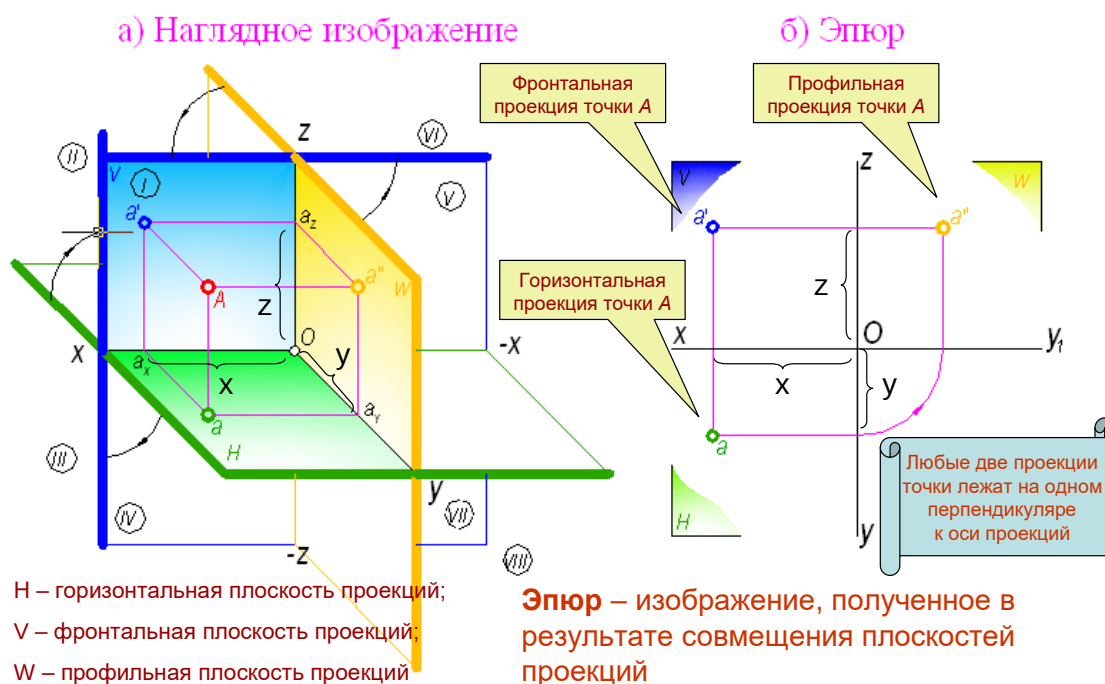
точность – графические операции, выполненные на чертеже, должны давать достаточно точные результаты;

простота – изображение должно быть простым по построению и должно допускать однозначное описание объекта в виде последовательности графических операций.

В связи с тем, что формообразующими элементами пространства являются геометрические элементы – точка, прямая и плоскость, из которых состоят более сложные фигуры, изучение начертательной геометрии начинаем с точки.

1.1.3. Комплексный чертеж точки

Положение точки фиксируют относительно трех взаимно-перпендикулярных плоскостей (рис. 1.4, а) проекций, которые обозначают: горизонтальную H , фронтальную V и профильную W . Линии пересечения плоскостей проекций называют осями проекций и обозначают буквами: X , Y и Z . Точку пересечения O осей называют центром проекций. Основания перпендикуляров, опущенных, например, из точки A на плоскости проекций, называют ее ортогональными проекциями: горизонтальной a , фронтальной a' и профильной a'' . Расстояния от точки A до плоскостей проекций называют координатами точки. Координату X называют абсциссой, Y – ординатой, Z – аппликатой.



Для определения положения точки в пространстве необходимо либо две ее ортогональные проекции, либо три прямоугольные координаты

Рис. 1.4

На наглядном изображении видно, что для определения положения точки в пространстве необходимы либо две ее ортогональные проекции, либо три прямоугольные координаты.

Для решения различных задач изображение точки на трех гранях координатного угла преобразуют в плоское изображение путем совмещения плоскостей H и W с плоскостью V вращением вокруг осей X и Z соответственно (рис. 1.4, б).

Эпюр (комплексный чертеж) – это изображение, полученное в результате совмещения плоскостей проекций.

На эпюре имеем: оси проекций X , Y и Z , причем ось Y изображена два раза (y , y_1) – на совмещенных плоскостях H и W ; прямоугольные (ортогональные) проекции точки A : a , a' , a'' ; линии проекционной связи aa' , $a'a''$ и aa'' , перпендикулярные к соответствующим осям. Две любые проекции точки лежат на одном перпендикуляре к оси проекций.

На эпюре видно, что любая пара из трех проекций дает возможность определить все три координаты точки A . Они могут быть определены по эпюру путем измерения соответствующих отрезков либо на осях проекций, либо на линиях связи.

Геометрическая связь между тремя проекциями точки позволяет находить третью проекцию по двум заданным графически – при помощи линий проекционной связи, а также путем измерения соответствующих координат.

Проекции точек, расположенных в различных четвертях пространства. На рис. 1.5, а показано, что плоскости H , V и W делят пространство на восемь прямых трехгранных углов (октантов). Однако на практике используют изображения объектов, расположенных только в первом октанте поскольку эюры объектов, расположенных в других октантах, сложны для построения и чтения.

Так как положение точки в пространстве определяется двумя ее проекциями – обычно горизонтальной и фронтальной, то для решения задач во многих случаях достаточно рассматривать проекции только на две плоскости: H и V . Эти плоскости делят пространство на четыре прямых двугранных угла, называемых четвертями (рис. 1.5). Оси проекций разделяют плоскости проекций на две полуплоскости. Справа подразумевается наличие третьей плоскости W , дающей точку O – начало координат на оси X . Независимо от того, в какой четверти находится точка, она проецируется с помощью перпендикуляров, опущенных из нее на плоскости проекций H и V . Для точек, расположенных в четвертях III и IV , координаты Z отрицательны. Так же отрицательны координаты y для точек, расположенных в четвертях II и III .

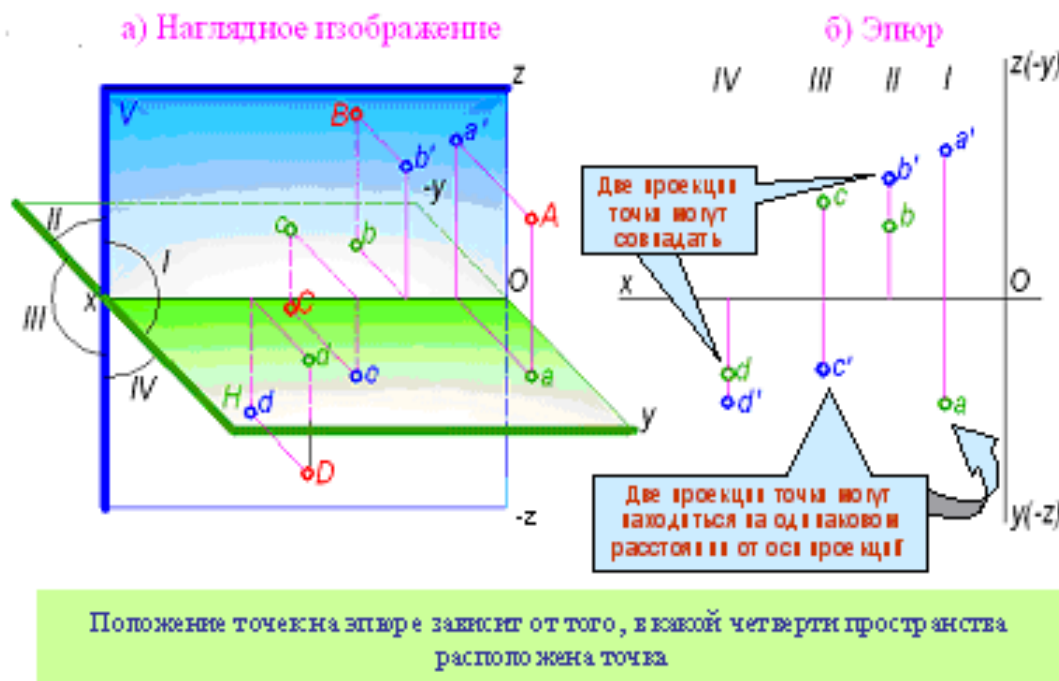


Рис. 1.5

Для получения эюры плоскость H совмещают с плоскостью V вращением вокруг оси X (переднюю полуплоскость H опускают вниз). Положение

проекций точек на эпюре зависит от того, в какой четверти пространства расположена точка.

Точка B расположена во второй четверти, ее проекции на эпюре находятся над осью X . Горизонтальная проекция точки C , расположенной в третьей четверти, после совмещения плоскостей оказалась над осью, а фронтальная проекция – ниже оси. Обе проекции точки D , расположенной в четвертой четверти, находятся ниже оси X .

Необходимо подчеркнуть, что две проекции точки могут совпадать (во второй и четвертой четвертях) или находиться на одинаковом расстоянии от оси проекций (в первой и третьей четвертях), если их координаты одинаковы.

Рассматривая эпюр, надо представить себе, как расположены изображенные на нем точки в пространстве относительно плоскостей проекций. Положение фронтальной проекции по отношению к оси X позволяет установить высоту расположения точки относительно плоскости H (знак и величину координаты z). Положение горизонтальной проекции по отношению к оси X позволяет установить расстояние точки относительно плоскости V (знак и величину координаты y). Расстояние по оси проекций X от центра O определяет координату x (удаление точки от плоскости W).

