

1. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА (ИЗМЕНЕНИЕ ПОЗИЦИИ)

1.1. Необходимость преобразований комплексного чертежа (эпюра)

Трудоемкость и, как следствие, точность графического решения задач часто зависят не только от сложности задач, но и от того, какое положение занимают геометрические фигуры, входящие в условие задачи, по отношению к плоскостям проекций. Проецируемая фигура может занимать по отношению к плоскостям проекций произвольное или частное положение.

В первом случае, как правило, получаются проекции, неудобные для решения задач. Решение задачи значительно упрощается, когда мы имеем дело с частным расположением геометрических фигур относительно плоскостей проекций. Наиболее выгодным частным положением проецируемой фигуры при ортогональном проецировании следует считать:

- положение, перпендикулярное к плоскости проекций, – при решении позиционных задач;
- положение, параллельное плоскости проекций, – для решения метрических задач.

Таким образом, при решении той или иной задачи бывает целесообразным приведение фигуры к частному положению.

Переход от общего положения геометрической фигуры к частному можно осуществлять изменением взаимного положения проецируемой фигуры и плоскости проекции. При ортогональном проецировании это может быть достигнуто двумя путями:

- перемещением в пространстве проецируемой фигуры по отношению к плоскости проекций;
- выбором новой плоскости проекций по отношению к проецируемой фигуре.

Первый путь лежит в основе плоскопараллельного перемещения, второй – составляет теоретическую базу способа замены плоскостей проекций.

1.2. Задачи преобразований комплексного чертежа

Все метрические и позиционные задачи можно свести к одной из следующих четырех задач.

Задача 1. Преобразовать комплексный чертеж так, чтобы прямая общего положения AB оказалась параллельной одной из плоскостей проекций, т. е. прямой уровня (горизонталь, фронталь) новой системы.

Для решения этой задачи первым путем необходимо уяснить, как происходит перемещение геометрического объекта в пространстве. Наиболее простое перемещение – это вращение объекта вокруг заданной или выбранной оси. Способ преобразования эпюра, при котором используется это перемещение, называется способом вращения. Рассмотрим вращение точки A вокруг заданной оси i (рис. 1).

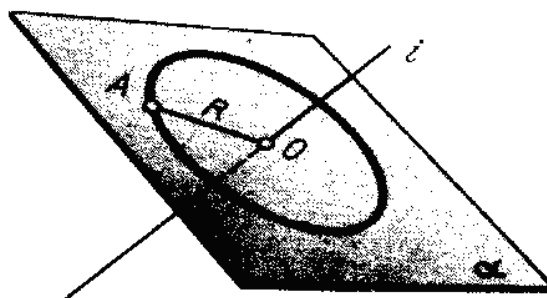


Рис. 1. Вращение точки вокруг оси i в плоскости α

Точка A , вращаясь вокруг оси i , опишет окружность, плоскость α которой перпендикулярна этой оси. Центр окружности O расположен в точке пересечения оси вращения i с плоскостью α , в которой и вращается точка. Радиус R окружности определится как расстояние от точки A до оси вращения.

Если плоскость проекций параллельна оси i , то проекция траектории вращающейся точки на эту плоскость проекций представит собой прямую линию, перпендикулярную проекции оси на ту же плоскость. Если же плоскость проекций перпендикулярна оси вращения, то ось вращения i проецируется на плоскость проекций в точку, которая явится центром окружности, т. е. проекции траектории перемещения точки (рис. 2). Эта окружность проецируется в свою натуральную величину, так как она идентична пространственной окружности.

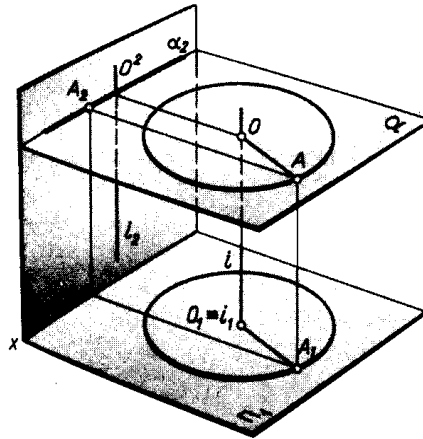


Рис. 2. Ось вращения i и плоскость вращения α для точки a в системе плоскостей проекций Π_1 / Π_2

Рассмотрим теперь решение задачи 1.

Если прямая параллельна плоскости π_1 или π_2 , то одна из ее проекций должна быть параллельна оси $x_{1,2}$, а если этой оси на эюре нет, то одна из проекций прямой должна располагаться под прямым углом относительно линии проекционной связи.

