

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

Н.Л. Золотарева, Л.В. Менченко

Инженерная графика

Учебное пособие

Воронеж 2013

УДК 744(07)
ББК 30.11я7
3-801

Рецензенты:

*кафедра начертательной геометрии и машиностроительного черчения
Воронежского государственного технического университета;
А.В. Арапов, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
начертательной геометрии и инженерной графики
Воронежской государственной технологической академии*

Золотарева Н.Л.

3-801 **Инженерная графика:** учеб. пособие для студентов обучающихся по направлению «Землеустройство и кадастры» дневной и заочной формы обучения / Н.Л. Золотарева, Л.В. Менченко; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2013. – 111 с.

Учебное пособие является руководством к изучению разделов по начертательной геометрии, геометрическому, проекционному и строительному черчению.

Учебное пособие также содержит рекомендации по выполнению строительных чертежей.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 120300 (560600) «Землеустройство и кадастры».

Ил. 147. Табл. 10. Библиогр.: 15 назв.

**УДК 744(07)
ББК 30.11я7**

Печатается по решению научно-методического совета Воронежского ГАСУ

ISBN 978-5-89040-452-7

© Золотарева Н.Л., Менченко Л.В., 2013
© Воронежский ГАСУ, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие «Инженерная графика» подготовлено в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, учебного плана ВГАСУ по направлению 120300 (560600) «Землеустройство и кадастры», рабочей программы по данной дисциплине и предназначено для студентов дневного и заочного обучения, обучающихся по данному направлению. Информация, содержащаяся в учебном пособии, может быть также использована студентами других направлений.

Изучение начертательной геометрии и черчения необходимо для приобретения знаний и навыков, позволяющих составлять и читать технические чертежи, проектную документацию, оно способствует развитию инженерного пространственного мышления.

В учебном пособии содержатся шесть разделов: "Предмет и методы начертательной геометрии", "Конструкторская документация и ее оформление", "Изображение многогранников и поверхностей вращения", "Изображение деталей - виды, разрезы, сечения", "Строительное черчение" и "Проекции с числовыми отметками".

В первом разделе излагаются теоретические основы построения чертежей точек, прямых, плоскостей, отдельных видов пространственных линий и поверхностей.

Во втором разделе представлена информация о структуре стандартов ЕСКД, знание которых позволит выполнять строительные чертежи в соответствии с требованиями государственных стандартов.

В третьем разделе рассматриваются геометрические формы различных поверхностей и их изображения на чертежах.

В четвертом разделе рассматриваются основные положения и определения изображений деталей на технических чертежах, а также геометрические формы простых деталей по их изображениям.

В пятом разделе изложены основные правила выполнения и оформления строительных чертежей сооружений, зданий и их частей и относящихся к ним текстовых документов, а также другие данные, необходимые для возведения и изготовления строительных изделий и конструкций.

В шестом разделе рассматриваются теоретические основы построения земной (топографической поверхности) и некоторые способы проектирования различных земляных сооружений.

В седьмом (заключительном) разделе изложены основные правила выполнения и оформления чертежей железобетонных изделий и конструкций.

Учебное пособие подготовлено на кафедре информатики и графики ВГАСУ на основе опыта преподавания дисциплины "Инженерная графика" для направления 120300 (560600) «Землеустройство и кадастры».

РАЗДЕЛ 1

1. ПРЕДМЕТ И МЕТОД НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Начертательная геометрия – раздел геометрии, в котором пространственные фигуры изучаются при помощи построения их изображений на плоскостях проекций. Некоторые идеи начертательной геометрии были разработаны в 16-17 вв., но в самостоятельную науку начертательная геометрия оформилась в конце 18 века в связи с потребностями инженерной практики.

Цели и задачи начертательной геометрии

Цель изучения начертательной геометрии - теоретическое и практическое освоение ее предмета и метода.

Основными задачами изучения начертательной геометрии являются:

- 1) освоение способов изображения пространственных форм на плоскости проекций;
- 2) приобретение навыков чтения и составления технических чертежей;
- 3) выработка умения решать технические задачи методами начертательной геометрии;
- 4) развитие пространственного мышления.

1.1. Метод проекций

Метод проекций лежит в основе правил построения изображений, рассматриваемых в начертательной геометрии. Так как при построении изображения любой пространственной формы рассматривается ряд точек, принадлежащих этой форме, то изучение метода проекций начинаем с построения проекций точки.

1.1.1. Проекция точки

Зададимся некоторой плоскостью π и точкой A , не лежащей в этой плоскости (рис. 1). Чтобы построить проекцию точки A на плоскость π , надо через точку A провести проецирующий луч до пересечения с плоскостью π , при этом плоскость π называют **плоскостью проекций**.

Проекция точки – точка пересечения проецирующего луча с плоскостью проекций. Если проецирующий луч составляет с плоскостью проекций угол 90° , то такая проекция называется *ортогональной* или *прямоугольной*.

Рассмотрим, например, точки A и B , расположенные на одной проецирующей прямой (рис. 2). Изображения этих точек на плоскости π_1 совпадают.

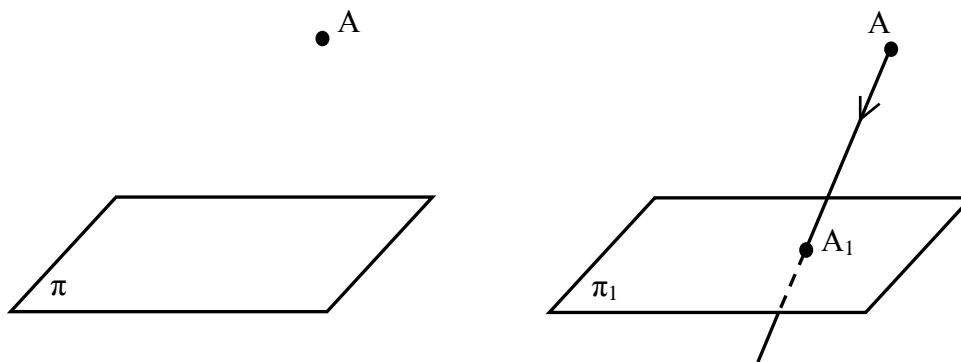


Рис. 1. Построение проекции точки A на плоскость π_1 :

A – точка в пространстве; π – плоскость проекций;
 AA_1 – проецирующий луч; A_1 – проекция точки A

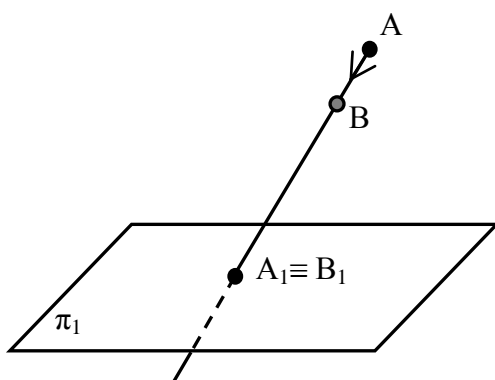


Рис. 2. Построение проекции точки B на плоскость π_1 :

A, B – точки в пространстве; π_1 – плоскость проекций;
 AA_1 – проецирующий луч; A_1, B_1 – проекции точек A и B

По такому изображению невозможно установить, какая из точек располагается ближе к плоскости π_1 , и однозначно определить по проекциям их положение в пространстве. Следовательно, одна плоскость проекций не определяет положение точки в пространстве.

1.1.2. Проекция точки на две плоскости проекций

Однозначное определение положения точки в пространстве по ее проекциям может быть обеспечено проецированием на две непараллельные плоскости проекций. Проецирование точки на две плоскости проекций предложил 200 лет назад французский ученый Гаспар Монж.

Для удобства проецирования в качестве двух плоскостей проекций выбирают две взаимно перпендикулярные плоскости (рис. 3 а, б). Одну из них принято располагать горизонтально – ее называют **горизонтальной плоскостью проекций**, другую – вертикально, перпендикулярно плоскости чертежа, ее называют **фронтальной плоскостью проекций**. Эти плоскости проекций пересекаются по линии, которая называется **осью проекций**. Ось проекций разделяет каждую из плоскостей на две полуплоскости или полы. Фронтальная плоскость проекций обозначается π_2 , горизонтальная – π_1 , ось проекций – буквой x (рис. 3, а).

В промышленности чертежи многих деталей выполняют также в системе двух взаимно перпендикулярных плоскостей, пересекающихся по вертикальной

оси проекций, обозначаемой буквой z (рис. 3, б). При этом фронтальной плоскостью проекций остается также π_2 , а перпендикулярная ей плоскость обозначается π_3 и называется **профильной плоскостью проекций**.