Построение изображений с помощью координат. Пусть требуется построить эпюр и наглядное изображение точки A по ее координатам: $x = 30$ мм; $y = 25$ мм; $z = 40$ мм. Принято эти данные записывать так: $A(30, 25, 40)$.

Сначала построим эпюр. Проведем ось X и на ней выберем начало координат O (рис. 1.6, б). От точки O влево откладываем отрезок $Oa_x = x = 30$ мм. Через полученную точку a_x проводим линию проекционной связи перпендикулярно к оси X . Отложив на ней вниз отрезок $a_x a = y = 25$ мм, получаем горизонтальную проекцию точки a ; отложив вверх отрезок $a_x a' = z = 40$ мм, получаем фронтальную проекцию a' .

Построение наглядного изображения показано на рис. 1.6, а. На оси X откладываем влево от центра O отрезок $Oa_x = 30$ мм. Через полученную точку a_x проводим прямую, параллельную оси Y , и на ней откладываем отрезок $a_x a = 25$ мм. Из точки a проводим прямую, параллельную оси Z . Отложив на ней отрезок $aA = z = 40$ мм, получаем искомую точку A . Координаты используются также как средство перехода от заданного эпюра к наглядному изображению и наоборот. По заданному изображению измеряют координаты точки и по ним строят другое изображение.

Так как геометрическое тело состоит из отдельных точек, то для построения изображения тела многократно повторяют изображение точки. Из двух способов изображения – на эпюре и на наглядном чертеже – при решении задач будем использовать первый.

Дано: $A(30; 25; 40)$.

Требуется: Построить эюрь и наглядное изображение точки A .

а) Наглядное изображение

б) Эюрь

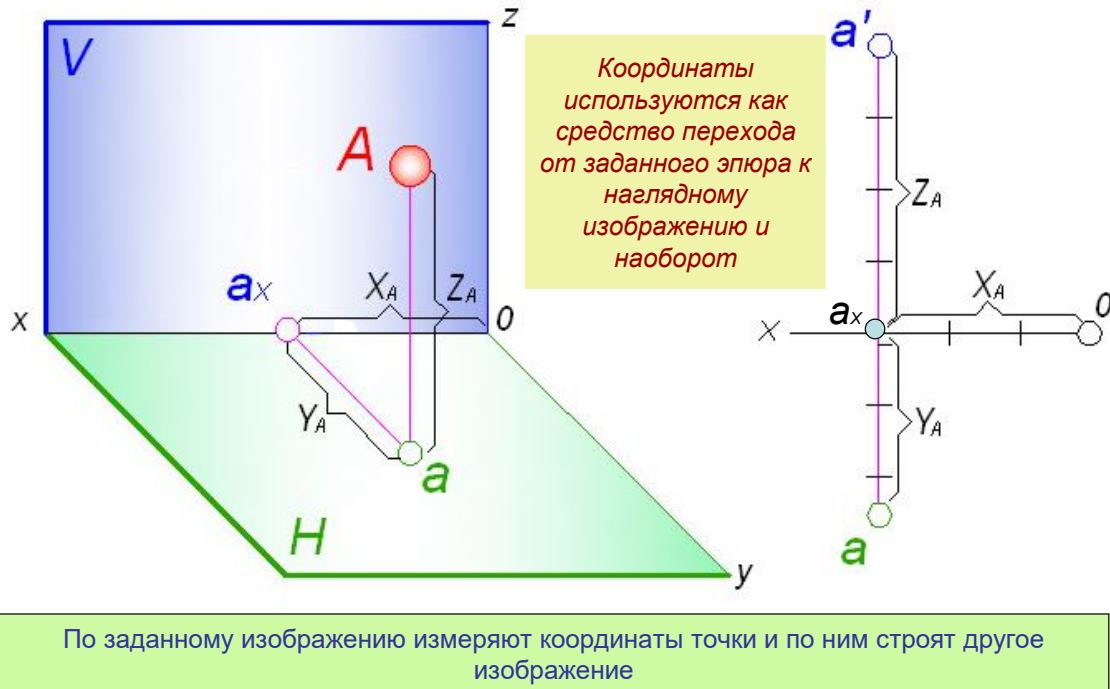


Рис. 1.6

1.16. ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ И ИХ ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ

1.1.4. Прямые общего и частного положения

Для отрезка прямой характерны его размер и положение. То и другое определяется координатами концов отрезка. Положение отрезка характеризуется также углами его наклона к плоскостям проекций.

Прямые линии могут занимать в пространстве следующие положения относительно плоскостей проекций (рис. 1.7):

1. Прямые, не параллельные ни одной из плоскостей проекций, называются *прямыми общего положения*.

2. Прямые, параллельные или перпендикулярные по отношению к плоскостям проекций, называются *прямыми частного положения*.

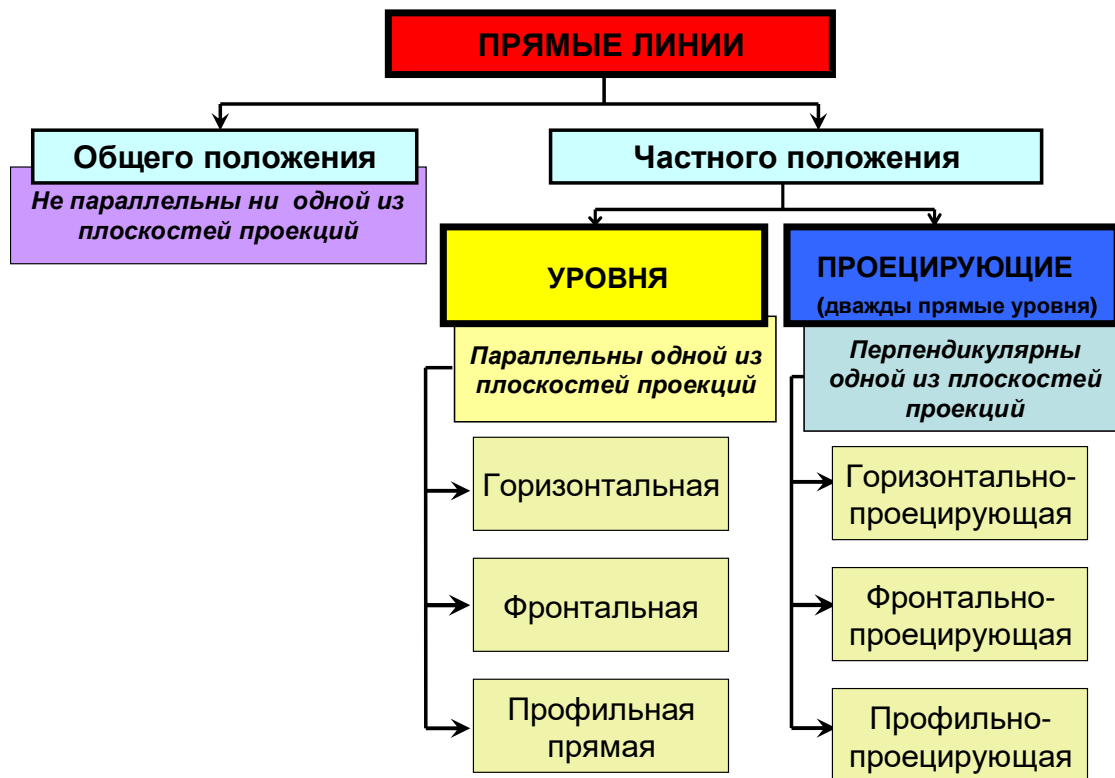


Рис. 1.7

Прямые уровня – это прямые, параллельные одной из плоскостей проекций.

Проецирующие прямые – это прямые, перпендикулярные одной из плоскостей проекций.

Так как проекцией прямой линии на плоскости всегда является прямая линия (рис. 1.8), то для построения проекций отрезка прямой достаточно построить проекции его концов и соединить одноименные проекции концов прямыми.

