

1. ЦЕЛИ ЗАДАНИЯ:

Целью данного задания является:

- 1) изучение основных закономерностей образования и построения комплексного чертежа;
- 2) графическое решение простейших позиционных и метрических задач на плоских изображениях;
- 3) изучение стандартов оформления чертежа, развитие и закрепление навыков их применения;
- 4) развитие пространственного, образного, логического мышления;
- 5) формирование у студента навыков изложения технических идей с помощью чертежа.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Исходными данными являются: условие задачи и координаты точек (определители) задаваемых фигур (геометрических объектов).

Условие задачи: построить линию сечения трехгранной призмы плоскостью и найти натуральную величину фигуры сечения.

Исходные данные необходимо брать из таблицы приложения.

Трехгранная призма задана координатами (x, y, z) вершин основания (G, K, L) и координатами вершины (G') второго основания. Секущая плоскость α задана координатами (x, y, z) трех ее точек (M, N, R) .

Содержание задания

Задание содержит ряд задач, которые необходимо решать в следующей последовательности:

- построить три вида призмы и секущей плоскости;
- определить видимость ребер призмы;
- на фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостях проекций построить проекции линии сечения призмы плоскостью α (ΔMNR) и обвести их с учетом видимости;
- определить относительную видимость призмы и α (ΔMNR);
- определить натуральную величину фигуры сечения призмы.

Задание необходимо выполнить на листе бумаги форматом A2 в масштабе 1:1.

Оформление работы

- обвести изображения в соответствии с ГОСТ 2. 303 – 68;
- обозначение проекций точек выполнить прописным шрифтом размера 3,5;
- выполнить таблицу исходных данных шрифтом размера 5;
- оформить рамку и основную надпись по форме 1 ГОСТ 2. 104 – 68.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Для успешного выполнения ГКР требуется самостоятельная работа студента с учебной литературой по ряду тем рабочей программы по дисциплине «Начертательная геометрия».

При защите задания студент должен показать знание основ теории изображений, умение использовать их для решения конкретных инженерных задач, а также навыки чтения чертежа, его оформления по стандартам ЕСКД.

Рекомендуемая толщина основных линий 1мм, всех тонких линий 0,3мм. Необходимые линии построения сохранить. Линии связи, соединяющие проекции точек, достаточно показать отрезками примерно по 10 мм на ее концах.

3.1. Построение изображений

Формат А2 целесообразнее расположить длинной стороной к себе, наметить рамку и место основной надписи.

В левой стороне формата начертить оси ортогональных проекций; построить по координатам три проекции точек G, K, L основания призмы и вершину второго основания G', а также точек M, N, R заданной секущей плоскости. Соединить соответствующие одноименные проекции точек прямыми линиями. Все построения необходимо выполнять тонкими линиями.

Для призмы построить проекции бокового ребра GG'. Учитывая параллельность оснований призмы и свойства параллельных прямых, построить боковые ребра и второе основание G'K'L' призмы.

Используя понятие конкурирующих точек, определить видимость ребер призмы на всех трех проекциях. Невидимые проекции ребер показать штриховыми линиями.

3.2. Графическое построение линии сечения поверхности

Гранная поверхность ограничена отсеками плоскостей – гранями. Пересечение двух боковых граней образует боковое ребро. Если боковые ребра параллельны ($GG' \parallel KK' \parallel LL'$), поверхность называется призмой (рис. 1). Основания призмы (GKL и G'K'L'), пересекающие боковые грани, равны и параллельны.

При построении фигуры сечения поверхности призмы плоскостью можно использовать два способа:

- способ плоскостей посредников (рис. 4);
- способ пересечения прямой с плоскостью или определение точки встречи прямой с плоскостью (рис. 2).

Рассмотрим способ пересечения прямой с плоскостью (рис. 1).

Построение линии сечения призмы состоит из последовательного решения задач пересечения прямых линий (ребер) с заданной плоскостью α . В качестве прямой l принимается боковое ребро призмы. Далее решается позиционная задача пересечения прямой (l) с плоскостью α .