Следовательно, решая задачу о расположении прямой AB (a) параллельно π_2 (рис. 3), придется повернуть горизонтальную проекцию A_1B_1 прямой так, чтобы она стала параллельно оси x либо перпендикулярно линии связи на плоскости π_1 на показанном изображении.

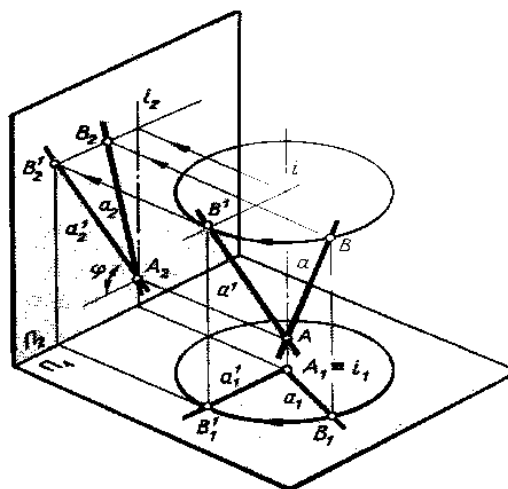


Рис. 3. Поворот прямой a вокруг оси i в пространственной системе

Для реализации поворота ось вращения i нужно сориентировать перпендикулярно плоскости π_1 . На рис. 3 ось вращения проведена через точку $A \in a$, которая при вращении прямой будет неподвижна. Что касается любой другой точки, например $B (B \in a)$, то она и ее горизонтальная проекция опишут дуги окружности. Угол поворота точки B определяется условием перпендикулярности новой проекции a'_1 прямой a к линии проекционной связи. Эта же операция в эпюрном варианте выполнена на рис. 4.

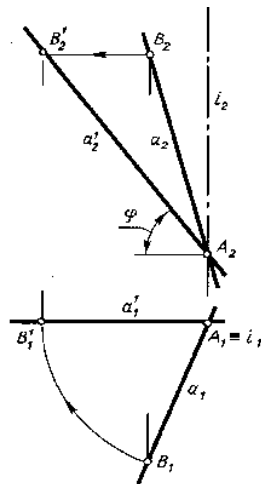


Рис.4. Преобразование прямой AB в линию уровня AB' (фронталь)

В результате такого поворота на плоскость π_2 без искажения проецируются и отрезок AB , и угол φ , который прямая a составляет с плоскостью π_1 .

Вращением вокруг оси i , перпендикулярной плоскости π_2 , прямую можно повернуть до положения, параллельного плоскости π_1 (рис. 5). В этом случае фронтальная проекция прямой после ее поворота должна оказаться перпендикулярной линии проекционной связи. На плоскость π_1 без искажения проецируются отрезок AB и угол ψ , образуемый этой прямой с плоскостью π_2 .

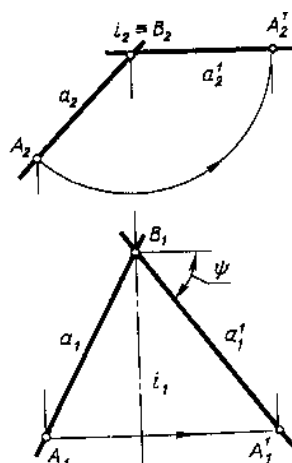


Рис. 5. Преобразование произвольной прямой AB в $A'B'$ (горизонталь)

Итак, однократным поворотом вокруг проецирующей прямой (оси) прямую общего положения можно расположить параллельно одной из плоскостей проекций, т. е. преобразовать прямую общего положения в прямую линии уровня.

Процесс вращения точки вокруг выбранной оси можно объединить с линейным перемещением этой оси, т. е. выполнить своеобразный сдвиг в пространстве и оси и точки.

Такой процесс в механике именуется плоскопараллельным перемещением объектов. В начертательной геометрии подобный способ преобразования комплексного чертежа (эпюра) так и называется – способ плоскопараллельного перемещения.

Если осью вращения объектов в пространстве выбирается след заданной произвольной плоскости, то перемещение обычно выполняется до совмещения этой произвольной плоскости с одной из плоскостей проекций. Такой способ преобразования комплексного чертежа называется способом совмещения. Эти способы предлагается рассмотреть самостоятельно, пользуясь соответствующей учебной литературой.