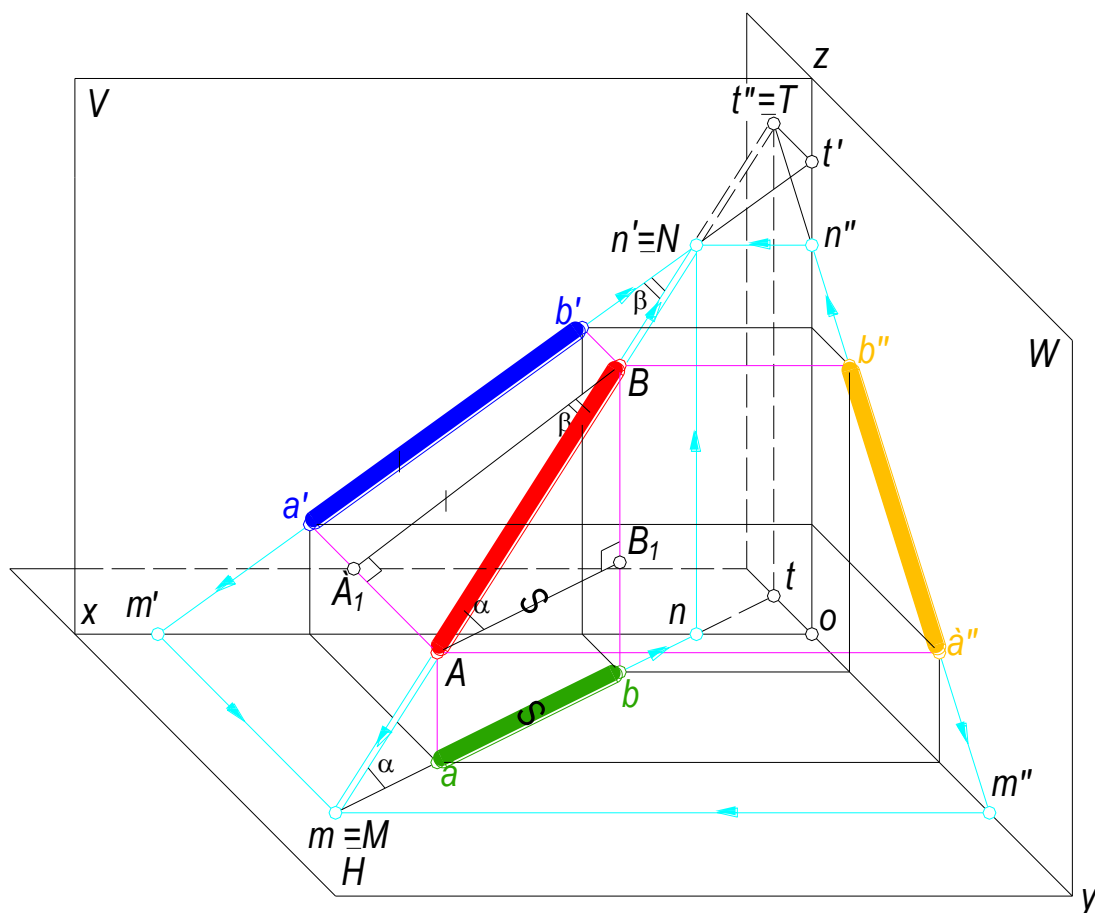


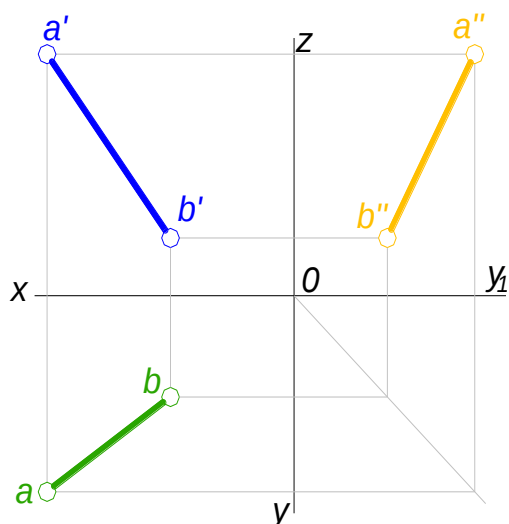
Рис. 1.8

Проекции отрезка *прямой общего положения* на эюре наклонены ко всем осям проекций (рис. 1.9) и каждая из проекций всегда меньше длины самого отрезка.

Отрезок, *параллельный* одной из плоскостей проекций, проецируется на эту плоскость в натуральную величину (рис. 1.10). Положение проекции на этой плоскости по отношению к осям зависит от положения самого отрезка по отношению к плоскостям. На две другие плоскости такой отрезок проектируется в виде отрезков, параллельных осям.

Отрезок, *перпендикулярный* к одной из плоскостей проекций, проецируется на эту плоскость в точку (рис. 1.11). На двух других параллельных ему плоскостях он изображается в натуральную величину.

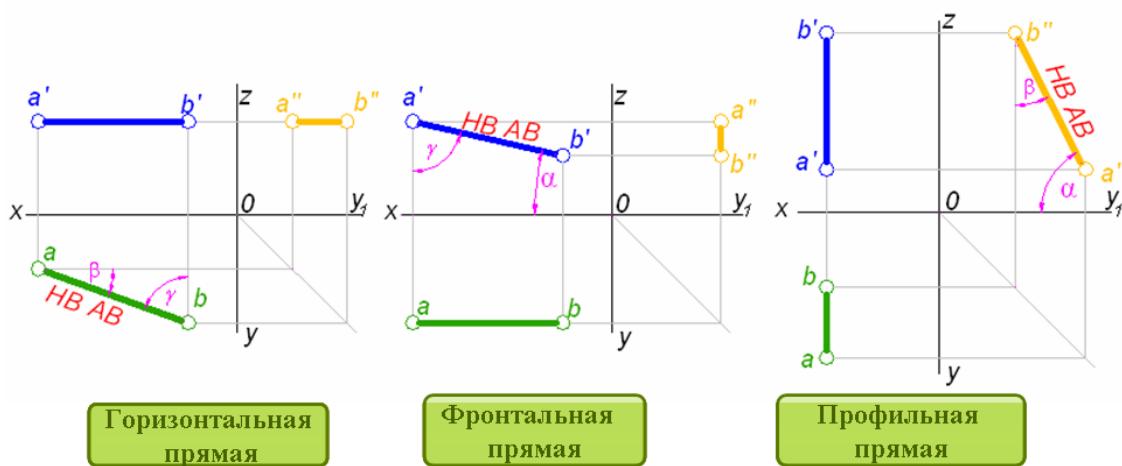
Эпюром отрезка (как и всякого другого объекта) можно пользоваться без осей проекций. Перемещение оси проекций на эюре параллельно самой себе без изменения взаимного положения проекций, равноценно параллельному перемещению плоскостей проекций. На эюре без осей объект не зафиксирован относительно определенных плоскостей проекций. Таким эпюром пользуются в тех случаях, когда надо знать только взаимное расположение элементов изображаемого объекта.



Свойства прямых общего положения

1. Проекция на эпюре наклонены ко всем осям проекций
2. Каждая из проекций всегда меньше длины самого отрезка

Рис. 1.9



Свойства прямых уровня

1. Прямые уровня проецируются без искажений на параллельную им плоскость проекций
2. На две другие плоскости проекций проецируются в виде отрезков, параллельных осям проекций
3. На плоскость проекций, которой параллельна прямая, без искажений изображаются углы ее наклона к двум другим плоскостям проекций

Рис. 1.10



Рис. 1.11

1.1.5. Определение длины отрезка прямой и углов его наклона к плоскостям проекций

В пространстве отрезок AB прямой общего положения, отнесенной к двум плоскостям проекций H и V , представляет собой гипотенузу двух прямоугольных треугольников ABB_1 и AA_1B (рис. 1.12). Катетами первого из них являются отрезок AC , равный проекции ab , и разность координат z точек A и B ; катетами второго – отрезок BD , равный проекции $a'b'$, и разность координат y точек A и B . На эпюре легко построить треугольники, равные указанным.

Длина отрезка прямой равна гипотенузе прямоугольного треугольника, одним из катетов которого является одна из проекций отрезка, а вторым – разность недостающих координат концов отрезка.

Чтобы на эпюре получить графически длину отрезка AB и углы α и β его наклона к плоскостям проекций H и V , строят два прямоугольных треугольника (рис. 1.8). Катетами одного из них являются горизонтальная проекция ab и разность Δz аппликат точек A и B , измеренная на фронтальной проекции; катетами второго – фронтальная проекция $a'b'$ и разность Δy ординат точек A и B , измеренная на горизонтальной проекции. Гипотенузы

aB_0 и $b'A_0$ равны длине отрезка AB , а углы, заключенные между ними и проекциями ab и $a'b'$, равны искомым углам α и β .

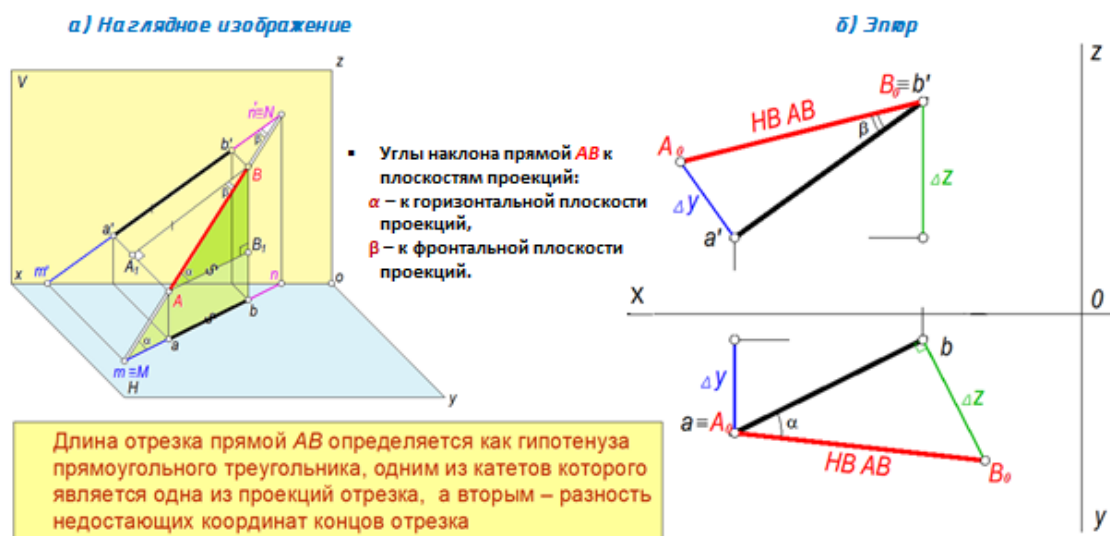


Рис. 2.12

1.1.6. Построение следов прямой линии

След прямой линии – это точка ее пересечения с плоскостью проекций.