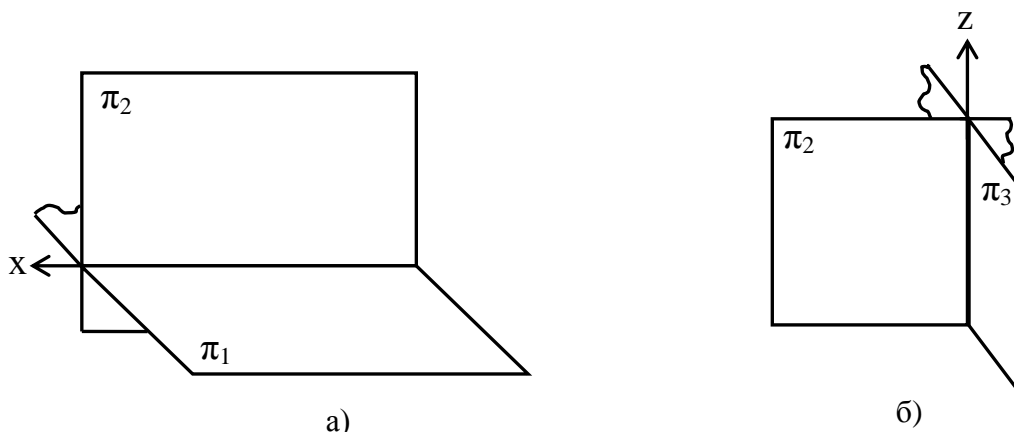


Рис. 3. Две системы взаимно перпендикулярных плоскостей проекций

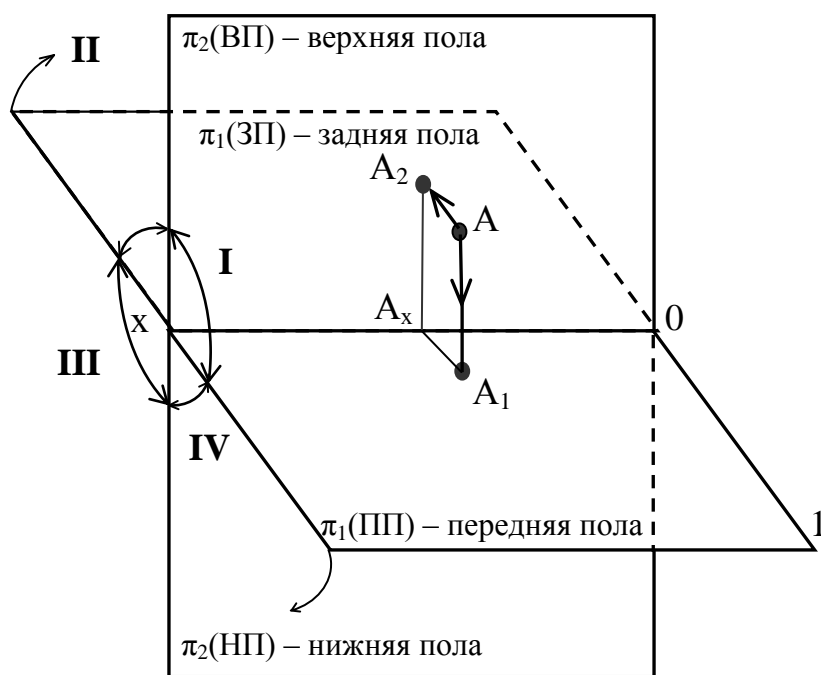


Рис. 4. Способ построения проекций произвольной точки A в системе π_2, π_1 :

AA_1 и AA_2 – проецирующие лучи, лежащие в плоскости, перпендикулярной к π_1 и π_2

полученной при этом точки A_x провести прямую, параллельную $O1$. Затем из точки A нужно опустить перпендикуляр на эту линию. Полученная точка A_1 будет являться *горизонтальной проекцией* точки A .

Таким образом, две прямоугольные проекции точки вполне определяют

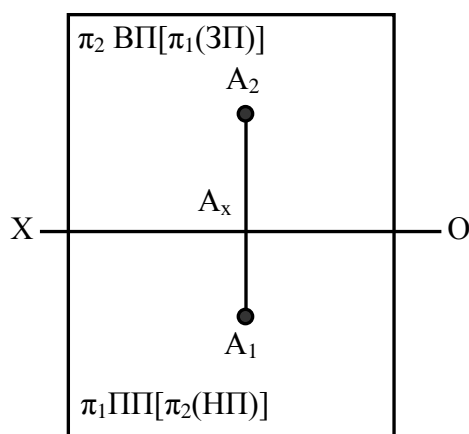
Две плоскости проекций – фронтальная π_2 и горизонтальная π_1 (рис. 4) – делят пространство на 4 четверти. **Четверть** – это часть пространства, ограниченная двумя взаимно перпендикулярными плоскостями.

Чтобы найти проекцию точки A на фронтальную плоскость проекций, необходимо через точку A опустить на нее проецирующий луч. Полученная точка A_2 будет являться *фронтальной проекцией* точки A .

Для того чтобы в этой системе изобразить проекцию точки A на плоскость π_1 (A_1), необходимо из A_2 провести перпендикуляр на ось OX и из

ее положение в пространстве относительно данной системы взаимно перпендикулярных плоскостей проекций. При этом **горизонтальной проекцией точки** называют прямоугольную проекцию точки на горизонтальную плоскость проекций, а **фронтальной проекцией точки** называют прямоугольную проекцию точки на фронтальную плоскость проекций.

Однако при вычерчивании различного вида деталей рассмотрение изображения каждой из их точек в системе π_2, π_1 неудобно. Гаспар Монж предложил совместить две плоскости π_2 и π_1 в одну. То есть фронтальная плоскость проекций остается вертикальной, а горизонтальная плоскость проекций поворачивается вокруг оси OX на 90° . Передняя половина π_1 (ПП) идет вниз, а задняя автоматически перемещается вверх и получается "пакет" из двух плоскостей, которые совмещены в одну плоскость (рис. 5). Такой чертеж называется **эпюр**. В некоторых литературных источниках эпюр Монжа называют также *комплексным чертежом*. То есть *эпюр* - это плоскостной чертеж, полученный при совмещении плоскостей π_2 и π_1 .



π_2 – фронтальная плоскость проекций ($\pi_2 \perp \pi_1$);
 π_1 – горизонтальная плоскость проекций;
 OX – ось проекций;
 A_x – точка связи;
 A_2A_x и A_1A_x - линии связи;
 A_2 – фронтальная проекция точки или проекция точки на фронтальную плоскость проекций;
 A_1 – горизонтальная проекция точки или проекция точки на горизонтальную плоскость проекций

Рис. 5. Эпюр (комплексный чертеж) точки A

При совмещении двух плоскостей фронтальная проекция точки A – точка A_2 и ее горизонтальная проекция – точка A_1 располагаются на одном перпендикуляре к оси X . Проецирующих лучей на эпюре уже нет. Самой точки A также нет, если она находится в пространстве. За ее местоположение отвечают проекции. Поскольку расстояние от точки A до π_2 - это AA_2 , а расстояние от точки A до π_1 - это AA_1 , то за местоположение точки A будут отвечать линии связи $A_1A_x = AA_2$ и $A_2A_x = AA_1$. Таким образом, по проекциям точки на эпюре можно судить о ее местоположении в пространстве.

На рис. 6 представлен упрощенный эпюр. Все построения на нем проводятся в первой четверти.

Здесь уже π_2 и π_1 не пишутся – ясно, что они расположены выше или ниже оси OX соответственно. При этом плоскости проекций бесконечны.

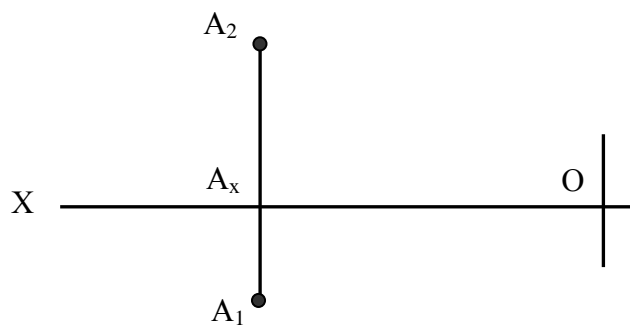


Рис. 6. Упрощенный эпюр точки А

1.1.3. Пространственная система координат

Модель положения некоторой точки в системах π_2 и π_1 (рис. 7) аналогична модели, которую можно построить, зная **прямоугольные координаты** этой точки – числа, выражающие ее расстояние от двух взаимно перпендикулярных плоскостей проекций, принимаемых за *плоскости координат*. Прямые, по которым пересекаются плоскости координат, называются *осями координат*. При буквенном обозначении координат абсцисса обозначается буквой x , ордината – буквой y , аппликата – буквой z . Точка пересечения осей координат называется началом координат и обозначается буквой O . Ось Y принадлежит π_1 (передней поле), ось Z принадлежит π_2 (верхней поле фронтальной плоскости). Стрелки всегда показывают положительное направление осей. Построение проекций

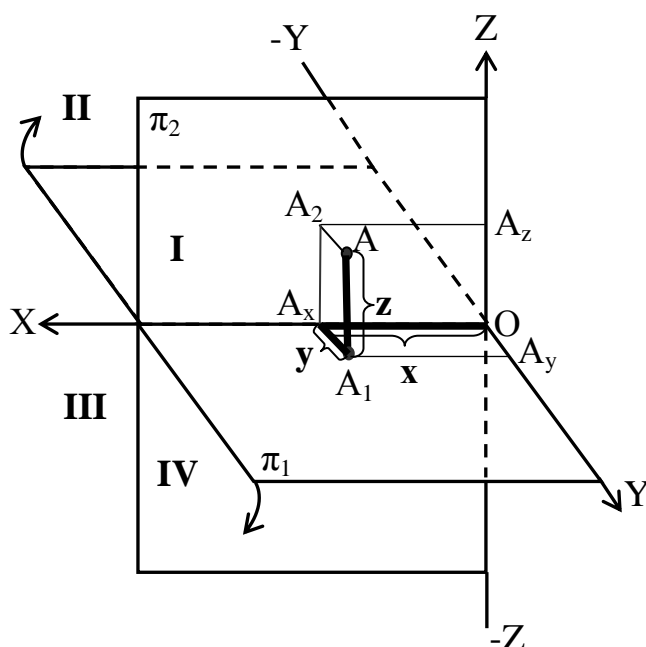


Рис. 7. Определение положения точки А в пространстве

точки сопровождается построением отрезков, определяющих координаты этой точки. Каждая из проекций точки А определяется двумя координатами.

Положение точки А в пространстве будет определять координатная ломаная - OA_x , A_xA_1 , A_1A .

При этом координата X определяется расстоянием OA_x ; координата Y – расстоянием OA_y ; координата Z – расстоянием OA_z .

Для того чтобы построить эпюр точки А, необходимо (рис. 8) оси X и Z оставить на своих местах, а плоскость π_1 опустить вниз. При этом направление оси Y совпадет с $-Z$, а направление $-Y$ совпадет с направлением оси Z .