Для решения задачи вторым путем необходимо заменить плоскость проекций π_1 или π_2 новой плоскостью проекций π_4 , параллельной прямой AB и перпендикулярной к незаменяемой плоскости проекций. Чтобы прямая AB в новой системе плоскостей проекций стала, например, фронталью, нужно заменить фронтальную плоскость проекций π_2 новой плоскостью $\pi_4 \perp \pi_1$ и параллельной прямой AB (рис. 6).

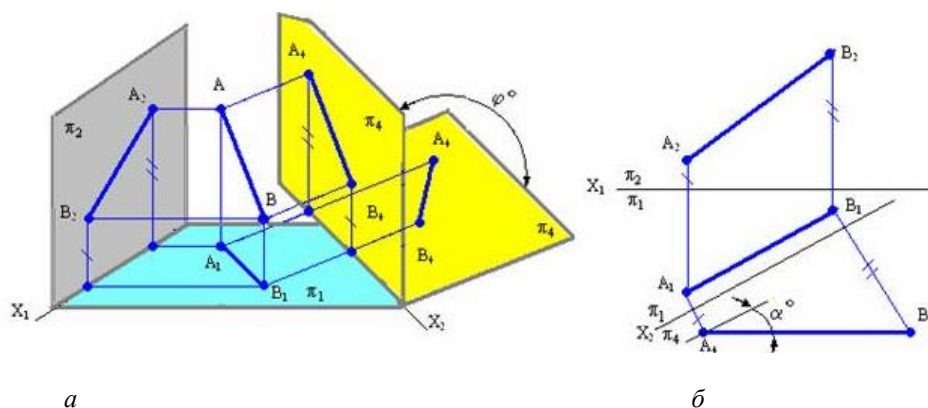


Рис. 6. Преобразования прямой общего положения в прямую уровня:
a – в пространстве; *б* – на комплексном чертеже

Рассмотрим подробно этапы построения на комплексном чертеже, необходимые для решения первой основной задачи на преобразование комплексного чертежа:

- провести новую ось проекций $x_{1,4}$ параллельно A_1B_1 на произвольном расстоянии от нее; такое положение оси $x_{1,4}$ обуславливается тем, что π_1 параллельна AB . В частном случае, если плоскость π_4 проведена непосредственно через прямую AB , ось $x_{1,4} = A_1B_1$;
- выбрать на прямой две точки $A(A_1A_2)$ и $B(B_1B_2)$;
- построить проекции точек A и B на плоскости π_4 .

Прямая A_4B_4 является проекцией прямой AB на плоскость π_4 . Прямая AB в новой системе плоскостей проекций π_1/π_4 является фронталью. Отрезок $[AB]$ прямой проецируется на плоскость π_4 в истинную величину, т. е. $|A_4B_4| = |AB|$, $\angle \alpha$ – величина угла наклона прямой AB к плоскости π_1 .

Задача 2. Преобразовать комплексный чертеж так, чтобы линия общего положения AB стала проецирующей.

Для того чтобы прямую общего положения преобразовать в проецирующую, необходимо выполнить две последовательные замены плоскостей проекций. Вначале прямую общего положения следует преобразовать в линию уровня, а затем линию уровня преобразовать в проецирующую прямую (рис. 7).

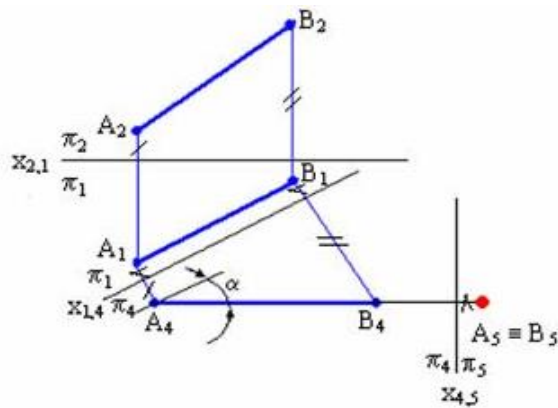


Рис. 7. Преобразование прямой AB общего положения в проецирующую прямую

Для решения задачи необходимо заменить плоскость π_2 исходной системы π_2/π_1 плоскостью $\pi_4 \parallel A_1B_1$, при этом плоскость π_4 будет перпендикулярна π_1 , так как $AB \parallel \pi_4$ и образует с ней новую систему плоскостей проекций π_1/π_4 . Порядок построений на комплексном чертеже следующий:

- провести новую ось проекций $x_{1,4} \parallel A_1B_1$;
- построить проекции точек A и B на плоскость π_4 , взяв координаты точек из плоскости π_2 ;
- заменить плоскость π_1 на новую π_5 , которая будет перпендикулярна π_4 и A_4B_4 . Для этого нужно провести новую ось проекций $x_{4,5}$, перпендикулярную проекции A_4B_4 .