Прямая общего положения имеет три следа: горизонтальный, фронтальный и профильный. Прямая, параллельная одной плоскостей проекций, имеет два следа, расположенных на плоскостях, которым она не параллельна. Прямая, перпендикулярная к плоскости проекций, имеет только один след, расположенный в плоскости, к которой прямая перпендикулярна.

Определение двух следов прямой AB общего положения показано на рис. 2.13. Горизонтальный след M находится в точке пересечения прямой AB с ее горизонтальной проекцией ab . В этой точке расположена и горизонтальная его проекция m . Фронтальная проекция m' этого следа находится в точке пересечения фронтальной проекции $a'b'$ прямой с осью X и на одном перпендикуляре к оси X с точкой m .

Фронтальный след N находится на пересечении AB с $a'b'$. В этой точке расположена и фронтальная его проекция n' . Горизонтальная проекция n находится в точке пересечения ab с осью X и на одной линии связи со точкой n' .

След прямой - точка ее пересечения с плоскостью проекций

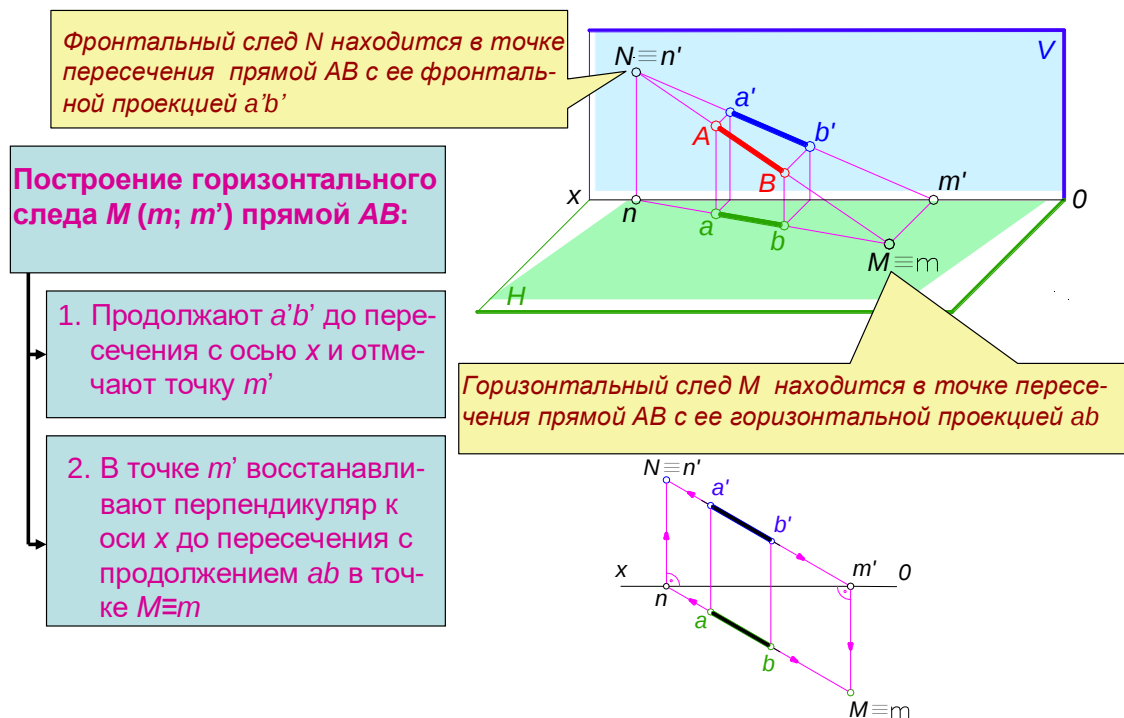


Рис. 2.13

Построение проекций следов прямой, заданной отрезком AB ($ab, a'b'$), на эпюре (см. рис. 2.13) производят следующим образом. Продолжают $a'b'$ до пересечения с осью X и отмечают точку m' ; в точке m' восстанавливают перпендикуляр к оси X до пересечения с продолжением ab в точке m . Далее продолжают ab до пересечения с осью X и отмечают точку n ; в точке n восстанавливают перпендикуляр к оси X до пересечения с продолжением $a'b'$ в точке n' .

1.1.7. Взаимное положение прямых линий

Две прямые линии в пространстве могут быть (рис. 2.14): параллельными, пересекающимися и скрещивающимися.

Они изображаются на эпюре следующим образом.

Одноименные проекции параллельных прямых параллельны.

Исключением является случай, когда одноименные горизонтальные и фронтальные проекции профильных прямых параллельны. Для определения их взаимного положения необходимо обратиться к третьей, профильной проекции.

Одноименные проекции пересекающихся прямых пересекаются и точки их пересечения находятся на одной линии связи.

Одноименные проекции скрещивающихся прямых могут пересекаться, но точки их пересечения не лежат на одной линии связи.

Две точки скрещивающихся прямых, лежащие на одном перпендику-

ляре к плоскости проекций, называют конкурирующими. Проекции конкурирующих точек лежат в точке пересечения одноименных проекций скрещивающихся прямых.

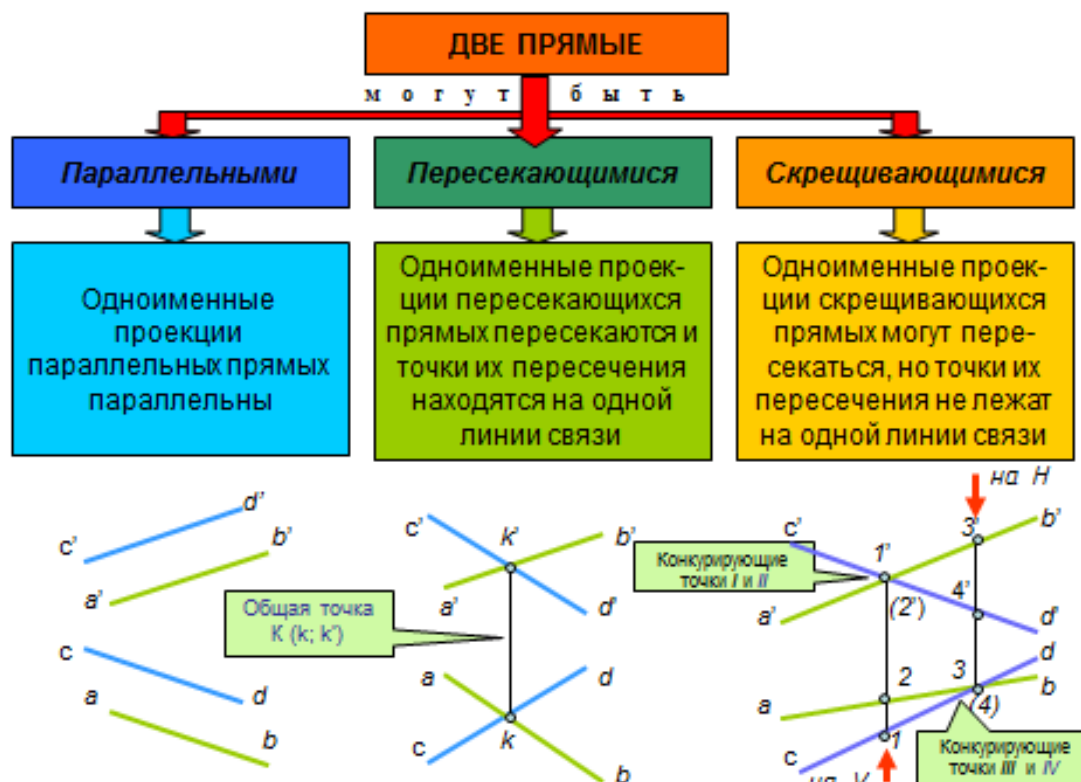


Рис. 2.14

На рис 2.8 конкурирующими являются точки с проекциями $(1, 1')$ и $(2, 2')$, а также $(3, 3')$ и $(4, 4')$. Точка $(1, 1')$ принадлежит прямой NIV , а точка $(2, 2')$ — прямой $MIII$. Эти точки расположены на одном перпендикуляре к плоскости V , причем точка $(1, 1')$ находится дальше от плоскости V , чем точка $(2, 2')$. Аналогично им точки $(3, 3')$ и $(4, 4')$ расположены на одном перпендикуляре к плоскости H , и точка $(3, 3')$ находится дальше от плоскости H , чем точка $(4, 4')$. При рассмотрении проекций на плоскость V точка $(1, 1')$ закрывает собой точку $(2, 2')$, а при рассмотрении проекций точек $(3, 3')$ и $(4, 4')$ на плоскость H точка $(3, 3')$ закрывает точку $(4, 4')$.

Определение взаимного положения конкурирующих точек необходимо для установления видимости элементов изображаемого объекта.

1.1.8. Способы задания плоскости

Плоскость на эюре изображают проекциями элементов (точек или прямых), которыми она определяется в пространстве.

Из геометрии известны следующие способы задания плоскости (рис. 2.15):

1. Тремя точками, не лежащими на одной прямой.
2. Прямой и точкой, не лежащей на этой прямой.
3. Двумя пересекающимися прямыми.
4. Двумя параллельными прямыми.