Затем параллельно оси OX необходимо провести линии A_2A_Z и A_1A_Y . При этом AA_1 – координата Z у точки A ; $Z = A_2A_x = OA_Z$;
 A_xA_1 – координата Y у точки A ; $Y = A_2A = OA_y$;
 A_xO – координата X у точки A ; $X = A_1A_y = A_2A_Z$.

Поскольку две плоскости координат в своем пересечении образуют четыре четверти (четыре октанта), то знаки X, Y, Z в различных четвертях будут различными (табл. 1.1).

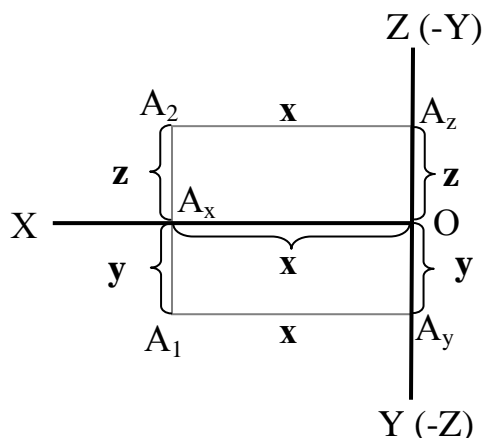


Рис. 8. Построение эпюра точки A

Таблица 1.1

Знаки X, Y, Z в различных четвертях плоскостей

Четверть	X	Y	Z
I	+	+	+
II	+	-	+
III	+	-	-
IV	+	+	-

Существует правило определения местонахождения проекций точки в четвертях в зависимости от знаков X, Y, Z (рис. 9).

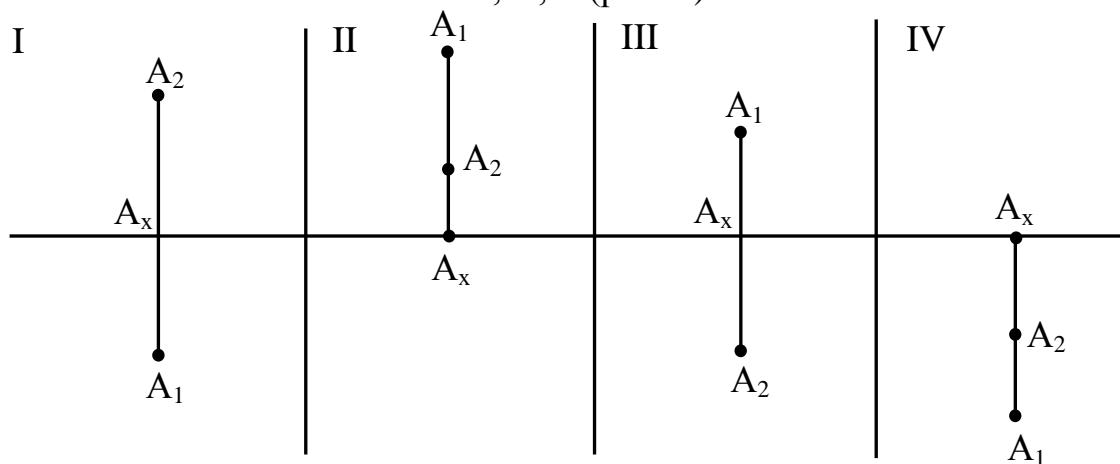


Рис. 9. Правило определения местонахождения проекций точки в четвертях

Пример. Построить точку А по ее координатам $(XYZ) = (5, 4, 2)$.

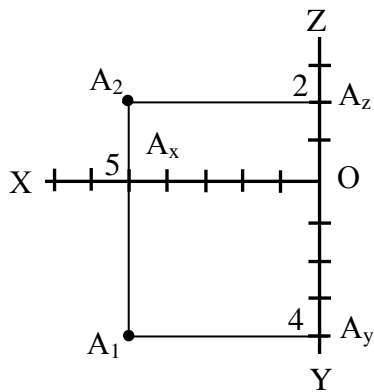


Рис. 10. Пример построения точки А по ее координатам

Решение. Строим проекции точки А: A_2 и A_1 (рис. 10). Для того чтобы построить A_2 нужны координаты X и Z , а для A_1 – X и Y . На оси X откладывается 5 – это будет A_x . Из точки A_x восстанавливаем перпендикуляр к оси X . На оси Z откладывается 2 – это будет A_z . Из точки A_z выставляется перпендикуляр к оси Z . На пересечении двух перпендикуляров получится точка A_2 . Также строится точка A_1 . Точка A_x уже построена. Выставляется

перпендикуляр вниз. На оси OY откладывается 4. Получается точка A_y . Из точки A_y выставляется перпендикуляр к оси Y . Точка пересечения двух перпендикуляров и будет точка A_1 .

1.1.4. Проекция точки. Система трех плоскостей проекций

При выполнении различного вида построений и решения задач различной сложности, а также полного выявления наружных, внутренних форм деталей и их соединений, помимо π_2 и π_1 плоскостей, необходимы другие плоскости проекций. Для этого в систему π_2, π_1 вводится третья вертикальная плоскость проекций, перпендикулярная оси X и соответственно фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций. Называется она *профильная плоскость проекций* и обозначается π_3 (рис. 11).

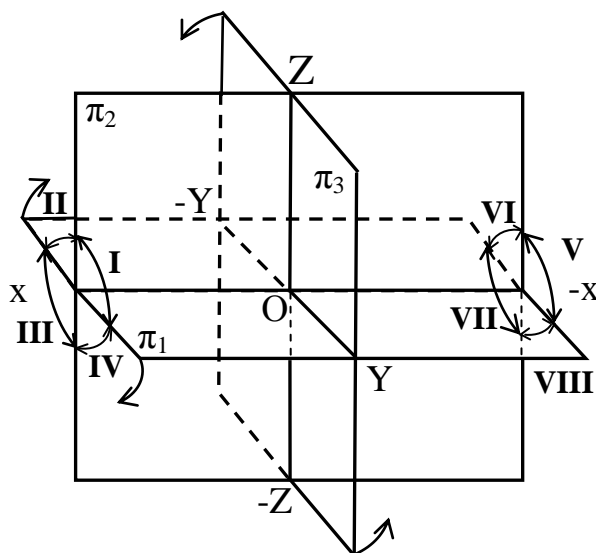


Рис. 11. Пересечение трех плоскостей проекций π_1, π_2, π_3

перпендикулярная оси X и соответственно фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций. Называется она *профильная плоскость проекций* и обозначается π_3 (рис. 11).

Профильной проекцией точки называют прямоугольную проекцию точки на профильной плоскости проекций.

Такая система плоскостей проекций называется системой π_1, π_2, π_3 . В этой системе оси проекций Z и Y являются линиями пересечения профильной плоскости проекций с фронтальной и горизонтальной. Точка O является точкой пересечения всех трех осей проекций. Пространство в данном случае делится уже на 8 частей называемых *октантами*.

Во всех следующих разделах проекции любой точки в пространстве всегда (как в реальных технических чертежах) будут рассматриваться в первой четверти (в первом октанте). Построение объемного изображения некоторой

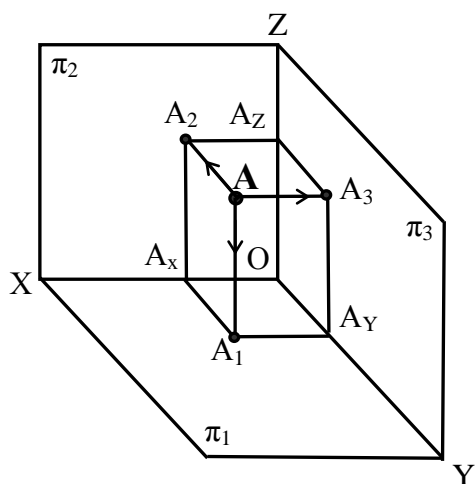


Рис. 12. Построение объемного изображения точки А:
 π_3 - профильная плоскость проекций;
 A_3 - профильная проекция точки А.

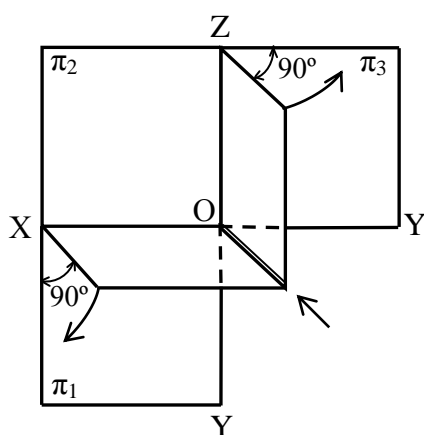


Рис. 13. Принцип совмещения трех плоскостей проекций π_2 , π_1 , π_3

точки А в системе π_1 , π_2 , π_3 показано на рис. 12. Как видно, точки A_1 , A_2 , A_3 являются вершинами координатного прямоугольного параллелепипеда. Они связаны между собой пространственными линиями связи $A_2 - A_z - A_3$; $A_2 - A_x - A_1$; $A_1 - A_y - A_3$. Видно также, что если заданы две любые проекции (например, A_1 и A_2), то третья (A_3) определяется однозначно при помощи линий связи.