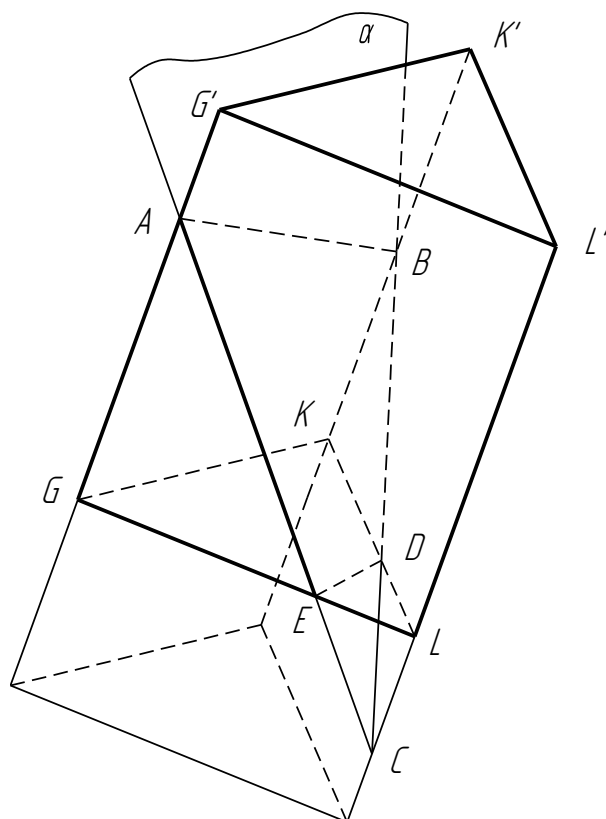


Рис.1. Призма

Последовательно определяются точки А, В, С, принадлежащие ребрам и плоскости α , соединив которые, получим фигуру сечения ($\triangle ABC$) как искомое – результат пересечения призмы и плоскости. При этом следует считать, что высота призмы не ограничена. Если точка пересечения (С) окажется за пределами реальной длины ребра, то это значит, что плоскость пересекает основание призмы (рис.1).

В нашем примере точка $E = (AC) \cap (GL)$, точка $D = (BC) \cap (KL)$. Таким образом, четырехугольник ABDE – действительная фигура сечения призмы плоскостью.

Алгоритм решения задачи:

1. $l \in \beta$. Через прямую l проводят плоскость-посредник – проецирующую плоскость β . На рис. 2,б показана горизонтально-проецирующая плоскость β и ее горизонтальный след $\beta_1 = \beta \cap \Pi_1$, с которым совпадает горизонтальная проекция прямой $l(l_1)$.

Аналогично можно ввести фронтально- или профильно-проецирующую плоскости. На комплексном чертеже (рис. 2,б) введение такой плоскости оформляется выделением ее следа утолщенной линией длиной 8...15 мм и обозначением $\beta_1 = l_1$.

2. $m(1-2) = \alpha(\triangle MNR) \cap \beta$. Определяется линия пересечения (m) плоскости $\alpha(\triangle MNR)$ с плоскостью β , которая проходит через точки 1 и 2 прямых MR и RN (рис.2б). Точки 1 и 2 определяются по их проекциям ($1_1 = \beta_1 \cap (M_1 R_1)$, $2_1 = \beta_1 \cap (N_1 R_1)$) и линиям связи (1_1-1 , 2_1-2).