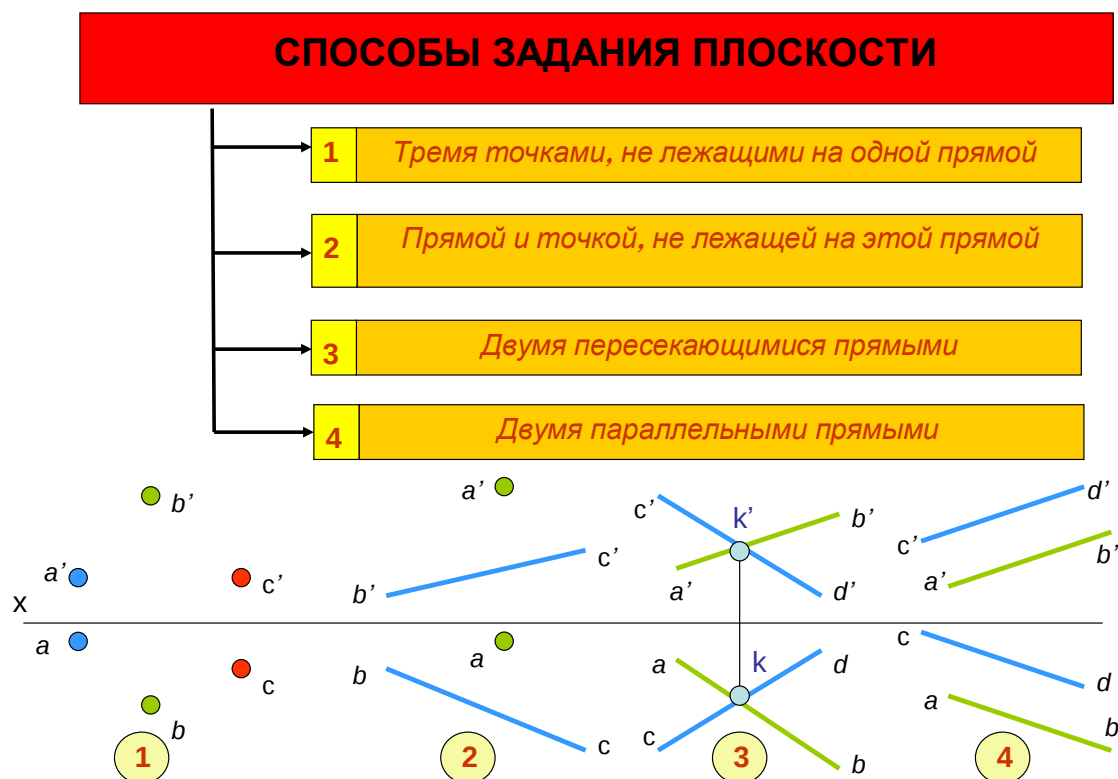


Рис. 2.15

Плоскость может быть задана также следами (рис. 2.16).

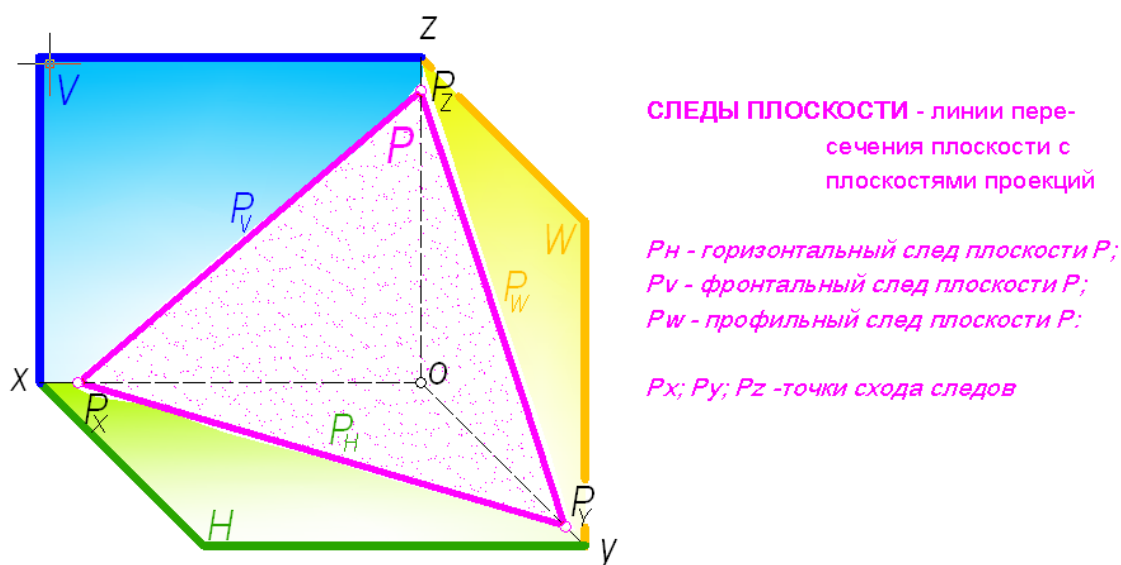


Рис. 2.16

Следы плоскости – это прямые, по которым заданная плоскость пересекается с плоскостями проекций.

Плоскость P общего положения имеет три следа: горизонтальный P_H , фронтальный P_V и профильный P_W .

Каждая пара следов плоскости пересекается на соответствующей оси проекций. Эти точки называют точками схода следов и обозначают по типу P_X, P_Y, P_Z . Отрезки OP_X, OP_Y, OP_Z , отсекаемые на осях проекций, называют параметрами плоскости. Параметры используют для перехода от наглядного изображения к эпюру и наоборот.

1.1.9. Плоскости общего и частного положения

В зависимости от положения плоскости относительно плоскостей проекций H, V и W различают (рис. 2.17):

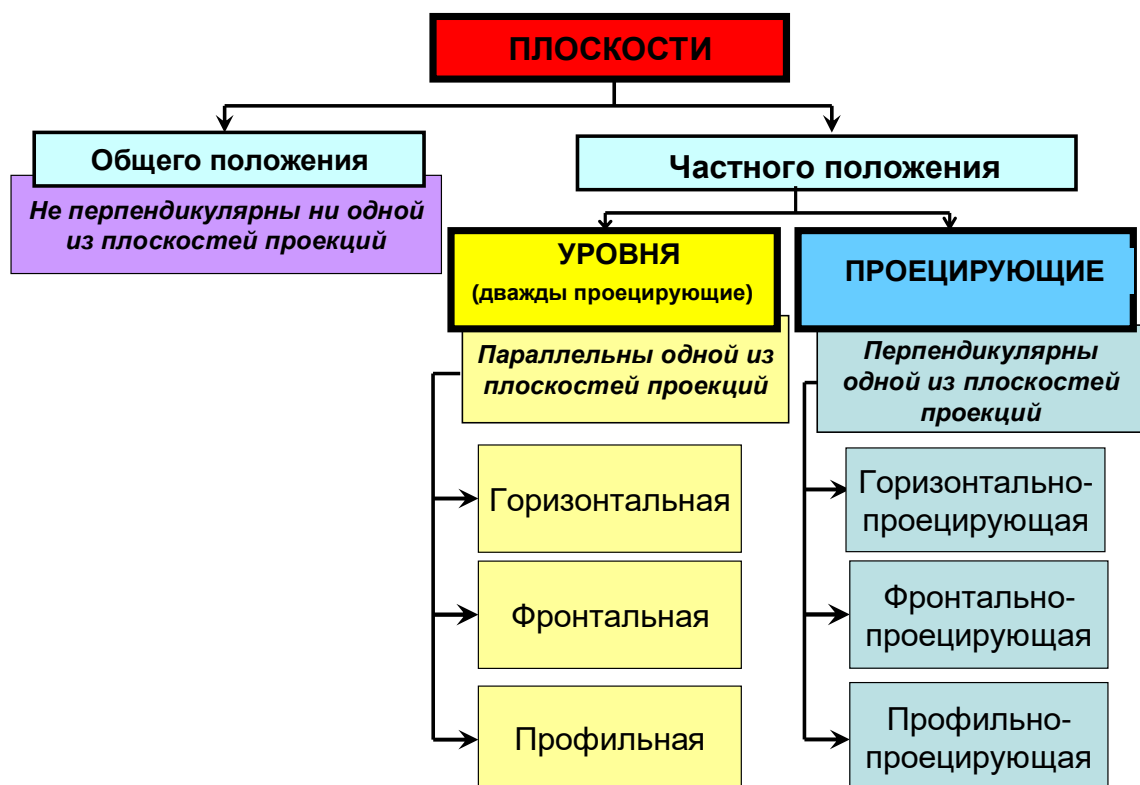
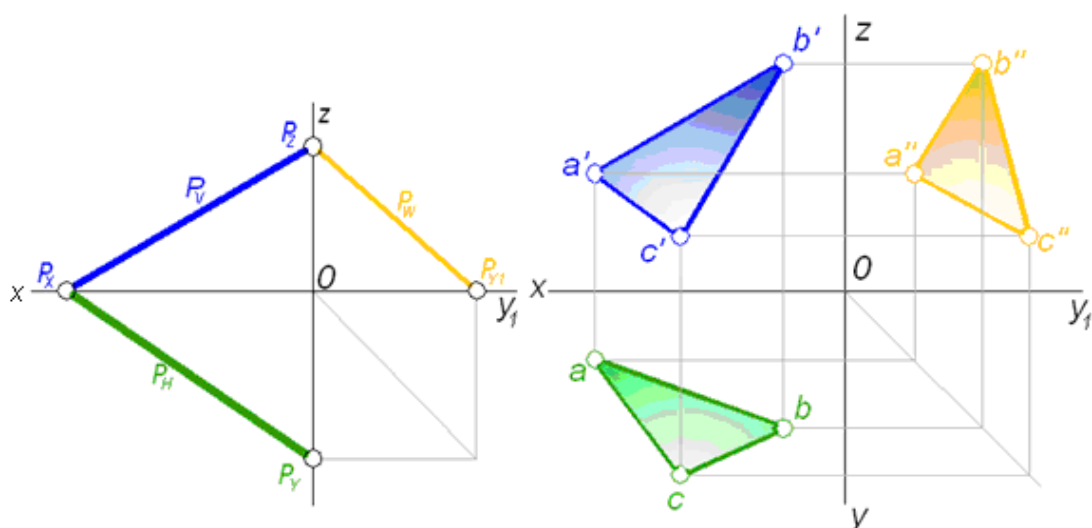


Рис. 2.17

1. *плоскости общего положения* – не перпендикулярные и не параллельные плоскостям проекций (рис. 2.18);



Каждая из проекций всегда меньше истинной величины плоскости

Рис. 2.18

2. *плоскости проецирующие* – перпендикулярные плоскостям проекций: горизонтально-проецирующая, перпендикулярная к плоскости H ; фронтально-проецирующая, перпендикулярная к плоскости V ; профильно-проецирующая, перпендикулярная к плоскости W (рис. 2.19; 2.20).