Можно дать другую (очень важную) интерпретацию: *пространственное положение точки однозначно определяется любыми двумя ее проекциями.*

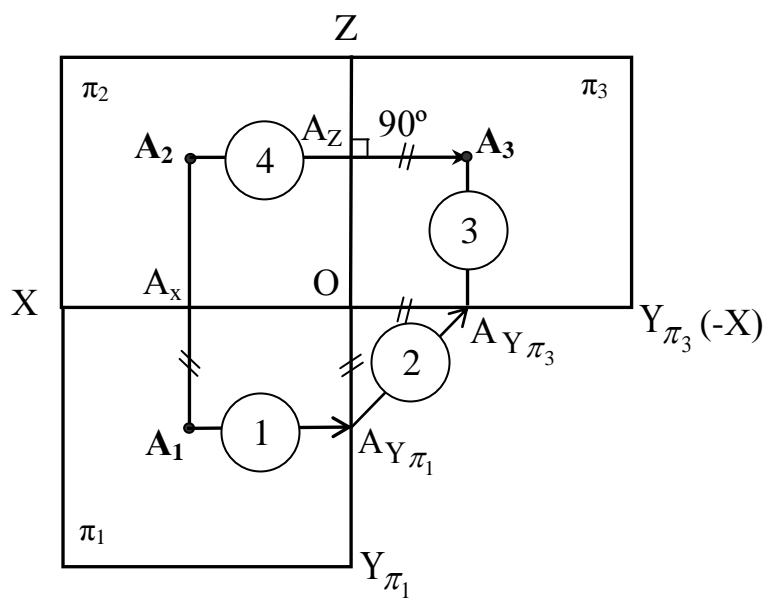
Для того чтобы построить эюр, необходимо совместить три взаимно перпендикулярные плоскости проекций в одну плоскость чертежа (рис. 13). При этом ось Y как бы раздваивается и занимает два положения. Одна часть оси Y относится к π_1 – это будет Y_{π_1} , а другая часть оси относится к π_3 – это будет Y_{π_3} . Плоскость π_1 опускается вниз и совмещается с π_2 , а π_3 поворачивается вокруг оси OZ до совмещения с π_2 (то есть π_1 и π_3 разворачиваются в одну плоскость с π_2). Плоскость π_2 неподвижна.

Для построения комплексного чертежа точки А (рис. 14) необходимо:

1. Провести линию из точки A_1 параллельно оси OX до пересечения с

осью Y. Получается точка $A_{Y_{\pi_1}}$. Так как расстояния $OA_{Y_{\pi_1}}$ и $OA_{Y_{\pi_3}}$ одинаковые, то из точки $A_{Y_{\pi_1}}$ проводим под углом 45° линию к оси Y_{π_3} . Это построение можно выполнить также с помощью дуги окружности, проведенной из центра O радиусом $OA_{Y_{\pi_1}}$.

2. Восстанавливаем перпендикуляр к оси Y_{π_3} из полученной точки $A_{Y_{\pi_3}}$.



3. Проводим перпендикуляр к оси OZ (он также параллелен оси OX) из точки A_2 .

Пересечением этих перпендикуляров и будет образована точка A_3 – профильная проекция точки A . То есть для того, чтобы построить A_3 , необходимы координаты A_Z и $A_{Y_{\pi_3}}$.

При построении упрощенного эпюра плоскости проекций не ограничиваются.

Этапы на чертеже не обозначаются.

Рис. 14. Этапы построения комплексного чертежа точки A

Выводы:

- 1) положение точки в пространстве однозначно определяют три координаты или две проекции точки;
- 2) каждая из проекций точки определяется двумя координатами, но две любые проекции точки определяются тремя координатами;
- 3) между проекциями точек существует проекционная связь – по двум любым проекциям точки можно построить любую третью.

1.1.5. Проекция прямой линии

Для того чтобы изобразить проекцию прямой линии с помощью отрезка, нужно получить проекции его крайних точек и соединить их прямой линией. Получится одноименная с плоскостью проекция прямой линии. При проецировании прямой линии на плоскости π_1 и π_2 получатся две проекции прямой: фронтальная и горизонтальная (рис. 15).

Этот чертеж будет выражать также и отрезок прямой линии: если через A_2B_2 и A_1B_1 провести проецирующие плоскости (перпендикулярные соответственно π_2 и π_1), то в пересечении этих плоскостей получится прямая и ее отрезок AB .

Пусть имеются фронтальные и горизонтальные проекции точек A и B (рис. 16). Проведя через одноименные проекции этих точек прямые линии, получатся проекции отрезка AB – фронтальная (A_2B_2) и горизонтальная (A_1B_1).

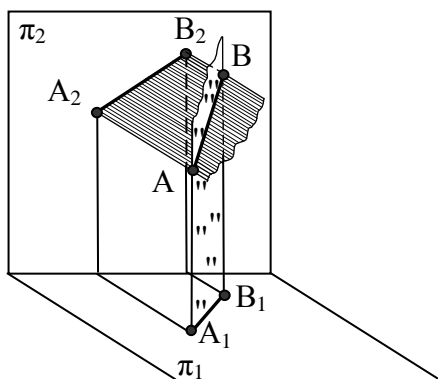


Рис. 15. Проекция отрезка АВ

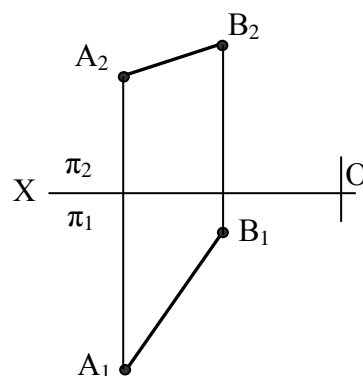


Рис. 16. Чертеж отрезка АВ в системе π_2, π_1

Проекция прямой обозначается основной (толстой) линией ($S \approx 1$ мм), а линии связи – тонкой линией ($S/2 \div S/3$).

1.1.6. Прямая общего положения

Прямая линия в общем случае проецируется на плоскость в виде прямой линии. Следует учесть, что в дальнейшем под прямой линией всегда понимается отрезок прямой.

Относительно плоскостей проекций прямая может занимать различные положения:

- 1) непараллельное ни одной из плоскостей проекций π_1, π_2, π_3 ;
- 2) параллельное одной из плоскостей проекций (прямая может также принадлежать этой плоскости);
- 3) параллельное двум плоскостям проекций, то есть перпендикулярное третьей.

Прямая, непараллельная ни одной из плоскостей проекций, называется **прямой общего положения**.

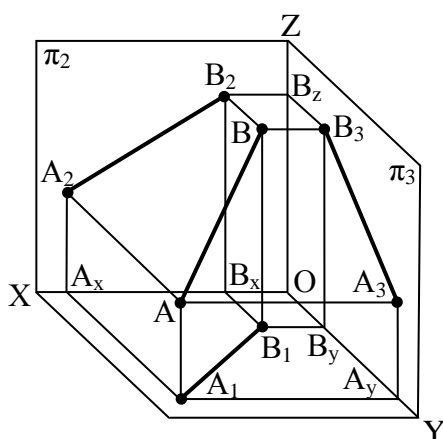


Рис. 17. Пример построения прямой общего положения АВ

На рис.17 приведен пример построения прямой общего положения АВ в системе трех плоскостей проекций π_2, π_1, π_3 . Проведя через точки А и В проецирующие лучи до пересечения их с плоскостями проекций, получим проекции отрезка АВ: горизонтальную – A_1B_1 , фронтальную – A_2B_2 и профильную – A_3B_3 .

На рис. 18 приведен пример построения отрезка АВ прямой и его ортогональная проекция A_1B_1 на плоскости π_1 . Между натуральной длиной отрезка общего положения и длиной его проекции существует

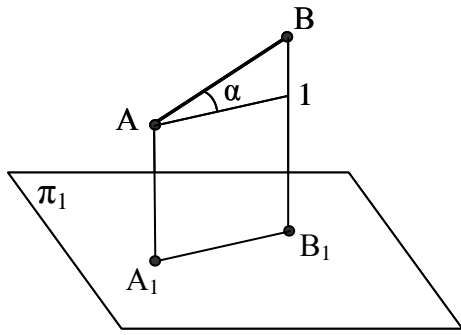


Рис. 18. Пример построения отрезка AB прямой и его ортогональное проектирование на плоскость π_1

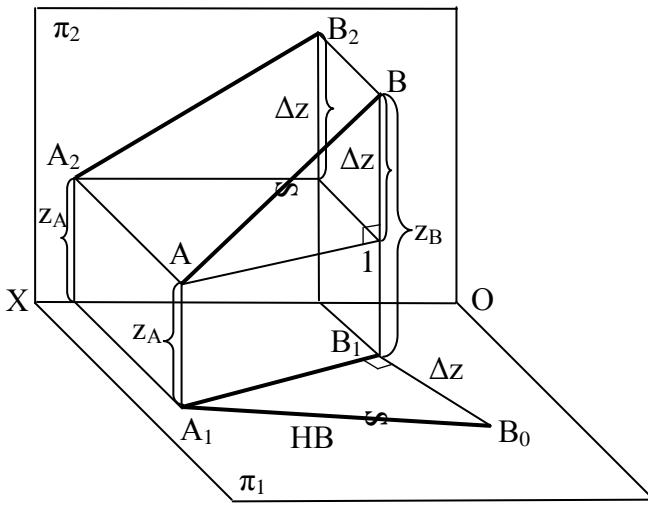


Рис. 19. Определение натуральной величины прямой AB способом прямоугольного треугольника

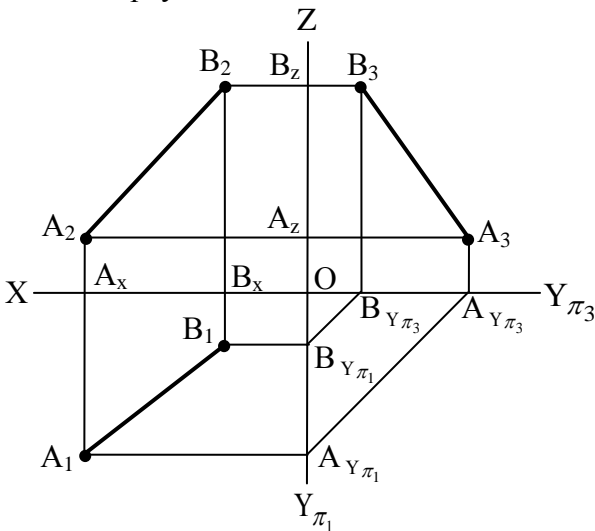


Рис. 20. Комплексный чертёж прямой общего положения AB :

- A_1B_1 – горизонтальная проекция прямой;
- A_2B_2 – фронтальная проекция прямой;
- A_3B_3 – профильная проекция прямой

определенная зависимость. Пусть имеется некоторый отрезок AB и его проекция A_1B_1 на горизонтальную плоскость π_1 . Из точки A проведем прямую $A1$, параллельную A_1B_1 . Отрезок $A1=A_1B_1$, а поскольку отрезок $A1=AB \cdot \cos \alpha$, то $A_1B_1=AB \cdot \cos \alpha$.