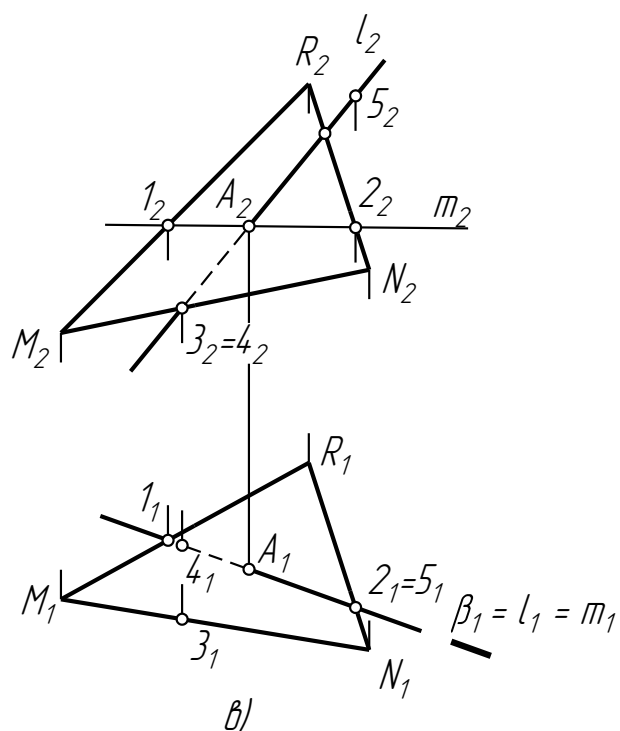
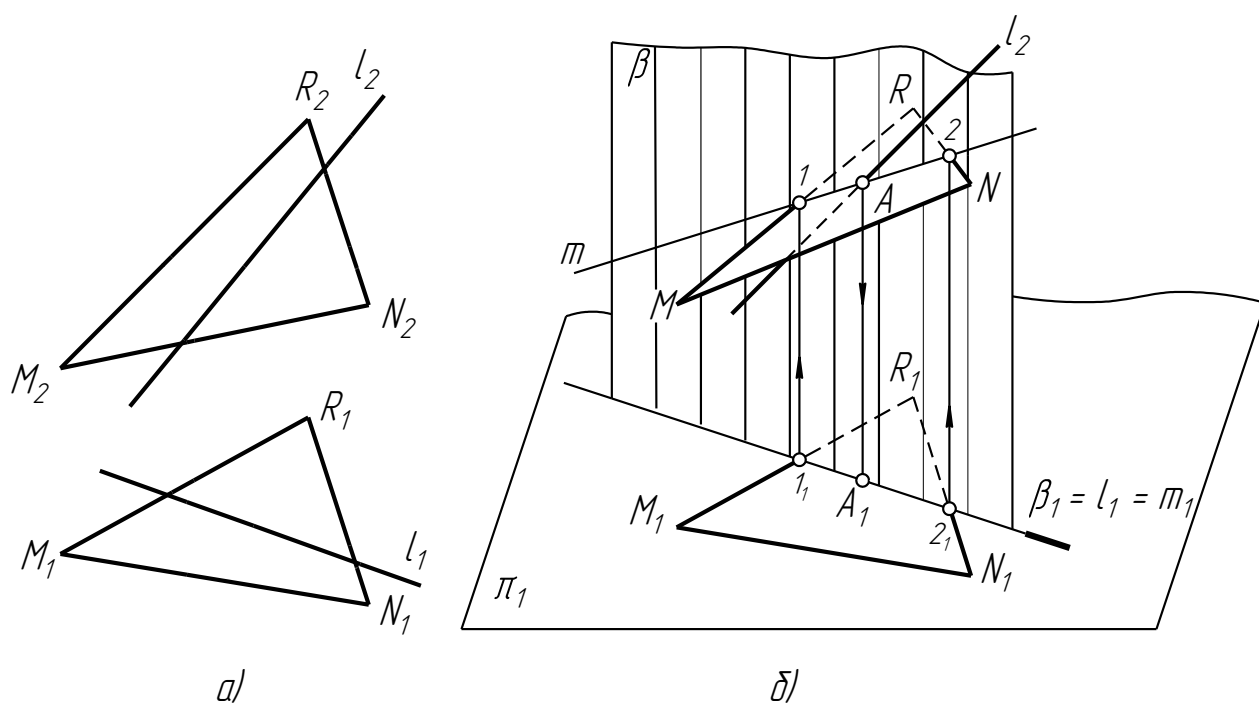


Рис.2. Пересечение прямой с плоскостью:
а) задача; б) алгоритм решения; в) решение