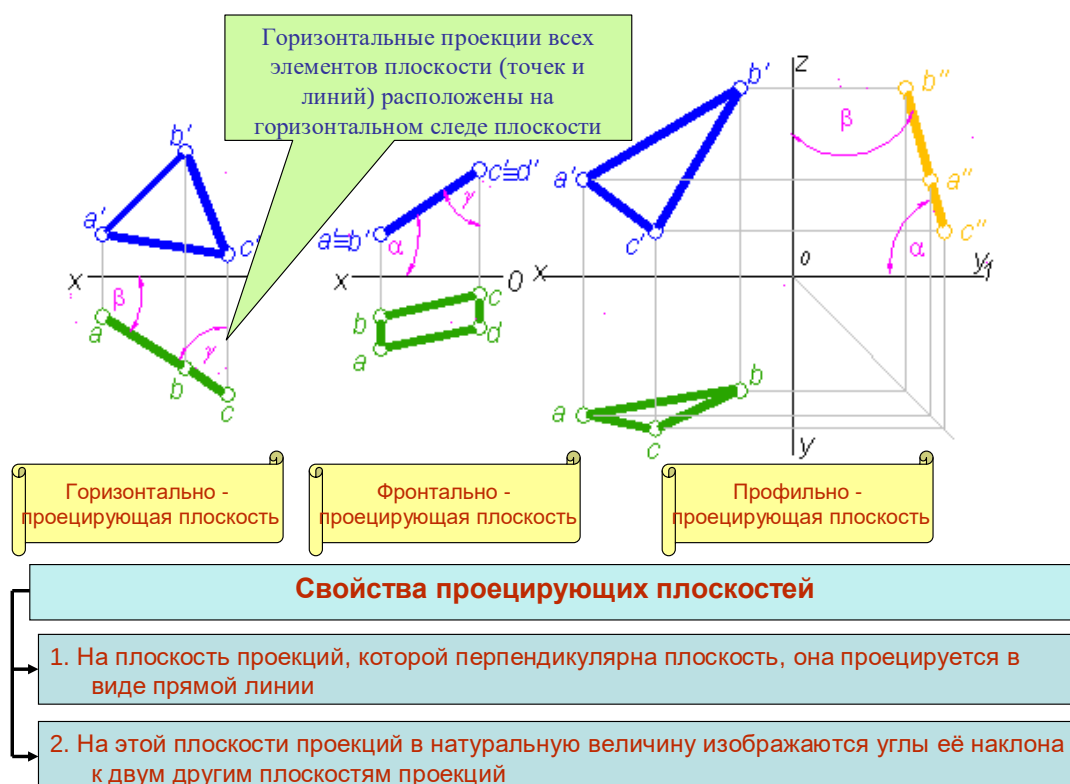


Рис. 2.19

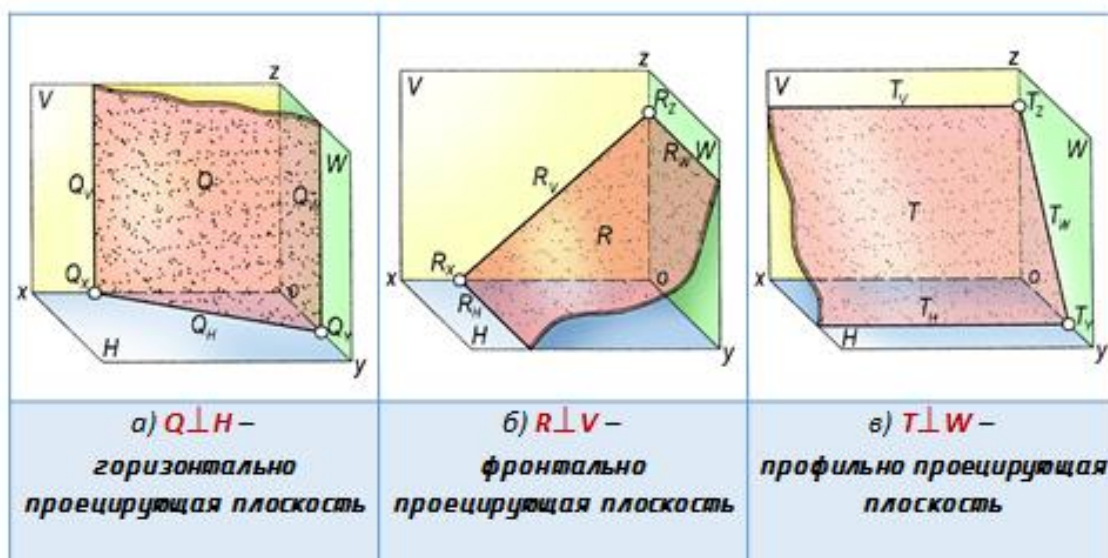


Рис. 2.20

Проецирующие плоскости имеют важное свойство для решения задач. Если, например, плоскость перпендикулярна к плоскости H , то горизонтальные проекции всех ее элементов (точек и линий) располагаются на горизонтальном следе данной плоскости. Аналогичное положение будет и в случае плоскостей, перпендикулярных к двум другим плоскостям проекций V или W . Это свойство дает возможность сразу получать одну из проекций точки или линии пересечения проецирующей плоскости с любыми другими прямыми или плоскостями. Поэтому проецирующие плоскости применяются в качестве вспомогательных для определения точек и линий пересечения изображаемых объектов;

3. *плоскости уровня* – параллельные плоскостям проекций (дважды проецирующие): горизонтальная плоскость уровня, параллельная плоскости H ; фронтальная плоскость уровня, параллельная плоскости V ; профильная плоскость уровня, параллельная плоскости W (рис. 2.21; 2.22).