Таким образом, *проекция отрезка прямой общего положения всегда меньше самой прямой.*

При определении натуральной величины прямой AB способом прямоугольного треугольника (рис. 19) видно, что натуральная величина отрезка AB прямой общего положения является гипотенузой прямоугольного треугольника $AB1$. В этом треугольнике один катет $A1$ параллелен плоскости π_1 и равен по длине горизонтальной проекции отрезка AB , то есть $A1=A_1B_1$. Величина второго катета равна разности расстояний точек A и B до плоскости проекций π_1 , то есть $z_B - z_A = \Delta z$. Найти натуральную величину прямой этим методом можно, используя и фронтальную плоскость проекций.

Таким образом, *натуральную величину отрезка способом прямоугольного треугольника определяют как гипотенузу прямоугольного треугольника, одним из катетов которого является горизонтальная (фронтальная) проекция отрезка, другим – разность координат концов отрезка до горизонтальной (фронтальной) плоскости проекций.*

Построение комплексного чертежа прямой общего положения представлено на рис. 20. Этапы построения проекций аналогичны этапам построения комплексного чертежа точки (рис. 14).

1.1.7. Прямая частного положения

Прямыми частного положения называют прямые, параллельные одной или двум плоскостям проекций. Они подразделяются на два вида:

1) *прямые уровня* – это прямые, параллельные только *одной плоскости* проекций. К ним относят горизонтальную, фронтальную и профильную прямые;

2) *проецирующие прямые*.

Горизонтальная прямая (или прямая горизонтального уровня) – это прямая, параллельная только горизонтальной плоскости проекций π_1 . Все ее точки находятся на одинаковом расстоянии от π_1 , то есть координаты Z у всех точек одинаковые (рис. 21). На рис. 22 представлен комплексный чертеж горизонтальной прямой AB .

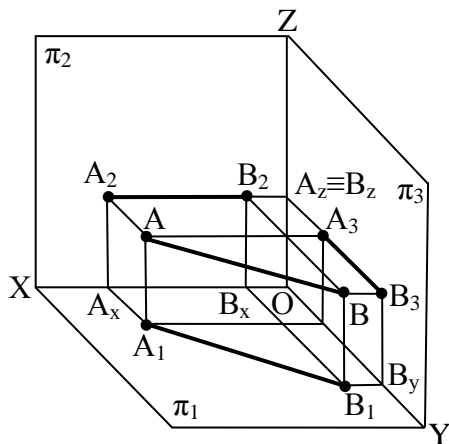


Рис. 21. Пример построения прямой горизонтального положения

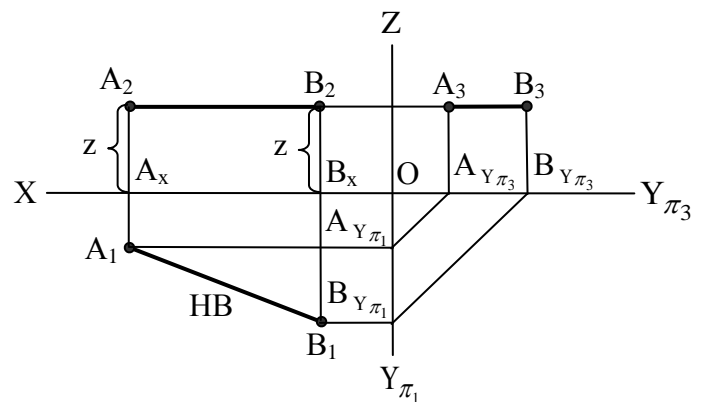


Рис. 22. Комплексный чертеж горизонтальной прямой AB :

$A_2A_x=B_2B_x=\text{const}$; $A_2B_2 \parallel OX$; $A_3B_3 \parallel OY$;
 $A_1B_1=AB$ (натуральная величина)

Если координаты Z у всех точек одинаковые, то фронтальная проекция горизонтальной прямой A_2B_2 параллельна оси OX , а профильная проекция A_3B_3 параллельна оси OY .

Фронтальная прямая – это прямая, параллельная только фронтальной плоскости проекций π_2 . Все ее точки находятся на одинаковом расстоянии от π_2 , то есть координаты Y у всех точек одинаковые. На рис. 23 представлен пример построения прямой фронтального положения.

На рис. 24 представлен комплексный чертеж фронтальной прямой AB . В этом случае фронтальная проекция прямой будет равна по величине самой прямой.

Профильная прямая – прямая, параллельная профильной плоскости проекций π_3 . На рис. 25 представлен пример построения изображения прямой профильного положения AB .

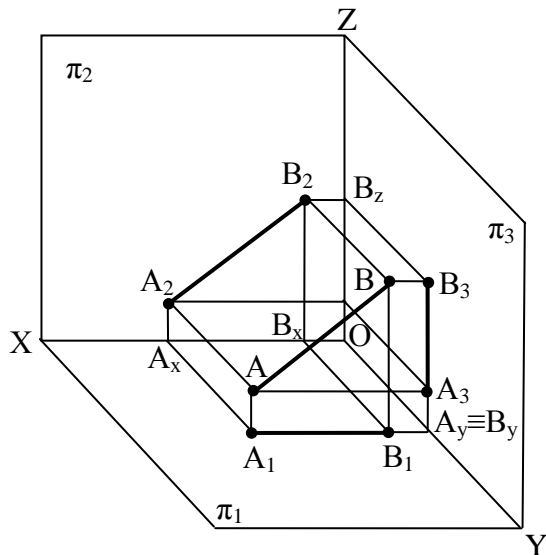


Рис. 23. Пример построения прямой фронтального положения

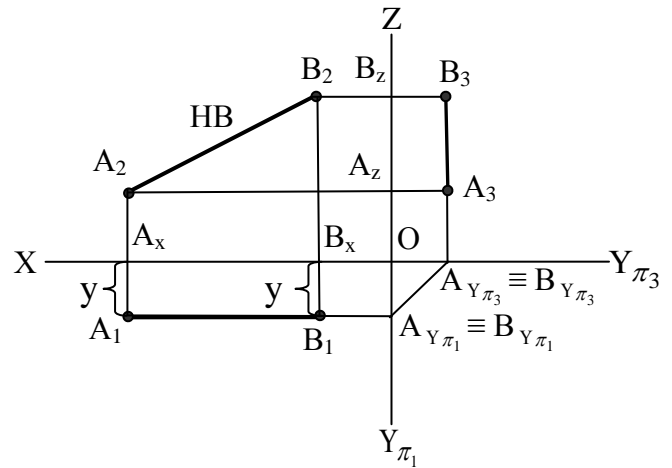


Рис. 24. Комплексный чертёж фронтальной прямой AB:
 $A_1A_x = B_1B_x = \text{const}$; $A_1B_1 \parallel OX$; $A_3B_3 \parallel OZ$;
 $A_2B_2 = AB$ (натуральная величина)

Горизонтальная и фронтальная проекции прямой располагаются на одном перпендикуляре к оси X. Профильная проекция этой прямой равна самому отрезку.

Пример построения комплексного чертежа профильной прямой AB (рис. 26) начинается с вычерчивания проекции A_3B_3 .

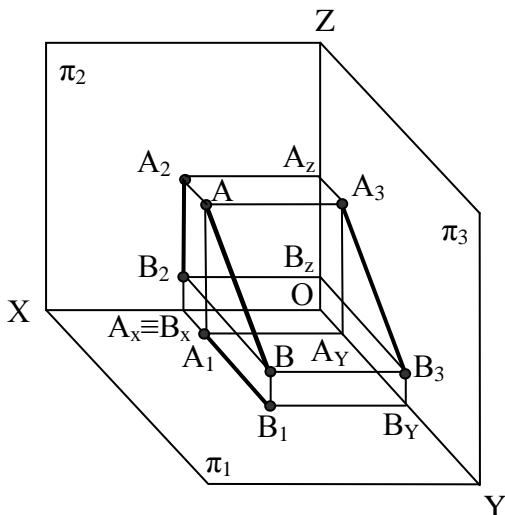


Рис. 25. Пример построения прямой профильного положения

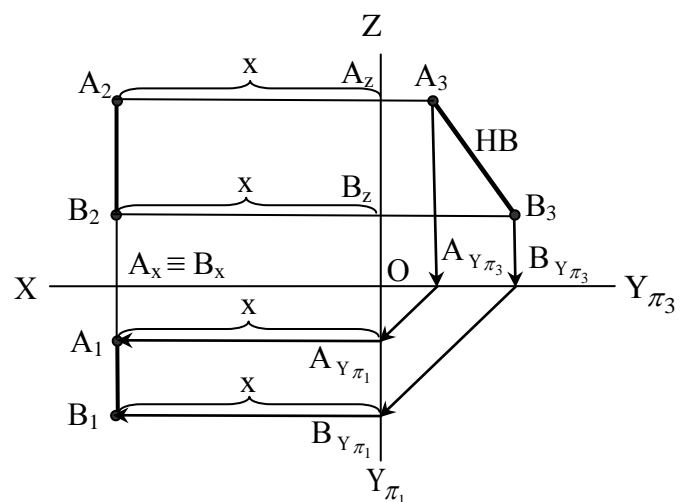


Рис. 26. Комплексный чертёж профильной прямой:
 $A_1A_Y = B_1B_Y = B_2B_Z = A_2A_Z = \text{const}$; $A_2B_2 \parallel OZ$;
 $A_1B_1 \parallel OY$; $A_3B_3 = AB$ (натуральная величина)

1.1.8. Проецирующие прямые

Прямые, перпендикулярные одной плоскости проекций (и соответственно параллельные сразу двум плоскостям проекций), называются **проецирующими**.