Так как расстояния от точек A и B до плоскости π_4 одинаковы ($A_1B_1 \parallel x_{1,4}$), то проекции их на плоскости π_5 совпадут ($A_5 \equiv B_5$), прямая AB (A_5B_5) в новой системе плоскостей проекций заняла проецирующее положение и стала горизонтально-проецирующей.

Прямую общего положения преобразовать в проецирующую прямой однократной заменой плоскости проекций нельзя. Новая плоскость π_4 , перпендикулярная прямой, не будет перпендикулярна ни одной из «старых» плоскостей проекций. А это значит, что плоскость π_4 не сможет образовать ни с одной из имеющихся плоскостей прямоугольной системы плоскостей проекций, что является неперенным условием системы.

Задача 3. Преобразовать комплексный чертеж так, чтобы плоскость общего положения стала проецирующей (рис. 8).

Для решения задачи необходимо заменить плоскость π_1 или π_2 исходной системы π_2/π_1 новой плоскостью π_4 , перпендикулярной плоскости $\Sigma (ABC)$.

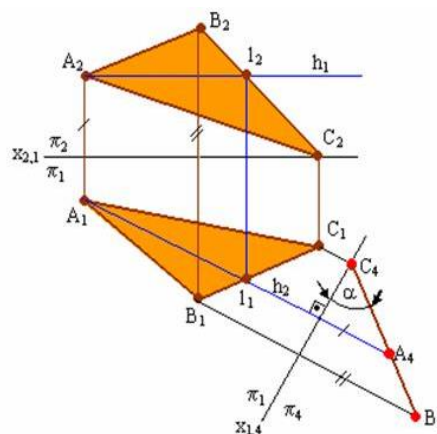


Рис. 8. Преобразование плоскости общего положения в проецирующую плоскость

Две плоскости взаимно перпендикулярны, если одна из них проходит через прямую, перпендикулярную к другой плоскости. Следовательно, если какую-либо прямую, принадлежащую плоскости Σ , преобразовать в проецирующую, то и плоскость Σ в новой системе плоскостей проекций станет проецирующей. Проще всего для этой цели воспользоваться линией уровня h .

На чертеже (см. рис. 8) плоскость $\Sigma (ABC)$ преобразована во фронтально-проецирующую путем преобразования горизонтали $h (h_1, h_2)$, принадлежащей плоскости, во фронтально-проецирующую прямую.

В новой системе плоскостей проекций π_1/π_4 плоскость Σ является фронтально-проецирующей ($\Sigma \perp \pi_4$), и поэтому ее проекция на π_4 вырождается в прямую линию $\Sigma_4 (C_4, A_4, B_4)$. Это значит, что $\angle \alpha$ – величина угла наклона плоскости Σ к плоскости π_1 .

Эта же задача может решаться способом вращения заданной плоскости вокруг выбранной в существующей системе плоскостей проекций оси i (рис. 9).

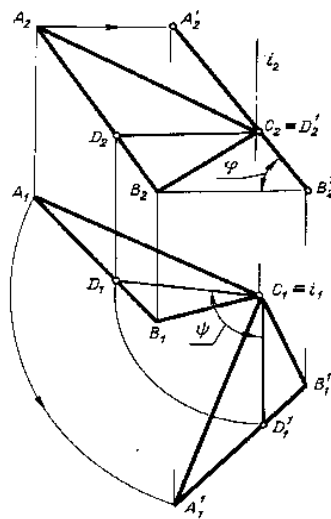


Рис. 9. Преобразование произвольной плоскости во фронтально-проецирующую плоскость

Выбираем будущую ось вращения заданной плоскости, располагая ее перпендикулярно к одной из имеющихся плоскостей проекций (в данном случае перпендикулярно π_1). Для упрощения построений желательно выбранную ось связать с проекцией одной из вершин треугольника ABC . Поэтому горизонтальную проекцию оси i размещаем в точке C_1 . По линии связи выстраиваем фронтальную проекцию оси вращения. Так как ось i перпендикулярна плоскости π_1 , то горизонтальная проекция треугольника не будет изменять ни линейных, ни угловых размеров, а будет менять только свое положение. При этом проекции вершин A_1 и B_1 будут перемещаться по дугам окружностей, радиусы которых определяются соответствующими сторонами проекции треугольника. Проекция точки C (C_1) не перемещается, так как она находится на оси вращения. Величину перемещения точек A_1 и B_1 наиболее удобно отследить по линии уровня CD (в этом случае горизонтали) данного треугольника. Как только горизонтальная проекция C_1D_1 займет положение, перпендикулярное оси x (или параллельное линиям связи), перемещение горизонтальной проекции ΔABC останавливаем. Фронтальная проекция отрезка CD при этом станет точкой $C_2 \equiv D_2$.