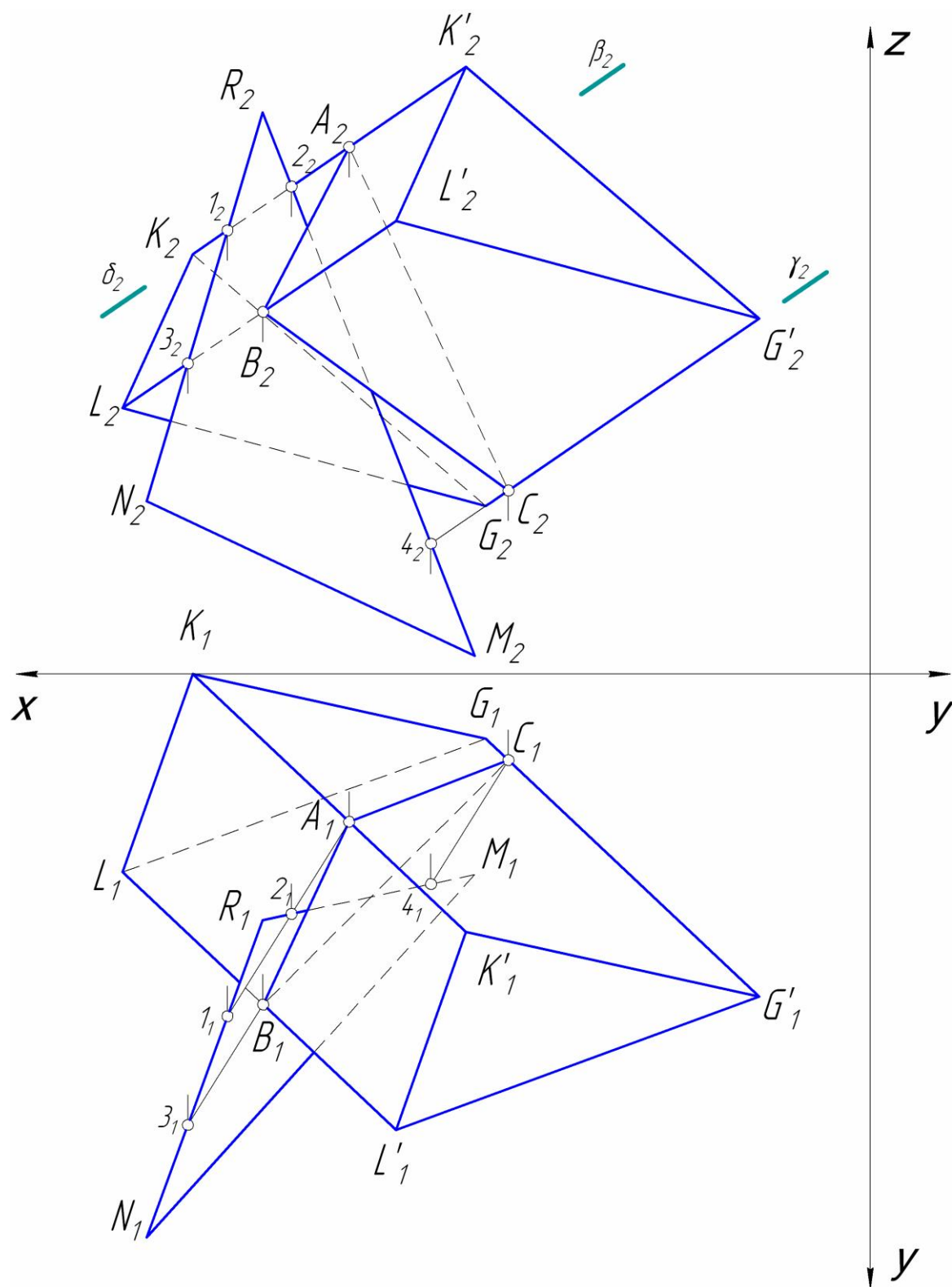


Рис.3

На чертеже (рис. 2,в) отмечаются горизонтальные проекции точек $1(1_1)$ и $2(2_1)$ пересечения горизонтального следа плоскости–посредника $\beta(\beta_1)$ с проекциями прямых $MR(M_1R_1)$ и $RN(R_1N_1)$ плоскости $\alpha(\Delta MNR)$. Затем по линиям связи находят фронтальные проекции этих же точек $1(1_2)$ и $2(2_2)$, исходя из условия их инцидентности (принадлежности).

3. $A=l \cap m=l \cap \alpha(\Delta MNR)$. Прямые l и m лежат в одной плоскости β , и точка A их пересечения есть точка встречи прямой l с плоскостью $\alpha(\Delta MNR)$. На чертеже (рис.2,в) отмечается $A_2=l_2 \cap m_2$ (1_2-2_2) и A_1 по линии связи $A_2 A_1$. Для определения видимости прямой l и $\alpha(\Delta MNR)$ на фронтальной плоскости проекций используются фронтально-конкурирующие точки 3 и 4, причем точка $3 \in (MN)$, а $4 \in l$. Выбрав совпадающие фронтальные проекции точек ($3_2=4_2$) рассматриваемых прямых MN и l , находим их горизонтальные проекции 3_1 и 4_1 , исходя из условия их принадлежности прямым. На Π_1 видно, что координата y точки $3 \in MN$ больше координаты y точки $4 \in l$, т.е. точка 3 ближе к нам на величину Δy . Следовательно, на Π_2 будет видна фронтальная проекция точки 3 ($3_2 \in M_2N_2$) и сама плоскость $\alpha(\Delta MNR)$, а точка 4 ($4_2 \in l$) не видна. Поэтому на участке 4_2-A_2 линию l_2 показываем невидимой (штриховой линией). Изменение ее видимости произойдет в точке A_2 . Аналогично сравнивая высоты z_2 и z_5 горизонтально–конкурирующих точек 2 ($2 \in RN$) и 5 ($5 \in l$), приходим к выводу, что на Π_1 видна точка 5, так как она выше точки 2 на величину Δz . Значит, на Π_1 участок 5_1A_1 прямой l показываем видимым (сплошной основной линией), а участок A_11_1 невидимым (штриховой линией), т.к. в точке A произойдет изменение видимости прямой l относительно плоскости $\alpha(\Delta MNR)$.