Горизонтально-проецирующая прямая – прямая, *перпендикулярная* горизонтальной плоскости проекций π_1 и параллельная фронтальной и профильной плоскостям проекций. Она совпадает с направлением проецирования на горизонтальную плоскость проекций. Поэтому на горизонтальной плоскости проекций прямая АВ проецируется в точку. На рис. 27 представлен пример горизонтально-проецирующей прямой. Прямая обращается в точку на той плоскости проекций, к которой эта прямая перпендикулярна.

На рис. 28 представлен комплексный чертеж горизонтально-проецирующей прямой АВ.

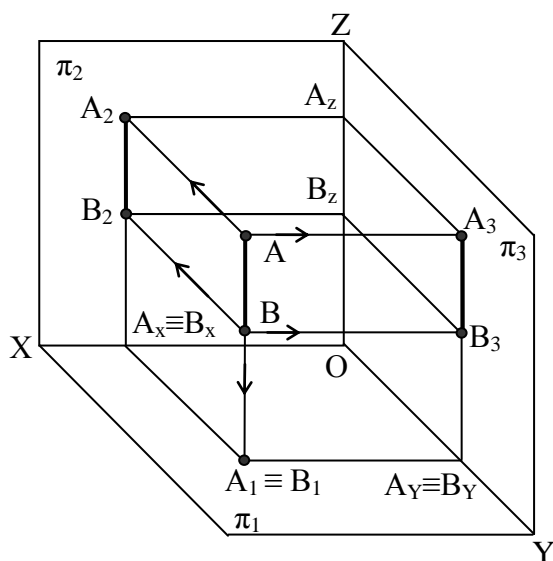


Рис. 27. Горизонтально-проецирующая прямая

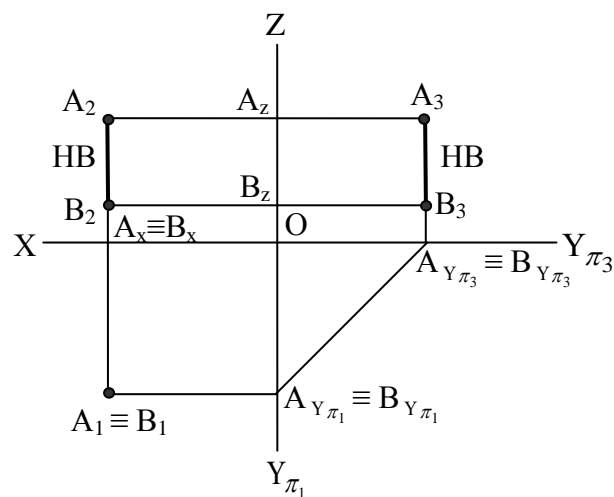


Рис. 28. Комплексный чертеж горизонтально-проецирующей прямой:
 $A_2B_2 \perp OX$; $X, Y = \text{const}$; $A_3B_3 \perp Y\pi_3$

Фронтально-проецирующая прямая – прямая, *перпендикулярная* фронтальной плоскости проекций π_2 и параллельная горизонтальной и профильной плоскостям проекций. Она совпадает с направлением проецирования на фронтальную плоскость проекций. Поэтому на фронтальной плоскости проекций прямая АВ проецируется в точку.

На рис. 29 представлен пример фронтально-проецирующей прямой. На рис. 30 представлен комплексный чертеж фронтально-проецирующей прямой АВ.

Профильно-проецирующая прямая – прямая, *перпендикулярная* профильной плоскости проекций π_3 и параллельная фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций. Она совпадает с направлением проецирования на профильную плоскость проекций. Поэтому на профильной плоскости проекций прямая АВ проецируется в точку.

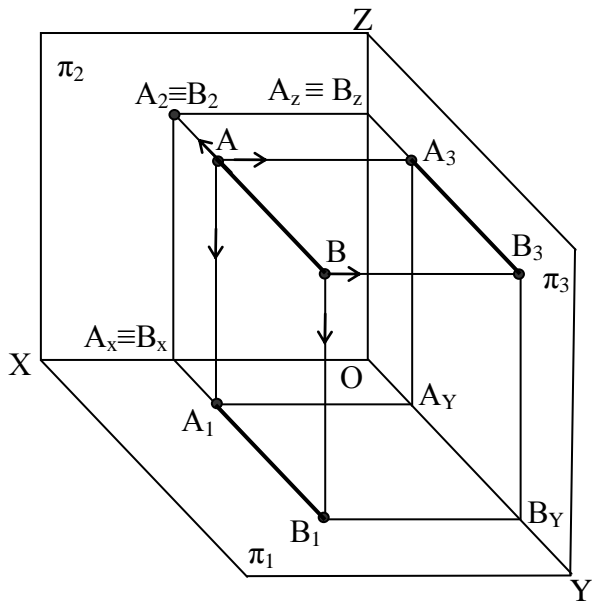


Рис. 29. Фронтально-проецирующая прямая

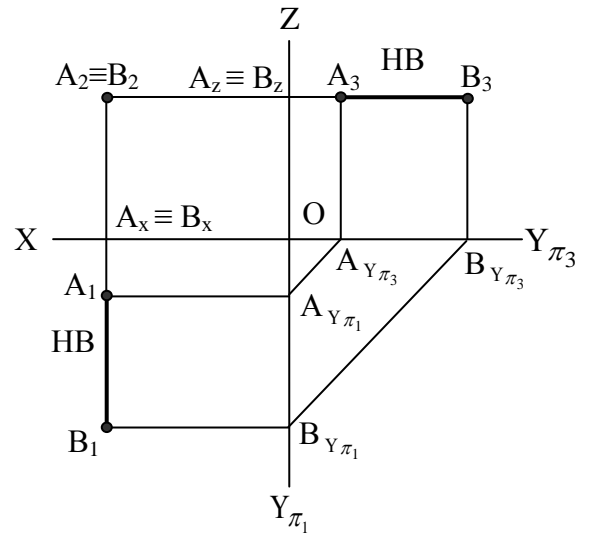


Рис. 30. Комплексный чертёж фронтально-проецирующей прямой
 $A_1B_1 \parallel OY$; $X, Z = \text{const}$; $A_3B_3 \parallel OY$

На рис. 31 представлен пример профильно-проецирующей прямой, а на рис. 32 – ее комплексный чертёж.

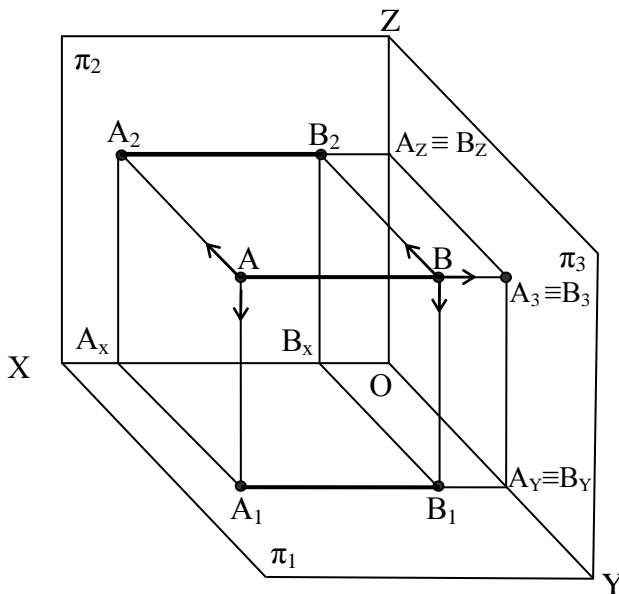


Рис. 31. Профильно-проецирующая прямая

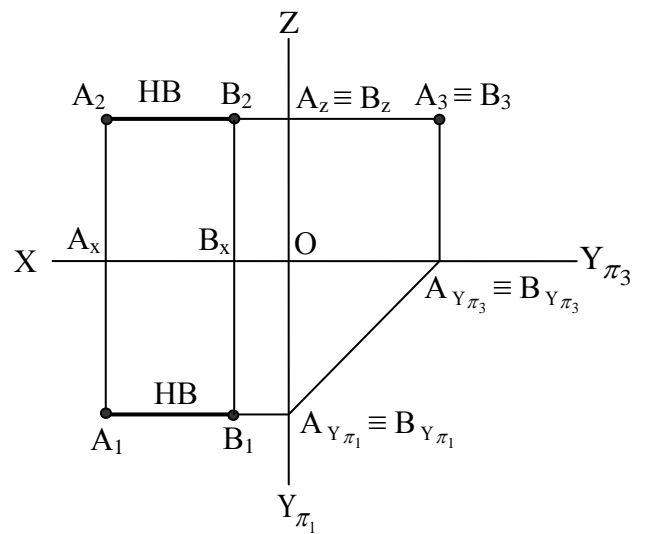


Рис. 32. Комплексный чертёж профильно-проецирующей прямой
 $A_1B_1 \parallel OX$; $Z, Y = \text{const}$; $A_2B_2 \parallel OX$

1.1.9. Прямые, лежащие на плоскостях проекций

1. **Прямые нулевого уровня** являются частными случаями прямых уровня.

Прямые, лежащие на плоскостях проекций, называют прямыми *нулевого уровня*. В соответствии с наименованием плоскостей различают горизонтальные, фронтальные и профильные прямые нулевого уровня. На рис. 33 в качестве примера изображена прямая A_1B_1 , лежащая на горизонтальной плоскости проекций π_1 . Прямая может лежать также на плоскостях π_2 и π_3 . На рис. 34 представлен комплексный чертеж горизонтальной прямой нулевого уровня.