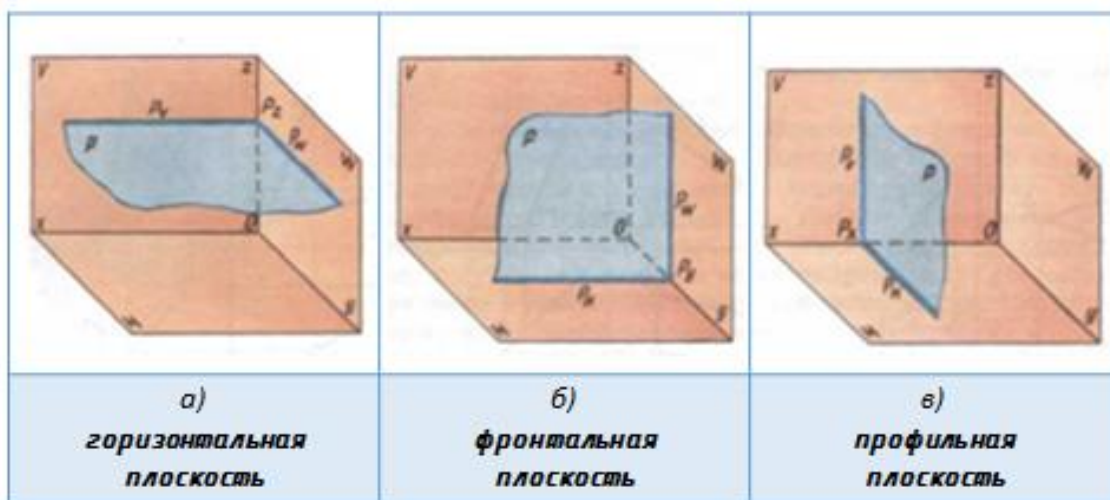


Рис. 2.21

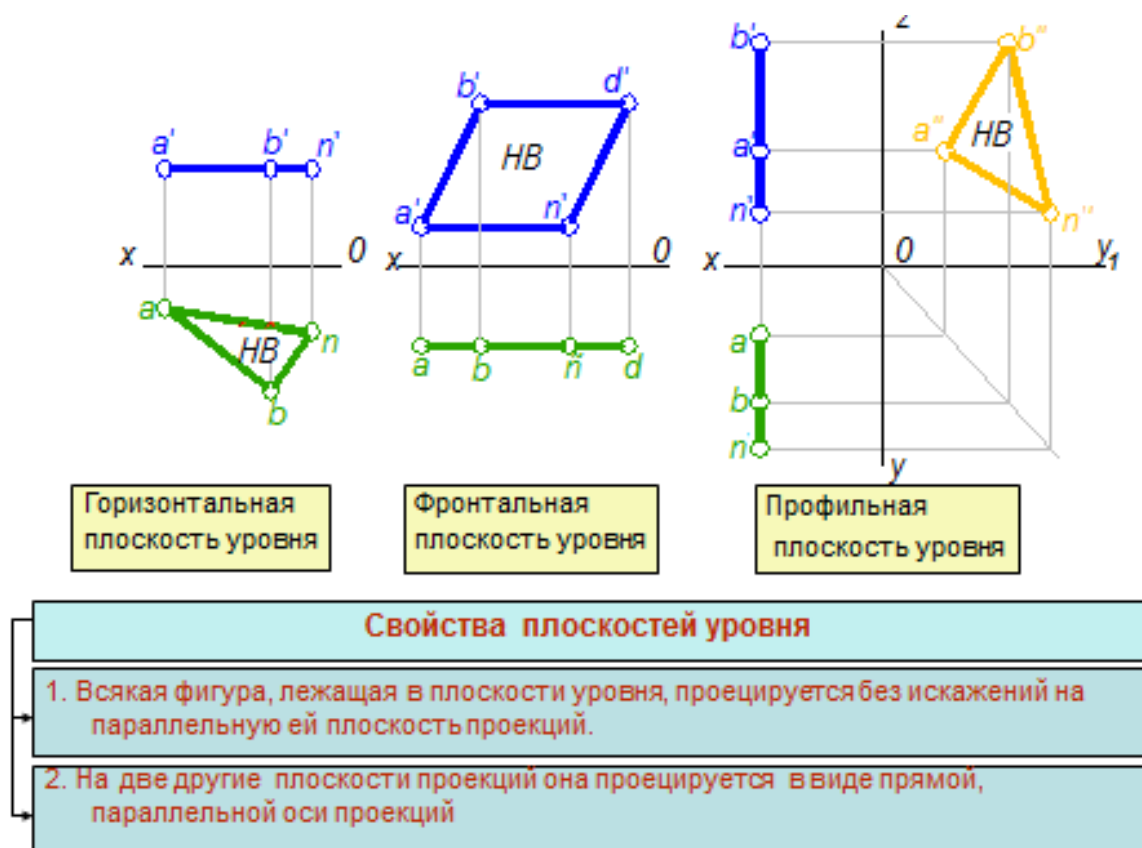


Рис. 2.22

1.1.10. Прямая и точка в плоскости

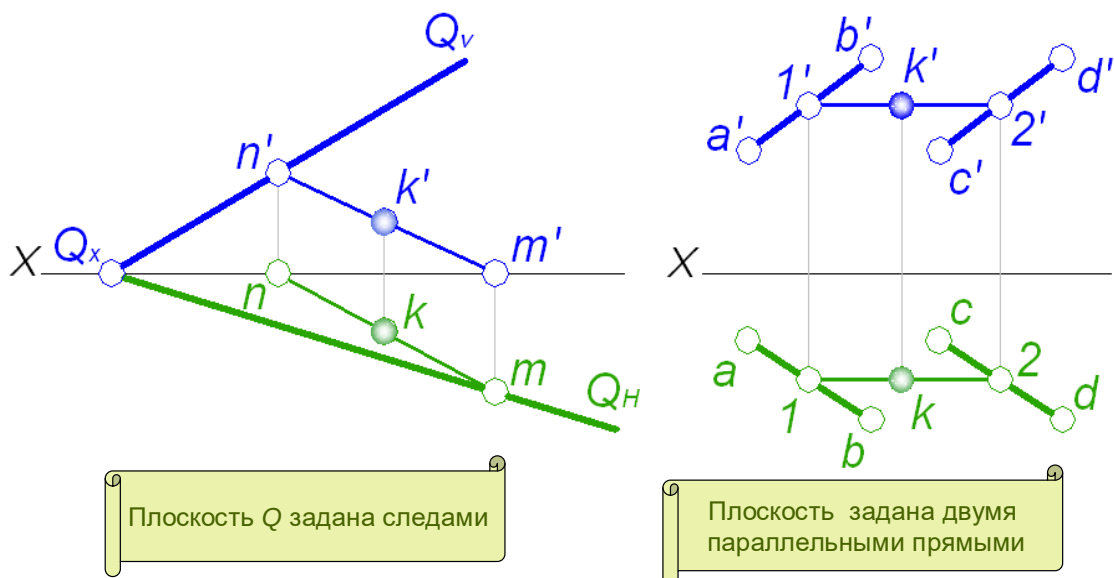
Прямая принадлежит плоскости, если две ее точки принадлежат данной плоскости.

Поэтому чтобы построить прямую в плоскости, заданной различными способами, надо провести прямую через две точки, принадлежащие этой плоскости.

Точка принадлежит плоскости, если она расположена на прямой, принадлежащей плоскости.

Поэтому чтобы показать на эюре точку в плоскости, надо сначала в плоскости провести прямую, а затем на прямой взять точку.

На рис. 2.23 показано построение проекций линии и точки в плоскости, заданной в одном случае следами, а в другом – отрезками параллельных прямых.



Прямая принадлежит плоскости, если две ее точки принадлежат данной плоскости.

Точка принадлежит плоскости, если она расположена на прямой, принадлежащей данной плоскости.

Рис. 2.23

1.1.11. Главные линии плоскости

Среди множества прямых, которые могут быть проведены в плоскости, выделяют главные линии плоскости (рис. 2.24):

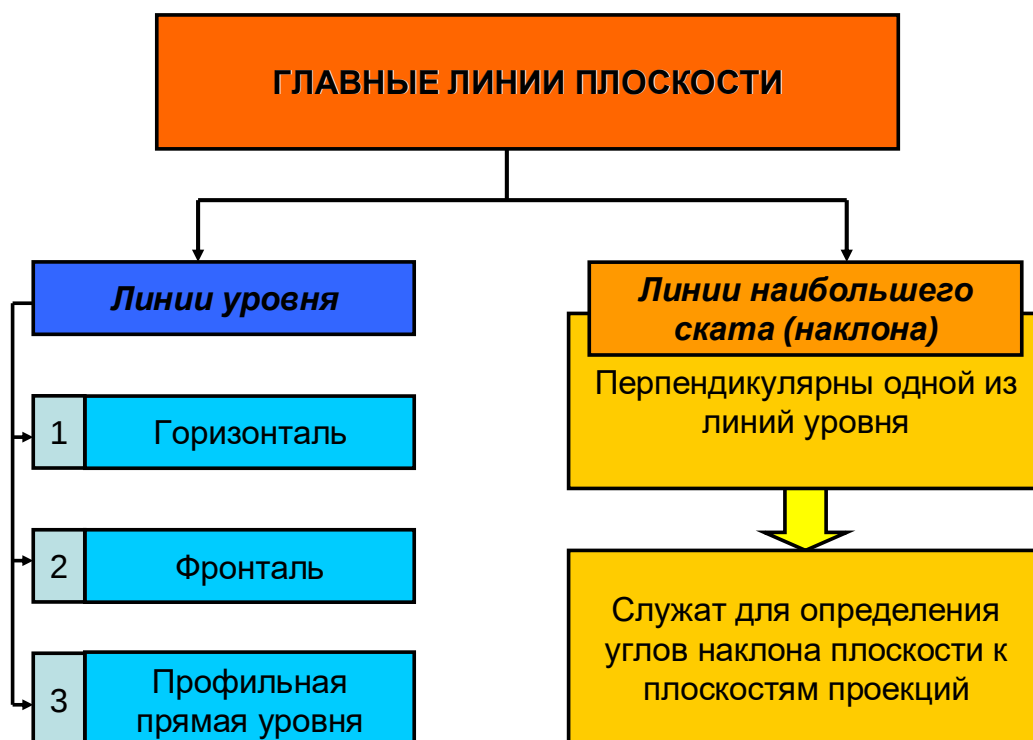


Рис. 2.24

1. Линии уровня:

а) горизонтالي – прямые, принадлежащие плоскости и параллельные плоскости H ; на эюре (рис. 2.25) фронтальная проекция горизонтали (ФПГ) параллельна оси $0x$, а горизонтальная (ГПГ) параллельна следу P_H ;

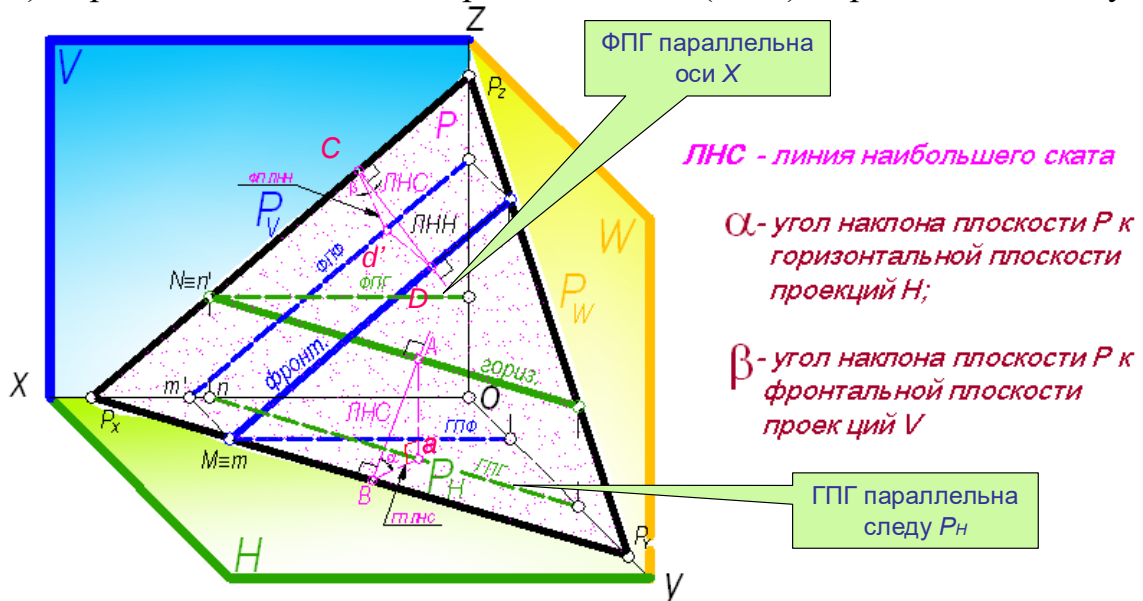


Рис. 2.25

б) фронтальи — прямые, принадлежащие плоскости и параллельные плоскости V ; на эюре (см. рис. 2.25) фронтальная проекция фронтальи (ФПФ) параллельна следу P_V , а горизонтальная (ГПФ) параллельна оси $0x$.

