

### 3.4. Способы преобразования чертежа

Многие задачи решаются проще, если элементы чертежа находятся в частных положениях. Например, для отрезка прямой уровня одна проекция равна натуральной величине и угол наклона к одной из плоскостей проекций проецируется в натуральную величину. Для плоскостей уровня на одной проекции все элементы этой плоскости определяются в натуральную величину и т.д. Существуют разные способы преобразования элементов чертежа из общих положений в частные. Ниже рассматриваются некоторые из них.

#### 3.4.1. Вращение вокруг проецирующих прямых

При вращении вокруг некоторой неподвижной прямой (*ось вращения -  $O$* ), перпендикулярной плоскости проекций, каждая точка вращаемой фигуры перемещается в плоскости, перпендикулярной оси вращения (*плоскость вращения -  $\alpha$* ). Точка перемещается по окружности, центр которой находится в точке пересечения оси с плоскостью вращения (*центр вращения -  $C$* ), а радиус окружности равняется расстоянию от вращаемой точки до центра (*радиус вращения -  $R$* ). Если какая-либо из точек данной системы находится на оси вращения, то при вращении системы эта точка считается неподвижной.

**Пример 5.** Определить натуральную величину отрезка прямой  $AB$  и угол наклона его к плоскости проекций  $\Pi_2$  (рис. 27).

Для этого отрезок  $AB$  надо повернуть до положения горизонтали. Ось вращения  $O$  выбрана перпендикулярно  $\Pi_2$  через точку  $A$  отрезка  $AB$ . Поэтому точка  $A$  остается неподвижной, а точка  $B$  вращается вокруг оси по окружности. На чертеже  $B_2$  перемещается в положение  $B_2^1$  по окружности, радиус  $R$  которой равен фронтальной проекции отрезка  $A_2B_2$ . Горизонтальная проекция точки  $B$  перемещается в плоскости  $\varepsilon$  перпендикулярно оси вращения  $O$  в положение  $B_1^1$ . Отрезок  $A_1B_1^1$  равен натуральной величине отрезка  $AB$ . Способом вращения удобно определять натуральную величину ребер пирамиды и образующих наклонного конуса.

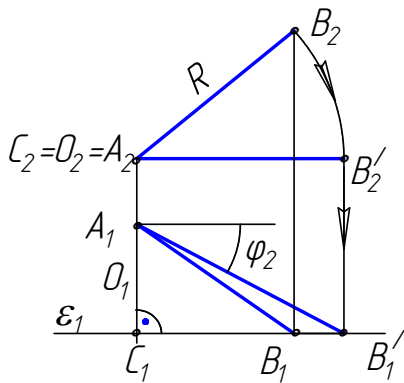


Рис. 27. Способ вращения вокруг проецирующей прямой

#### 3.4.2. Способ плоскопараллельного перемещения

При вращении элементов чертежа вокруг проецирующих прямых одна проекция элементов не изменяется по величине и форме, поэтому одной проекции сразу можно придать положение, удобное для решения задачи, считая, что вращение произошло. При этом ось вращения на чертеже не указывают. Точки фигуры другой проекции перемещаются в плоскостях, параллельных плоскости проекций – плоскостях уровня.

Этим способом удобно определять натуральную величину проецирующей фигуры.

**Пример 6.** Определить натуральную величину треугольника ABC (рис. 28). Фронтальную проекцию треугольника  $A_2B_2C_2$  одновременно поворачивают до положения плоскости уровня, т.е. располагают параллельно плоскости  $\Pi_1$ , и плоско параллельно переносят в новое положение -  $A_2^1B_2^1C_2^1$ . При этом горизонтальные проекции треугольника  $A_1B_1C_1$  перемещаются в плоскостях  $\varepsilon_1^1, \varepsilon_1^2$ , и  $\varepsilon_1^3$ , параллельных  $\Pi_1$  (параллельно оси  $Ox$ ). От фронтальных проекций  $A_2^1B_2^1C_2^1$  проводят линии связи перпендикулярно оси  $Ox$  до линий перемещения горизонтальных проекций точек треугольника  $A_1B_1C_1$ .

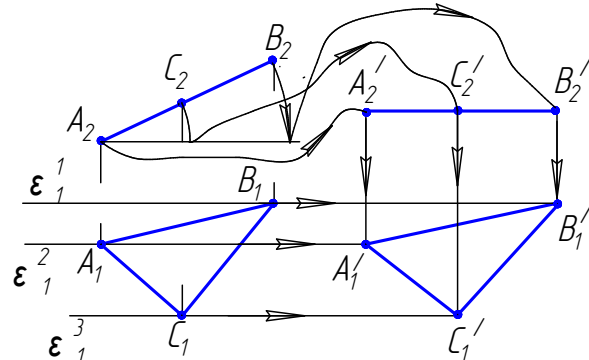


Рис. 28. Определение натуральной величины треугольника

### 3.4.3. Способ замены плоскостей проекций. Замена одной плоскости проекций

Сущность способа заключается в том, что положение точек, линий и поверхностей в пространстве остается неизменным, а система плоскостей проекций  $\Pi_1, \Pi_2$  дополняется плоскостями, образующими с  $\Pi_1$ , или  $\Pi_2$ , или между собой системы двух взаимно перпендикулярных плоскостей, принимаемых за плоскости проекций. В ряде случаев достаточно замены одной плоскости проекций, в других случаях необходимы две и более замены.