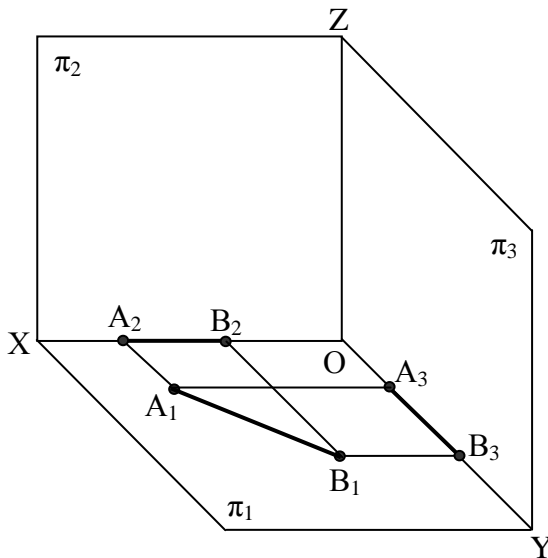


Рис. 33. Пример построения горизонтальной прямой нулевого уровня

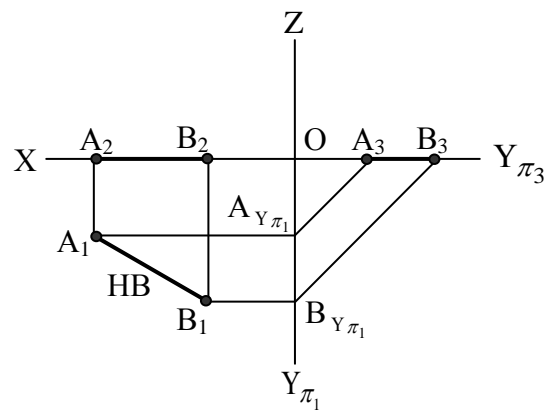


Рис. 34. Комплексный чертеж горизонтальной прямой нулевого уровня

2. **Прямые, лежащие на осях проекций.**

На рис. 35 в качестве примера изображена прямая, лежащая на оси Y . Прямая может лежать также на осях X и Z . На рис. 36 представлен комплексный чертеж прямой, лежащей на оси Y .

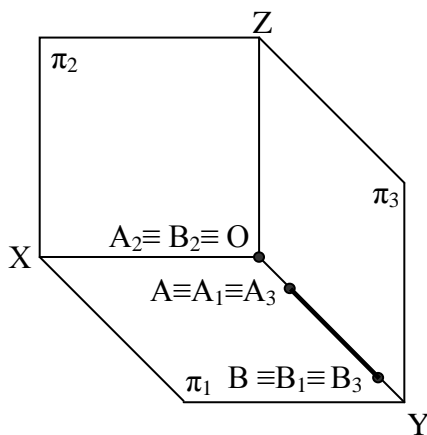


Рис. 35. Пример построения прямой, лежащей на оси Y

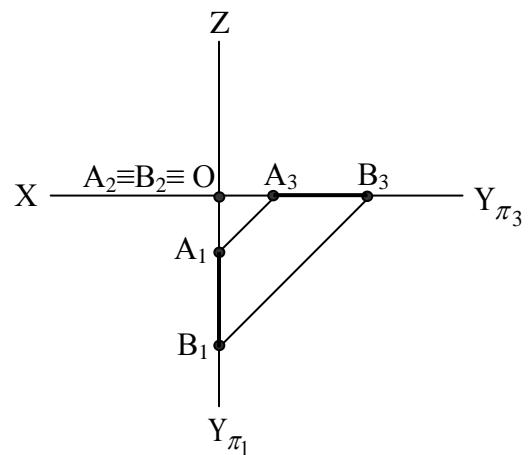


Рис. 36. Комплексный чертеж прямой, лежащей на оси Y

1.2. Взаимное положение двух прямых

1.2.1. Параллельные прямые

Если прямые в пространстве параллельны, то их одноименные проекции также параллельны. Для определения параллельности прямых общего положения достаточно двух их проекций. Чертежи двух параллельных прямых АВ и CD приведены на рис. 37.

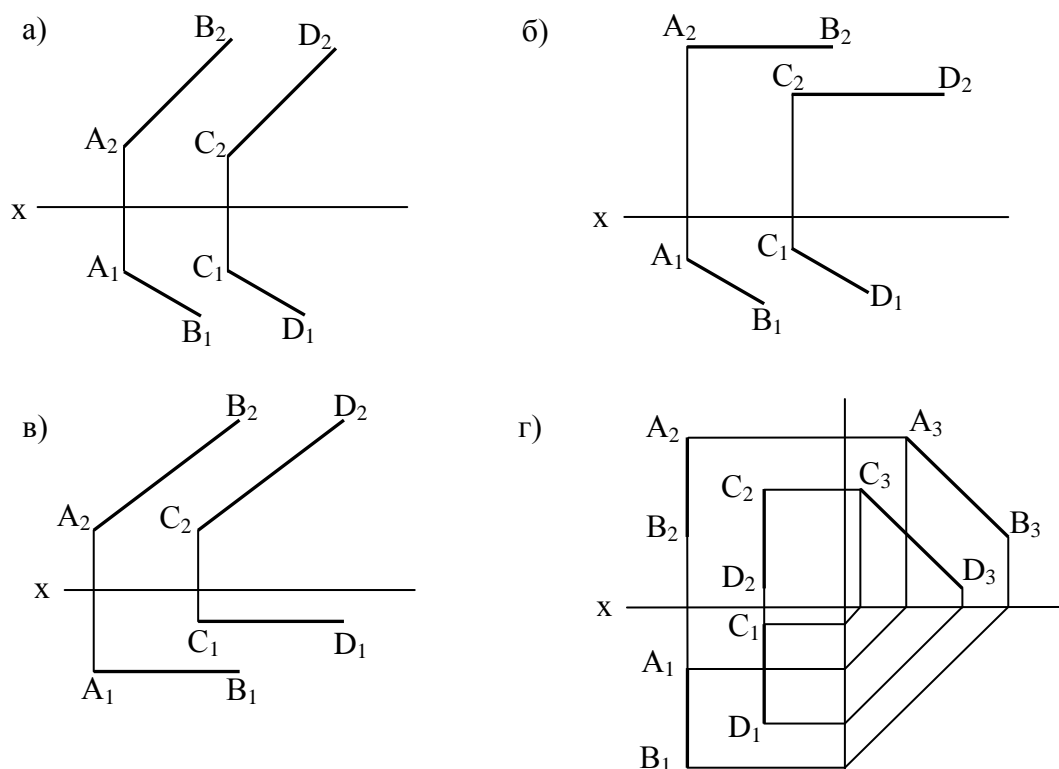


Рис. 37. Варианты чертежей двух параллельных прямых:

- а – прямые общего положения с проекциями A_2B_2, A_1B_1 и C_2D_2, C_1D_1 ;
- б – горизонтальные прямые с проекциями A_2B_2, A_1B_1 и C_2D_2, C_1D_1 ;
- в – фронтальные прямые с проекциями A_2B_2, A_1B_1 и C_2D_2, C_1D_1 ;
- г – профильные прямые с проекциями A_2B_2, A_3B_3 и C_2D_2, C_3D_3

1.2.2. Пересекающиеся прямые

Если прямые в пространстве пересекаются, то их одноименные проекции также пересекаются, а точки пересечения одноименных проекций имеют проекционную связь, то есть лежат на одном перпендикуляре к соответствующей оси проекций.

Пример построения двух прямых АВ и CD, пересекающихся в точке К, представлен на рис. 38, а их чертеж в системе π_1, π_2 - на рис. 39.

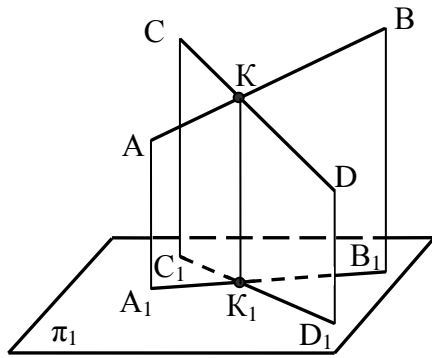


Рис. 38. Пример пересекающихся прямых AB и CD

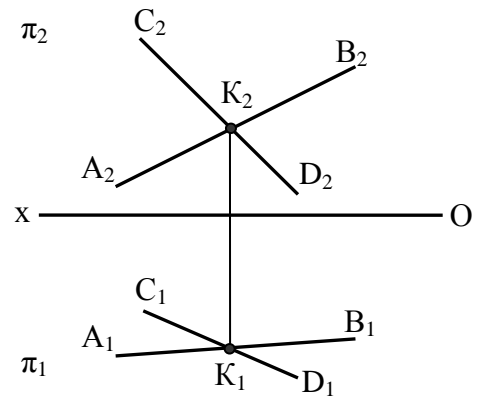


Рис. 39. Чертежи пересекающихся прямых AB и CD в системе π_2, π_1

1.2.3. Скрещивающиеся прямые. Конкурирующие точки

Если прямые в пространстве скрещиваются (то есть они не пересекаются и не параллельны), то их одноименные проекции могут пересекаться, но точки пересечения проекций не будут иметь проекционной связи и располагаться на одном перпендикуляре к соответствующей оси проекций. В случае прямых частного положения две проекции скрещивающихся прямых могут быть параллельны.

Пример двух скрещивающихся прямых AB и CD общего положения представлен на рис. 40, а их чертеж в системе π_1, π_2 – на рис. 41.