Фронтальные проекции вершин треугольника A_2, B_2 при вращении вокруг оси i будут перемещаться по прямым линиям, перпендикулярным проекции оси (i_2). Окончательное положение точек A_2 и B_2 определится линиями связи, проведенными от горизонтальных проекций этих точек. Точка C_2 останется на прежнем месте. Таким образом, все три фронтальные проекции вершин треугольника ABC окажутся на одной прямой линии. Это

означает, что после преобразования ΔABC превратится во фронтально-проецирующую плоскость.

Задача 4. Преобразовать комплексный чертеж так, чтобы плоскость общего положения стала плоскостью уровня (параллельной одной из плоскостей проекций) новой системы (рис. 10).

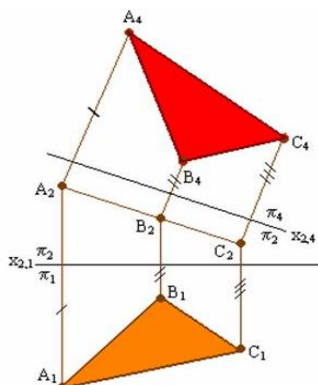


Рис. 10. Преобразование положения плоскости ABC

Рассмотрим вначале упрощенный вариант преобразования. Допустим, что заданная плоскость является фронтально-проецирующей.

Заменим плоскость π_1 новой плоскостью проекций π_4 , параллельной плоскости ΔABC и перпендикулярной неизменяемой плоскости π_2 . Это значит, что новая ось проекций $x_{2,4}$ проводится параллельно фронтальной проекции A_2, B_2, C_2 (расстояние между ними произвольное). Линии связи проводятся из точек A_2, B_2, C_2 перпендикулярно оси $x_{2,4}$. От этой оси на плоскости π_4 откладываются отрезки, длина которых измеряется на горизонтальной плоскости проекций. Так, например, расстояние от точки A_1 до оси $x_{2,1}$ (координата y) в старой системе должно соответствовать расстоянию от оси $x_{2,4}$ до точки A_4 в новой системе и т. д. В новой системе плоскостей проекций π_2/π_4 плоскость ΔABC станет параллельной плоскости π_4 , т. е. станет горизонтальной плоскостью уровня. Так как плоскость треугольника ABC параллельна π_4 , то отображение этого треугольника на π_4 будет в натуральную величину.

Плоскость же общего положения преобразовать в плоскость уровня заменой только одной плоскости проекций нельзя, так как плоскость π , параллельная ей, не будет перпендикулярна ни одной из старых плоскостей проекций и, следовательно, не образует ни с одной из них прямоугольной системы плоскостей проекций. Чтобы плоскость общего положения преобразовать в плоскость уровня, необходимо выполнить две последовательные замены плоскостей проекций (рис. 11).

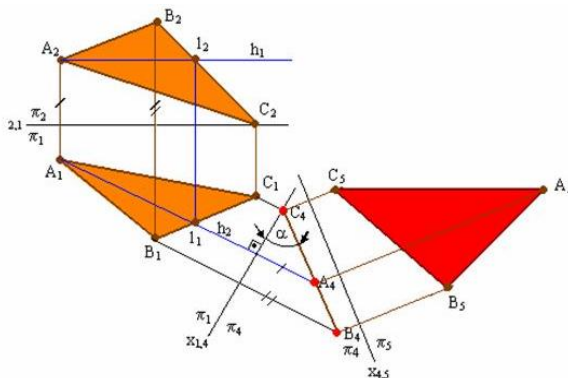


Рис. 11. Решение задачи 4 на преобразование плоскости общего положения в плоскость уровня