На рис.3 показан пример использования рассмотренного алгоритма. Построена фигура сечения (ΔABC) трехгранной призмы ($GKLG'K'L'$) плоскостью $\alpha(\Delta MNR)$ в двух проекциях.

Через ребра KK' , LL' , GG' введены плоскости – посредники δ , β , γ . Данные плоскости параллельны друг другу, так как проходят через параллельные ребра. Поэтому искомые прямые пересечения их с плоскостью $\alpha(\Delta MNR)$ будут также параллельны друг другу. Следовательно, только для прямой пересечения плоскости δ с $\alpha(\Delta MNR)$ необходимо найти две точки (1 и 2), а для остальных двух прямых пересечения, учитывая свойство параллельных прямых, достаточно найти лишь по одной точке 3 и 4.

Далее рассмотрим **способ плоскостей – посредников**.

Дано: плоскости $P(a \parallel b) \cap Q(c \cap d)$ (рис.4).

Определить: $MN = P \cap Q$ – линию пересечения заданных плоскостей.

Алгоритм решения задачи:

1. Выбираем плоскость–посредник частного положения (α – горизонтальная плоскость уровня).

2. Находим прямые пересечения α с двумя заданными плоскостями:

$e(1-2) = \alpha \cap P$; $f(3-4) = \alpha \cap Q$.

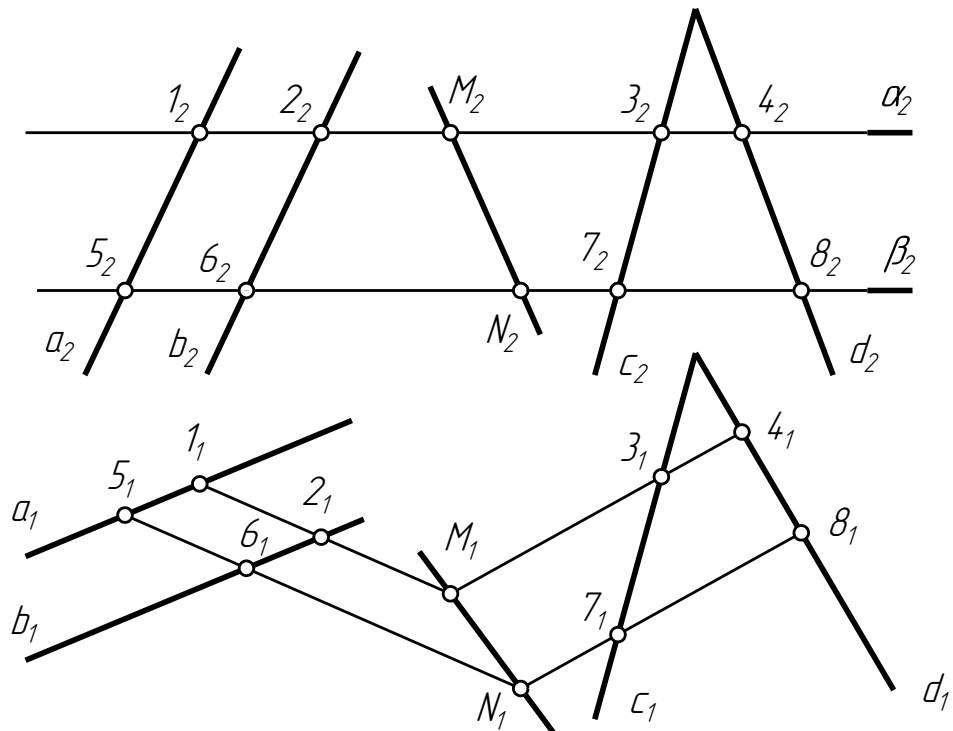
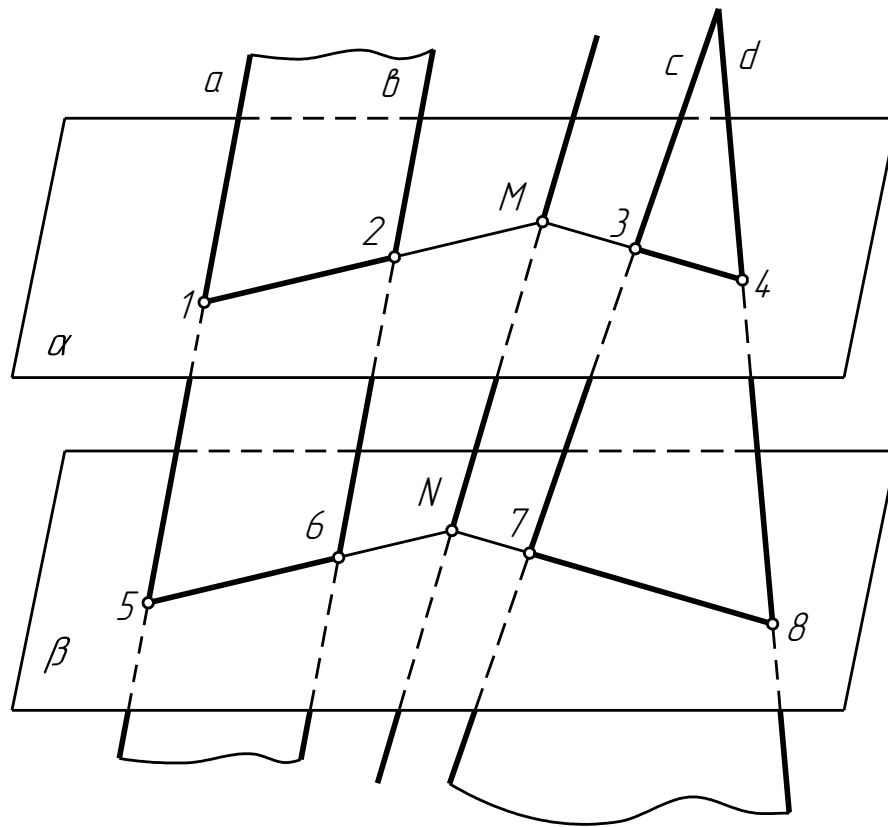