На рис. 29 в системе плоскостей проекций  $\Pi_1/\Pi_2$  точка A имеет проекции  $A_1$  и  $A_2$ , а в системе плоскостей проекций  $\Pi_1/\Pi_4$  эта точка имеет проекции  $A_1$  и  $A_4$ . В ряде случаев для решения задачи достаточно замены только одной плоскости проекций, а в других случаях необходимы две и более замены плоскостей проекций.

При замене плоскости  $\Pi_1$  новой плоскостью, перпендикулярной  $\Pi_2$ , координата Y остается неизменной, а при замене плоскости  $\Pi_2$  новой плоскостью неизменной остается координата Z.

Замены одной плоскости проекций достаточно для решения следующих задач:

1) преобразования отрезка прямой в прямую уровня;

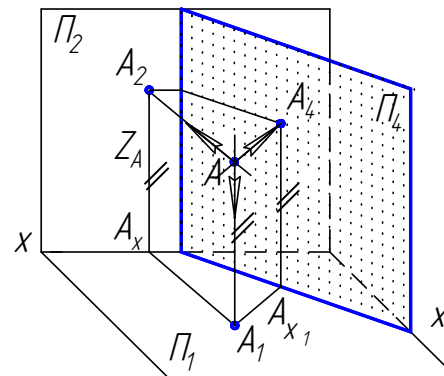
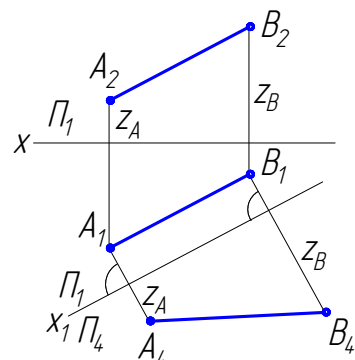


Рис. 29. Модель замены плоскостей проекций



2) преобразования плоскости общего положения в проецирующую плоскость и др.

**Пример 7.** Определить натуральную величину и угол наклона его к плоскости проекций  $\Pi_1$  (рис. 30). Новая плоскость  $\Pi_4$  выбрана параллельно отрезку  $AB$  и перпендикулярно  $\Pi_1(x_1 \parallel A_1B_1)$ . Линии связи от точек  $A_1$  и  $B_1$  проводятся  $\perp$  к оси  $x_1$ . Чтобы построить проекции точек  $A_4$  и  $B_4$  на плоскости  $\Pi_4$ , на линиях связи откладывают координаты  $Z$  точек  $A$  и  $B$  ( $z_A$  и  $z_B$ ). На эту плоскость отрезок проецируется в натуральную величину ( $A_4B_4 = |AB|$ ).

отрезка прямой  $AB$

Рис. 30. Определение натуральной величины отрезка прямой

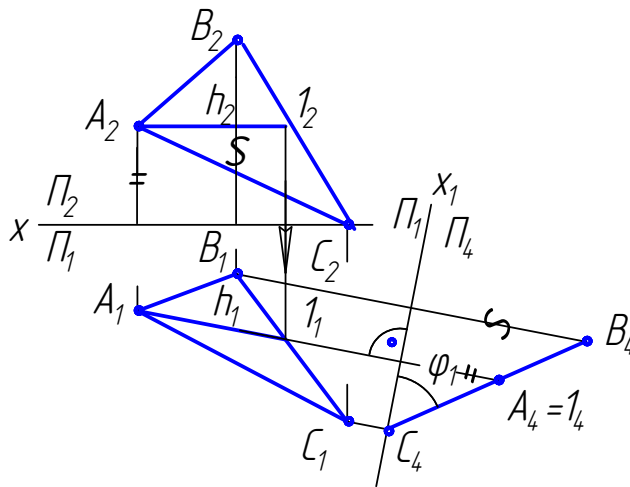


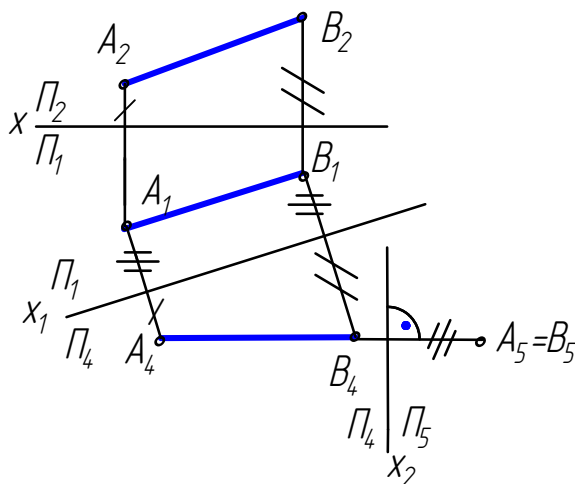
Рис. 30. Определение натуральной величины отрезка прямой