Вначале плоскость необходимо преобразовать в проецирующую, т. е. решить задачу 3 на преобразование комплексного чертежа, а затем, вводя плоскость π_5 , перпендикулярно уже введенной плоскости π_4 , проецирующую плоскость (C_4, B_4, A_4) преобразовать в плоскость уровня. Процесс преобразования и построения новых проекций ясен из рис. 68 и предыдущих рисунков.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют основные способы преобразования эпюра?
2. Какое положение в системе плоскостей проекций может занимать ось вращения и от чего это зависит?
3. Как перемещается в пространстве точка при вращении ее вокруг оси?
4. Как перемещаются проекции точки при вращении этой точки вокруг проецирующей прямой?
5. Как перемещаются проекции точки при вращении точки в пространстве вокруг линии уровня?
6. Как должна располагаться ось вращения прямой или ее отрезка, чтобы эта прямая могла оказаться горизонталью либо фронталью?
7. Как нужно располагать дополнительные плоскости проекций, чтобы прямую общего положения преобразовать: а) в прямую уровня; б) в проецирующую прямую?
8. Как нужно располагать дополнительные плоскости проекций, чтобы плоскость общего положения преобразовать: а) в проецирующую плоскость; б) в плоскость уровня?

2. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА (МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ)

2.1. Общие положения

Метрическими называются задачи, связанные с измерением расстояний и углов. В них определяются действительные величины и форма геометрических фигур, расстояния между ними и другие характеристики по их метрически искаженным проекциям. Решение метрических задач основано на том, что геометрическая фигура, принадлежащая плоскости, параллельной плоскости проекций, проецируется на нее в конгруэнтную ей фигуру (см. аксиомы проецирования). Поэтому при решении метрических задач широко используются способы преобразования комплексного чертежа (эпюра).

Рассмотрим три группы метрических задач. К первой группе относятся задачи, в которых требуется найти расстояние между двумя геометрическими фигурами; ко второй – задачи на определение действительных величин плоских фигур и углов; к третьей группе принадлежат задачи, связанные с построением в плоскости общего положения геометрических фигур по заданным размерам.

2.2. Задачи на определение расстояний между объектами

Искомое расстояние во всех задачах этой группы измеряется длиной отрезка, заключенного между заданными геометрическими фигурами и перпендикулярного к одной из них или одновременно к обеим. Этот отрезок проецируется в конгруэнтный ему отрезок на плоскость проекций, которая будет перпендикулярна одной или обеим геометрическим фигурам, между которыми определяется расстояние. Алгоритм решения задач этой группы будет следующим:

1. Одним из способов преобразования комплексного чертежа привести обе заданные геометрические фигуры (или одну из них) в положение, перпендикулярное какой-либо плоскости проекций.

2. Построить проекцию искомого отрезка на эту плоскость. Выбирая способ преобразования комплексного чертежа при составлении алгоритма, следует учитывать требования к компактности чертежа, четкость и возможную простоту графических операций.

Задача 1. Определить расстояние от точки M до прямой AB общего положения.

Искомое расстояние измеряется длиной отрезка MN , т. е. перпендикуляра, опущенного из точки M на прямую AB . Отрезок $[MN]$ спроецируется в конгруэнтный ему отрезок на плоскость проекций, перпендикулярную прямой AB (рис. 12).

Составляем алгоритм решения:

- преобразовать прямую AB в проецирующую прямую способом замены плоскостей проекций;
- построить проекцию отрезка $[MN]$ на плоскость $\pi_5 \perp AB$, длина которого M_5N_5 определяет искомое расстояние.

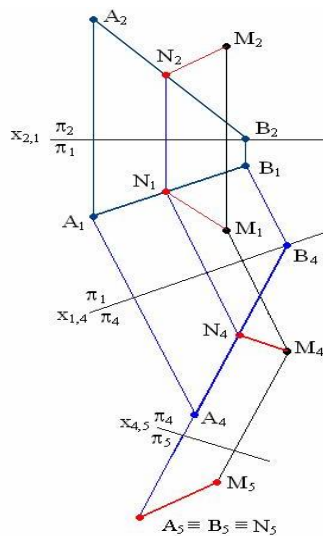


Рис. 12. Определение расстояния от точки до прямой

Для преобразования прямой AB общего положения в проецирующую прямую выполнены две последовательные замены плоскостей проекций. Вначале прямая AB преобразована в линию уровня, затем линия уровня преобразована в проецирующую прямую.

На первом этапе решения этой задачи проводится новая ось проекций $x_{1,4}$, так как вводится плоскость π_4 , располагающаяся параллельно прямой AB . Это означает, что новая ось проекций строится параллельно горизонтальной проекции этого отрезка. Расстояние между ними может быть любым. Для построения проекций точек A_4 и B_4 строятся линии проекционной связи из точек A_1 и B_1 относительно оси $x_{1,4}$ и от этой оси откладываются аппликаты данных точек. Аналогично строится проекция точки M (M_4). Опуская перпендикуляр из построенной точки M_4 на проекцию A_4B_4 , находим его основание – точку N_4 , по которой можно построить проекции N_1 и N_2 .