Рис.4. Способ плоскостей-посредников

3. Определяем точку М пересечения прямых e и f , так как обе прямые лежат в общей плоскости α . Точка М является общей для плоскости Р и плоскости Q.

На чертеже проводим α_2 (фронтальный след горизонтальной плоскости уровня – посредника). Отмечаем сначала фронтальные проекции $e_2 \in \alpha_2$ (по 1_2 и 2_2) и $f_2 \in \alpha_2$ (по 3_2 и 4_2). Затем определяем их горизонтальные проекции - $e_1(1_1 2_1)$; $f_1(3_1 4_1)$. Далее находим их общую точку М ($M_1 M_2$) $\in \alpha$.

Аналогично определяем точку N ($N_1 N_2$), общую для плоскости Р и плоскости Q, используя плоскость – посредник β (β_2).

Таким образом, MN ($M_2 N_2$, $M_1 N_1$) является линией пересечения двух заданных плоскостей.

3.3. Определение натуральной величины фигуры сечения

Для решения этой метрической задачи следует изучить тему «Методы преобразования комплексного чертежа. Замена плоскостей проекций».

На рис.5,а заданы система взаимно-перпендикулярных плоскостей (Π_2/Π_1), точка А и ее проекции (A_1, A_2) в этой системе плоскостей. Пусть фронтальная плоскость проекций Π_2 будет заменена на новую Π_4 , которая также перпендикулярна к плоскости Π_1 . Горизонтальный след этой плоскости будет представлять новую ось проекций x_{14} . Таким образом, от системы плоскостей проекций Π_2/Π_1 мы перешли к системе Π_4/Π_1 .

Общей для двух систем Π_2/Π_1 и Π_4/Π_1 является Π_1 , следовательно, все то, что находится на Π_1 и замеряется от нее (A_1 и координата z – высота точки А), - общее, равное.

Ортогонально спроецируем точку А на Π_4 , получим новую проекцию A_4 точки А.