**Пример 8.** Определить угол наклона плоскости треугольника  $ABC$  к плоскости проекций  $\Pi_1$  (рис. 31). Для решения задачи надо плоскость общего положения преобразовать во фронтально-проецирующую. Сначала в треугольнике проводят горизонталь  $h$ . Новую плоскость проекций  $\Pi_4$  проводят перпендикулярно  $\Pi_1$  и  $h_1$ . На плоскость  $\Pi_4$  треугольник  $ABC$  проецируется в отрезок. Угол наклона  $\varphi_1$  плоскости треугольника определяется как угол между проецирующим следом плоскости  $A_4B_4C_4$  и осью  $x_1$ .

Рис. 31. Определение угла наклона плоскости треугольника  $ABC$  к плоскости проекции  $\Pi_1$

#### 3.4.4. Замена двух и более плоскостей проекций

При второй и последующих заменах плоскостей проекций поступают так же, как и при первой замене, принимая результат предыдущей замены за исходную систему.



**Пример 9.** Преобразовать прямую общего положения  $AB$  в проецирующую (рис. 32).

Сначала введена плоскость  $\Pi_4$ , параллельная отрезку прямой  $AB$  ( $x_1 \parallel A_1B_1$ ) и перпендикулярная  $\Pi_1$ .  $A_4B_4$  – натуральная величина прямой  $AB$ . При второй замене введена плоскость проекций  $\Pi_5$ ;  $\Pi_5 \perp A_4B_4$ ;  $\Pi_5 \perp \Pi_4$ . Чтобы построить проекции прямой  $AB$  на плоскость  $\Pi_5$ , надо расстояния от проекций точек  $A_1$  и

$B_1$  до оси  $x_1$  (они равны) отложить от оси  $x_2$ . Проекции точек  $A_5$  и  $B_5$  совпадут.

Рис. 32. Преобразование прямой общего положения в проецирующую

**Пример 10. Определить натуральную величину треугольника  $ABC$  (рис. 33).**

$\triangle ABC$  – плоскость общего положения, которая при первой замене плоскости проекций ( $\Pi_4 \perp h_1$ ) преобразована в проецирующую  $A_4B_4C_4$  плоскость. При второй замене плоскостей проекций введена плоскость  $\Pi_5$ ;  $\Pi_5 \parallel A_4B_4C_4$  и  $\Pi_5 \perp \Pi_4$ . На плоскость  $\Pi_5$   $\triangle ABC$  проецируется в натуральную величину. Натуральная величина треугольника всегда больше любой из его проекций.

Замена двух плоскостей проекций необходима для определения натуральной величины плоской фигуры общего положения, определения расстояния между параллельными прямыми общего положения и других задач.

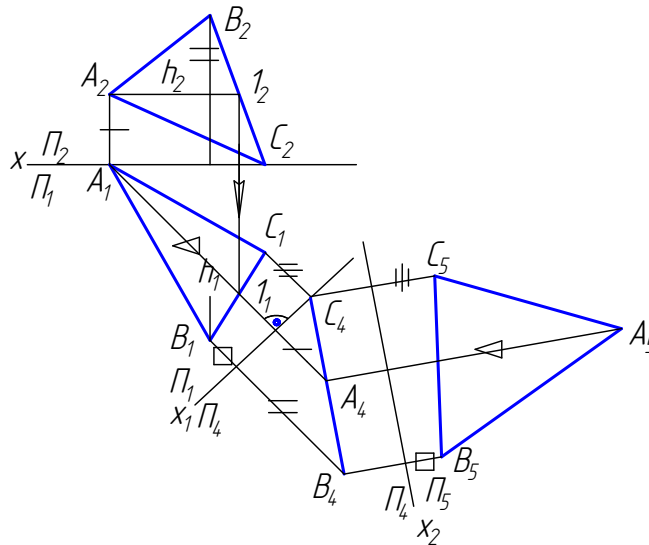


Рис. 33. Определение натуральной величины треугольника

### Вопросы для самопроверки

1. Назвать элементы, связанные со способом вращения вокруг проецирующих прямых.
2. Как определить натуральную величину плоской фигуры способом плоскопараллельного перемещения?
3. В чем заключается сущность способа замены плоскостей проекций?
4. Чему равно расстояние между двумя параллельными плоскостями?
5. Как определить натуральную величину отрезка прямой и углы ее наклона к плоскостям проекций способом замены плоскостей проекций?
6. Как определить натуральную величину плоскости треугольника общего положения способом замены плоскостей проекций?