На втором этапе вводится еще одна плоскость проекций – плоскость π_5 . Она задается перпендикулярно и плоскости π_4 , и отрезку AB . На эпюре же вводится ось проекций $x_{4,5}$, располагающаяся перпендикулярно проекции A_4B_4 . Расстояние от проекции A_4B_4 до оси проекций может быть произвольным. Аппликаты точек A, B, M, N замеряют на плоскости π_1 , как расстояния от соответствующей точки до оси проекций $x_{1,4}$. Найденный отрезок A_5M_5 (N_5M_5) и представляет собой кратчайшее расстояние от точки M до отрезка AB . $[M_5N_5] \equiv [MN]$. Показано и построение проекций $[M_4N_4]$, $[M_1N_1]$ и $[M_2N_2]$ отрезка $[MN]$.

Задача 2. Определить расстояние между двумя прямыми a и b (рис. 13).

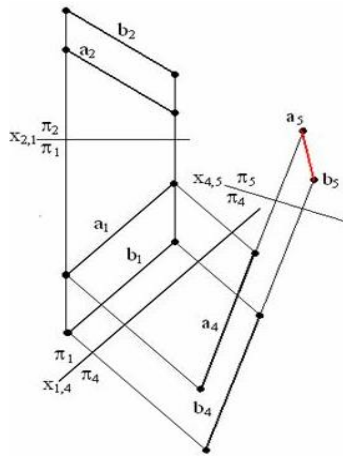


Рис. 13. Определение натурального расстояния между параллельными прямыми

Для решения задачи необходимо выполнить две замены плоскостей проекций. Вначале прямые a и b необходимо сделать прямыми уровня. Для этого плоскость π_4 необходимо расположить параллельно a_1 и b_1 . Затем названные прямые необходимо расположить перпендикулярно плоскости π_5 . Расстояние между a_5 и b_5 будет натуральной величиной между параллельными прямыми a и b .

Задача 3. Определить расстояние от точки до плоскости.

Для определения расстояния от точки M до плоскости ΔABC необходимо плоскость треугольника общего положения преобразовать в плоскость проецирующую. Для этого нужно произвести замену плоскости проекций π_2 на π_4 перпендикулярно проекции горизонтали h_1 . Плоскость ΔABC преобразуется в линию $C_4A_4B_4$. На эту же плоскость π_4 спроецируется точка M (M_4). Перпендикуляр из M_4 на линию $C_4A_4B_4$ будет натуральной величиной расстояния от точки M до плоскости ΔABC . Построения для решения задачи приведены на рис. 14.

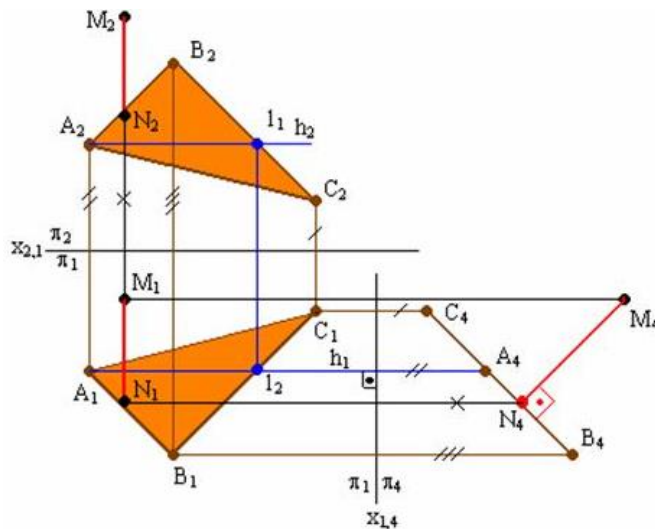


Рис. 14. Определение расстояния от точки до плоскости

Проекция перпендикуляра MN переносится в плоскости проекций π_1 и π_2 по соответствующим линиям связи. Проекция перпендикуляра M_1N_1 в плоскости π_1 располагается параллельно оси $x_{4,1}$, потому что в плоскости π_4 имеется ее натуральная величина.

Задачи 1–3 можно также решать по следующей схеме: вначале определить метрически искаженные проекции искомого отрезка, а затем способом прямоугольного треугольника определить его действительную величину.

2.3. Определение действительных величин плоских геометрических фигур

Общей схемой решения задач этой группы является приведение заданной плоской фигуры или плоскости угла в положение, параллельное одной из плоскостей проекций.