2. Линии наибольшего ската (наклона) плоскости – прямые, принадлежащие данной плоскости и перпендикулярные к ее горизонталям или фронтальям. По отношению к плоскости H они проецируются на эту плоскость в виде прямой, перпендикулярной к следу P_H .

Линии наибольшего ската определяют углы наклона плоскости к плоскостям проекций.

Например, задача по определению угла наклона плоскости P к горизонтальной плоскости проекций H (угла α) решается способом прямоугольного треугольника AaB , одним катетом которого является горизонтальная проекция ЛНС, а вторым – разность аппликат концов отрезка.

Аналогичным образом можно определить угол наклона плоскости P к фронтальной плоскости проекций V (угол β), построив прямоугольный треугольник CDd' на фронтальной проекции ЛНС.

Главные линии плоскости в качестве вспомогательных прямых обеспечивают решение ряда задач НГ.

Задача. Определить угол наклона плоскости BCD к горизонтальной плоскости проекций H .

Для определения угла α наклона плоскости треугольника BCD к горизонтальной плоскости проекций H используем линию наибольшего наклона (ската) плоскости. Из точки d проводим горизонтальную проекцию линии наибольшего

ската (ГП ЛНС) плоскости BCD под прямым углом к горизонтальной проекции горизонтали - получаем точку 2 (рис. 2.26). Затем строим фронтальную проекцию этой точки – $2'$. Фронтальная проекция линии наибольшего ската (ФП ЛНС) пройдет через точки d' и $2'$. Натуральную величину линии наибольшего ската $D\Pi$ определим способом прямоугольного треугольника. Угол α между линией наибольшего ската и ее горизонтальной проекцией определяет наклон плоскости BCD к плоскости H .

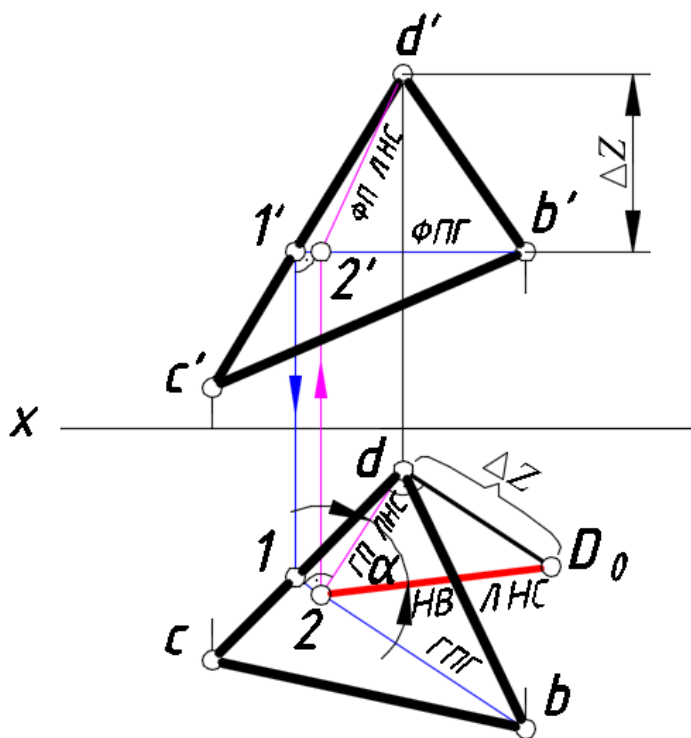


Рис. 2.26

1.1.12. Построение следов плоскости

Каждый след плоскости представляет собой прямую линию, для построения которой необходимо определить две ее точки (одной из них может служить точка схода следов на оси проекций). Если известно направление следа плоскости, достаточно построить одну точку, принадлежащую искомому следу.

На рис. 2.27 показано построение следов плоскости, заданной треугольником BCD . Горизонтальный след плоскости определен построением горизонтальных следов M_1 и M_2 прямых BC и CD , принадлежащих плоскости.

Фронтальный след плоскости построен с помощью определения одного фронтального следа N_1 прямой CD и использования в качестве второй точки – точки схода следов P_X .

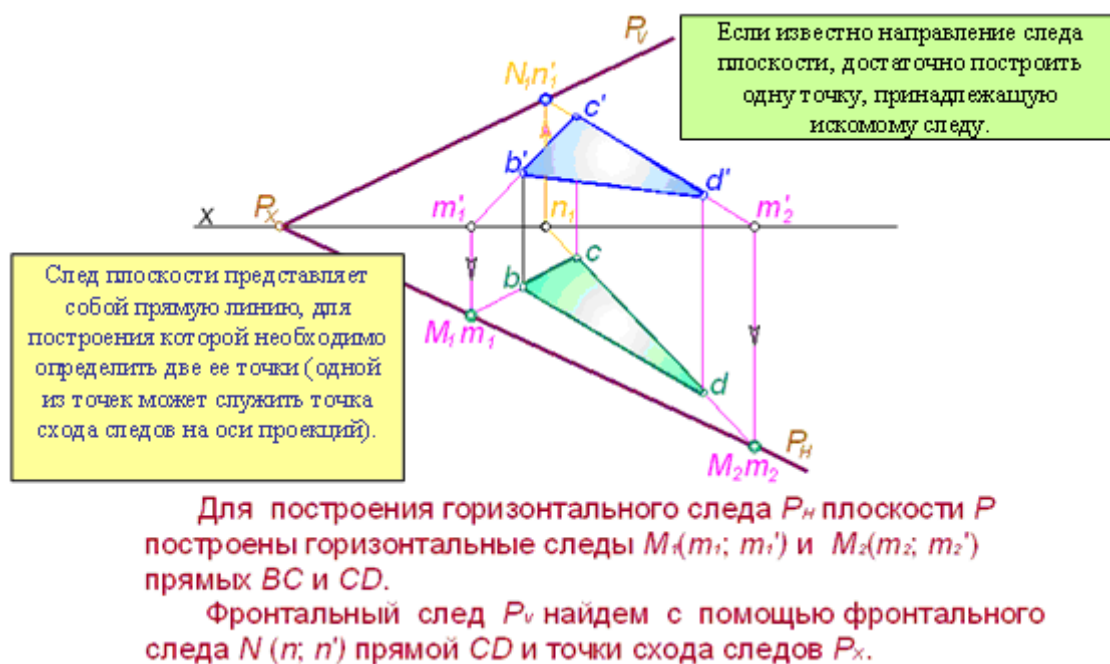


Рис. 2.27

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем заключается сущность метода проекций?
2. Перечислите основные свойства центрального проецирования.
3. Перечислите основные свойства параллельного проецирования.
4. Какие виды параллельных проекций вы знаете?
5. Какие требования предъявляются к проекционным изображениям?
6. Что называется эпюром?
 1. Чем определяется проекция прямой линии?
 2. Какое положение может занимать прямая линия относительно плоскостей проекций?
 3. Какую прямую называют прямой общего положения?
 4. Какие прямые относятся к линиям уровня? Перечислите их основные свойства.
 5. Какие прямые относятся к проецирующим? Перечислите их основные свойства.
 6. Как определить истинную величину отрезка прямой общего положения и угол наклона прямой к горизонтальной плоскости проекций?
 7. Как определить угол наклона прямой к фронтальной плоскости проекций?
 8. Как могут быть расположены в пространстве две прямые линии?
 9. Что называют следом прямой?
 10. Как построить горизонтальный и профильный следы прямой?
 11. Перечислите способы задания плоскости.
 12. Какое положение может занимать плоскость относительно плоскостей проекций?

13. Какие плоскости относятся к плоскостям уровня? Перечислите их основные свойства.

14. Какие плоскости относятся к проецирующим? Перечислите их основные свойства.

15. Когда прямая принадлежит плоскости?

16. Когда точка принадлежит плоскости?

17. Перечислите и изобразите главные линии плоскости.

18. Что такое след плоскости?

19. Как построить горизонтальный и профильный следы плоскости?

21. Как построить недостающую проекцию точки или линии в плоскости по заданной одной проекции?

22. Начиная с какой проекции чертят горизонталь; линию наибольшего ската плоскости к горизонтальной плоскости проекций?

23. С какой проекции начинают чертить фронталь, линию наибольшего ската плоскости к фронтальной плоскости проекций?

24. Как определить угол наклона плоскости к горизонтальной плоскости проекций?

25. Как определить угол наклона плоскости к фронтальной плоскости проекций?