Для получения комплексного чертежа новой системы плоскостей проекций плоскость Π_4 вращаем вокруг новой оси x_{14} до совмещения ее с плоскостью Π_1 . Тогда проекции A_1 и A_4 будут принадлежать новой линии связи, перпендикулярной к оси x_{14} . Расстояние от A_4 до x_{14} равно расстоянию от A_2 до оси x_{12} ($A_4 A_{14} = A_2 A_{12} = z_A$).

Следует обратить внимание на то, что в данном преобразовании комплексного чертежа объект (точка А) остается неподвижным, а заменяются плоскости проекций.

В исходной системе плоскостей проекций Π_2/Π_1 (рис.5,а) можно было заменить Π_1 на новую плоскость проекций Π_5 . В этом случае в новой системе плоскостей проекций Π_2/Π_5 с новой осью проекций x_{25} была бы построена новая проекция A_5 точки А. Общей для Π_2/Π_1 и Π_2/Π_5 является Π_2 , а значит, все то, что находится на Π_2 и замеряется от нее (A_2 и координата y – глубина точки А), - общее, равное.

Для закрепления знаний предлагается на основе подобных рассуждений построить самостоятельно пространственный и комплексный чертеж для точки А.

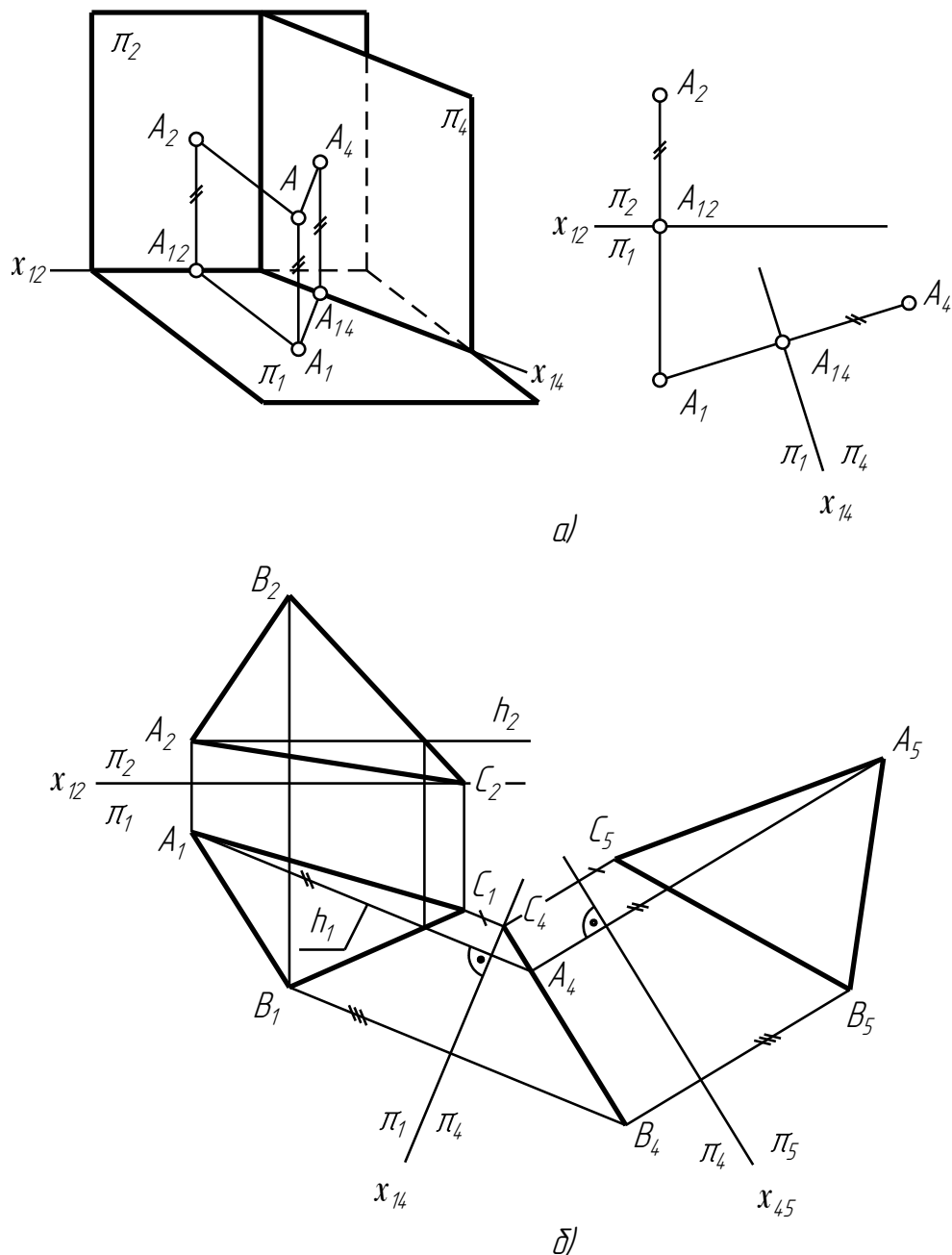


Рис.5 Замена плоскостей проекций:
 а) проецирование точки A ;
 б) построение натуральной величины плоскости ($\triangle ABC$)

Определение **натуральной величины плоскости общего положения** необходимо провести следующим образом.

Если треугольный отсек ABC (сечение призмы плоскостью α ($\triangle MNR$)) занимает общее положение относительно плоскостей проекций Π_2/Π_1 , то следует выполнить последовательно замену двух плоскостей проекций (рис.5,б).

Первая замена плоскостей проекций (в данном случае Π_2 должна быть заменена на Π_4) осуществляется так, чтобы Π_4 стала перпендикулярна Π_1 и ΔABC , т.е. чтобы плоскость ΔABC стала проецирующей.

Для решения этой задачи необходимо знать:

1) условие перпендикулярности двух плоскостей (одна плоскость перпендикулярна другой, если она содержит прямую, перпендикулярную этой плоскости);

2) теорему о проецировании прямого угла (прямой угол проецируется в прямой, если хотя бы одна сторона его является линией уровня, а вторая не перпендикулярна той плоскости проекций, на которую угол проецируется).

Исходя из данных условий, в плоскости ΔABC необходимо провести горизонталь h (h_2, h_1). Новую плоскость проекций Π_4 необходимо поставить по отношению к Π_1 и горизонтали h перпендикулярно.