При выборе способа преобразования комплексного чертежа следует стремиться к простоте графических операций, их четкости и наименьшему количеству. Наиболее часто при решении задач применяются способы замены плоскостей проекций и вращения вокруг линии уровня. Способ вращения вокруг линии уровня является наиболее целесообразным для решения большинства задач данной группы, так как дает решение путем одного преобразования комплексного чертежа. К задачам данной группы можно отнести следующие.

Задача 1. Определение действительной величины плоской фигуры. Решение задачи дано в параграфе 6.2 (см. рис. 67, 68).

Задача 2. Определение угла между двумя пересекающимися прямыми. Она решается аналогично задаче 1 (см. рис. 69).

Задача 3. Определение величины угла, образованного прямой и плоскостью. Углом между прямой и плоскостью называется угол между этой прямой и ее прямоугольной проекцией на данную плоскость. Решение задачи приведено на рис. 15.

Для определения угла между прямой AB и плоскостью $\Sigma (a \parallel b)$ необходимо:

1). определить направление горизонтальной проекции горизонтали h_1 и фронтальной проекции фронтали f_1 плоскости $\Sigma (a \parallel b)$;

2). из произвольной точки M , принадлежащей прямой AB ($M \in AB$), провести прямую $M_2 5_2 \perp f_2$ и $M_1 5_1 \perp h_1$.

3). определить величину угла ψ вращением его вокруг горизонтали до положения, параллельного плоскости π_1 . Определить $\varphi = 90^\circ - \psi^\circ$.

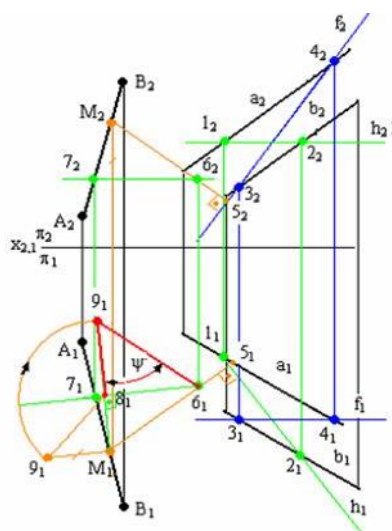


Рис. 15. Определение величины угла, образованного прямой и плоскостью

Задача 4. Определение величины угла между двумя пересекающимися плоскостями (рис. 16).

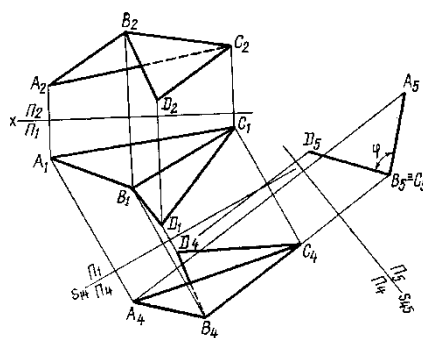


Рис. 16. Определение угла между двумя плоскостями

Для решения этой задачи необходимо линию пересечения заданных плоскостей преобразовать в прямую линию уровня, а затем в линию проецирующую.

Решение приведенной задачи сводится к построениям по замене системы плоскостей проекций π_1/π_2 на систему плоскостей проекций π_1/π_4 . Выполняется это преобразование таким образом, чтобы отрезок BC оказался параллельным плоскости π_4 . Затем выполняется второе преобразование – замена системы плоскостей проекций π_1/π_4 на систему плоскостей проекций π_4/π_5 . Задается плоскость π_5 так, чтобы она разместилась перпендикулярно отрезку BC . На комплексном чертеже это означает, что $B_4C_4 \perp$ оси S_{45} . Сами же заданные плоскости ABC и BCD в результате проведенных преобразований становятся проецирующими по отношению к плоскости проекций π_5 . Они проецируются в отрезки A_5B_5 и C_5D_5 (точки C_5 и D_5 совпадают). Линейный угол φ между отрезками и представляет собой искомую величину двугранного угла.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие задачи являются метрическими? На какие группы они подразделяются?
2. Какой алгоритм решения применяется при определении кратчайшего расстояния от точки до плоскости?
3. Какой алгоритм решения применяется при определении кратчайшего расстояния между двумя параллельными прямыми?
4. Какой алгоритм решения применяется при определении кратчайшего расстояния между двумя скрещивающимися прямыми?
5. В какой последовательности может решаться задача на определение действительной величины угла между двумя пересекающимися прямыми?
6. Какая последовательность построений позволяет отобразить линейный угол между двумя пересекающимися плоскостями?