На чертеже новую ось проекций x_{14} проводим перпендикулярно к горизонтальной проекции горизонтали h_1 плоскости ΔABC . На новую плоскость проекций Π_4 горизонталь h спроецируется в точку (h_4), а следовательно, ΔABC - в прямую линию ($A_4B_4C_4$). В новой системе плоскостей проекций Π_4/Π_1 ΔABC станет проецирующей плоскостью.

При второй замене плоскости проекций Π_1 на Π_5 , которая располагается перпендикулярно Π_4 и параллельно плоскости ΔABC , обеспечивается проецирование ΔABC в натуральную величину ($\Delta A_5B_5C_5$).

На чертеже новую ось проекций x_{45} проводим параллельно проекции $A_4B_4C_4$, т.е. параллельно следу плоскости (ΔABC) на плоскость проекций Π_4 . Новую проекцию A_5 строим на новой линии связи (A_4A_5) перпендикулярно x_{45} , откладывая на ней расстояния, замеренные от старой оси x_{14} до заменяемой проекции A_4 (т.е. расстояние от общей плоскости проекций Π_4 для двух систем (Π_1/Π_4 - Π_5/Π_4)). Для точек B, C решение проводится аналогично.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Поясните принцип образования ортогональных проекций.
2. Какие плоскости приняты за основные плоскости проекций?
3. Какая связь натуральной системы координат с комплексным чертежом?
4. Как называют изображения на основных плоскостях проекций?
5. Как связаны между собой основные изображения?
6. Как по двум проекциям построить третью проекцию точки?
7. По заданным координатам построить проекции точки.
8. Проанализируйте проекции ребер и граней призмы и назовите прямые частного и общего положения.
9. Назовите признаки принадлежности точки заданной прямой; точки и прямой - заданной плоскости.
10. Запишите и поясните алгоритм построения точки пересечения прямой и плоскости.

11. Запишите и поясните алгоритм построения линии пересечения двух плоскостей способом плоскостей – посредников.
12. Какие точки называют конкурирующими и как их использовать для определения видимости геометрических элементов?
13. Метод замены плоскостей-проекций (преобразования с прямой и плоскостью).
14. Теорема о прямом угле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей: сб. стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1988.-240с.
2. Куликов В.П. Стандарты инженерной графики: учеб. пособие. - 2-е изд., испр. и доп. – М.: Форум, 2008. -240с.
3. Королев Ю. И. Начертательная геометрия: учебник для вузов.- 2-е изд. – СПб.: Питер, 2009.- 256с.: ил.