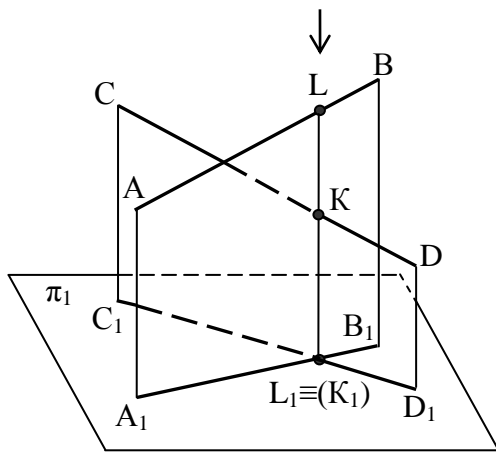


Рис. 40. Пример построения скрещивающихся прямых AB и CD

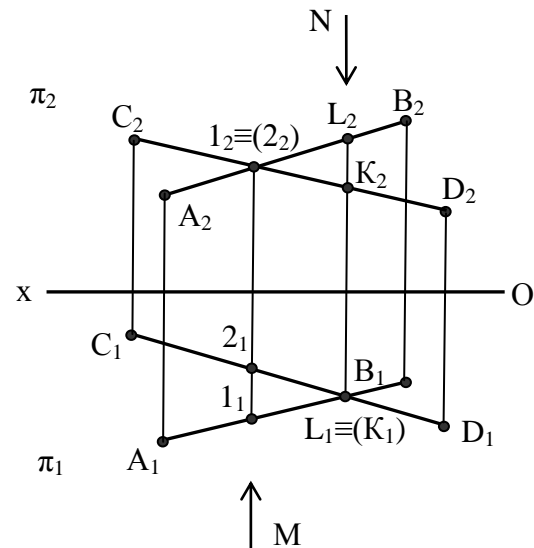


Рис. 41. Изображение проекций скрещивающихся прямых AB и CD в системе π_2, π_1

Согласно рис. 41 точки пересечения одноименных проекций скрещивающихся прямых не лежат на одной линии связи.

Для того чтобы определить какая из изображенных на чертежах прямых

выше другой или ближе другой к наблюдателю, необходимо проанализировать положения определенных точек этих прямых.

На рис. 40 видно, что при взгляде сверху по указанной стрелке, точка L на прямой АВ закрывает точку К (поэтому проекция точки К на плоскости π_1 показана в скобках). На рис. 41 видно, что фронтальная проекция L_2 выше фронтальной проекции K_2 и при взгляде сверху по стрелке N при проецировании на плоскость π_1 точка L закрывает точку К (горизонтальная проекция K_1 показана в скобках). На плоскости π_2 совпадают фронтальные проекции 1_2 и 2_2 точек прямых АВ и CD. При взгляде спереди по стрелке M видно, что точка 1 прямой АВ находится ближе к наблюдателю и поэтому при проецировании на плоскость π_2 точка 1 прямой АВ закрывает точку 2 прямой CD (фронтальная проекция 2_2 точки 2 показана в скобках).

Рассмотренные точки скрещивающихся прямых, проекции которых на одной из плоскостей совпадают, иногда называют *конкурирующими точками*.

То есть **конкурирующими точками** называются точки, у которых совпадают две одноименные проекции. Метод конкурирующих точек заключается в определении взаимной видимости точек по их не совпадающим проекциям.

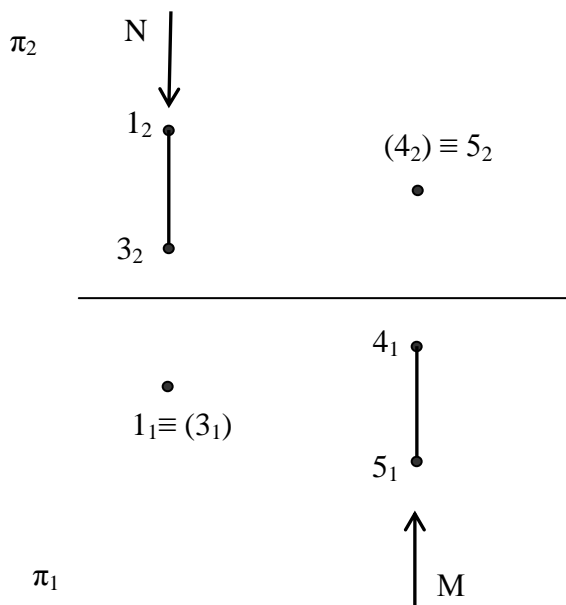


Рис. 42. Пример построения скрещивающихся прямых АВ и CD в системе π_2, π_1

Например, на рис. 42 точка 1 находится выше точки 3 относительно π_1 , поэтому на π_1 видна точка 1_1 , которая закрывает точку 3_1 . Наблюдатель смотрит сверху вниз и направление луча зрения N параллельно проецирующему лучу 1-3. Он представляет из себя горизонтально-проецирующую прямую.

На плоскости π_2 видна точка 5_2 , так как она находится ближе к наблюдателю (дальше от π_2) и закрывает невидимую точку 4_2 .

Конкурирующие точки одновременно принадлежат также и проецирующим лучам, и скрещивающимся прямым.

Так как знание конкурирующих точек позволяет определять видимость предметов в пространстве, метод конкурирующих точек часто используется в начертательной геометрии для определения видимости геометрических фигур.

1.3. Плоскость. Способы задания плоскости на чертеже

Положение плоскости в пространстве определяется тремя точками, не лежащими на одной прямой; прямой и точкой, взятой вне прямой; двумя пересекающимися прямыми и двумя параллельными прямыми. Поэтому плоскость на чертеже может быть задана (рис. 43, а – е): проекциями трех точек, не лежащих на одной прямой (а); прямой и точкой, не лежащей на этой прямой (б); двумя параллельными прямыми (в); двумя пересекающимися прямыми (г); плоской фигурой (д); следами (е).

Следами плоскости называются линии пересечения плоскости с плоскостями проекций. Следы пересекаются в точках, которые находятся на осях проекций. Эти точки называют *точками схода следов*. Различают: горизонтальный, фронтальный и профильный следы.

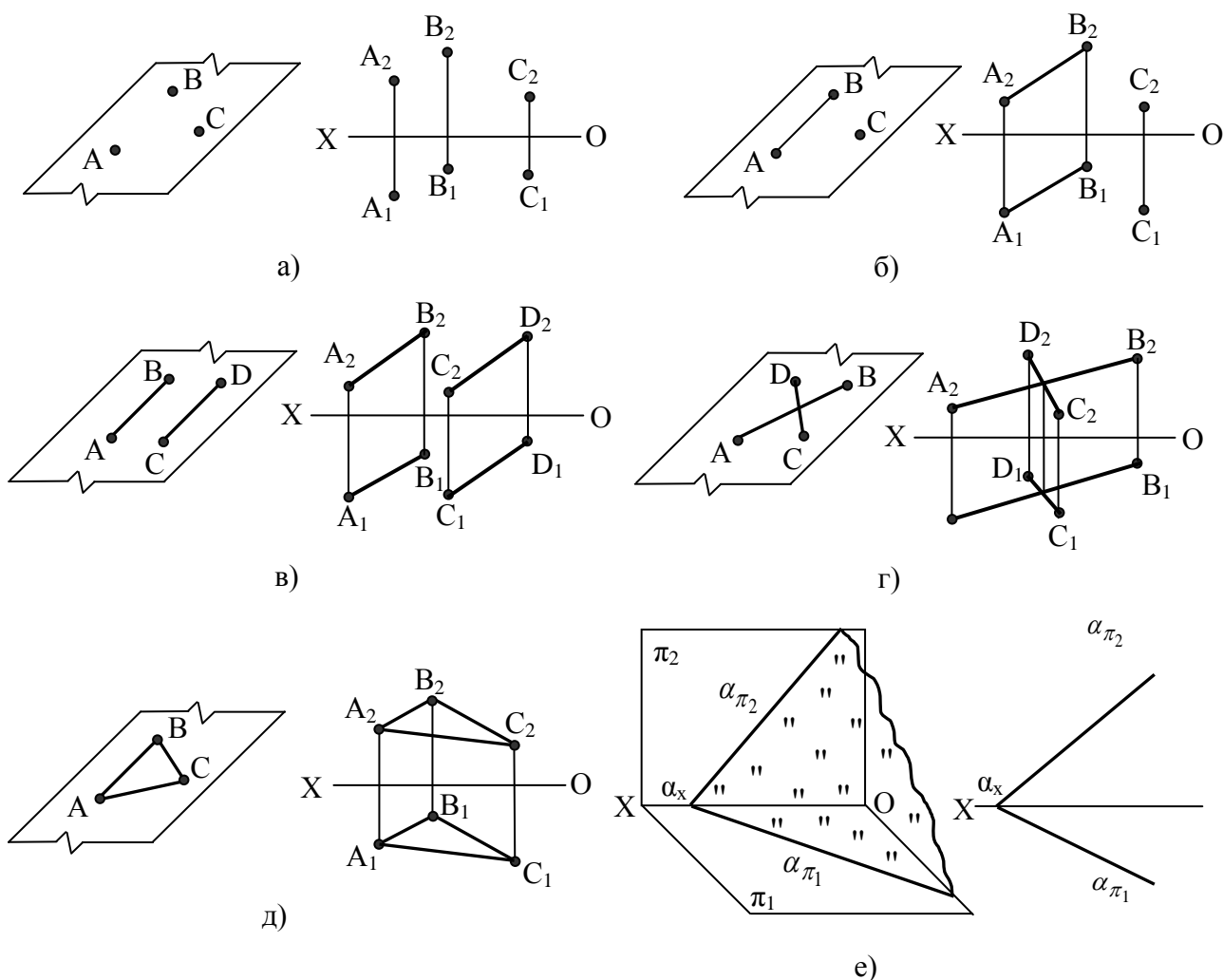


Рис. 43. Способы задания плоскости на чертеже

Плоскости бывают *общего* и *частного положения*.

Плоскость общего положения – это плоскость, не перпендикулярная ни к одной из плоскостей проекций, то есть она наклонена ко всем плоскостям проекций. На рис. 44 представлен пример плоскости общего положения, задан-

ной следами. На рис. 45 представлен комплексный чертеж (эпюр) плоскости общего положения с указанием следов: фронтального, горизонтального и профильного.

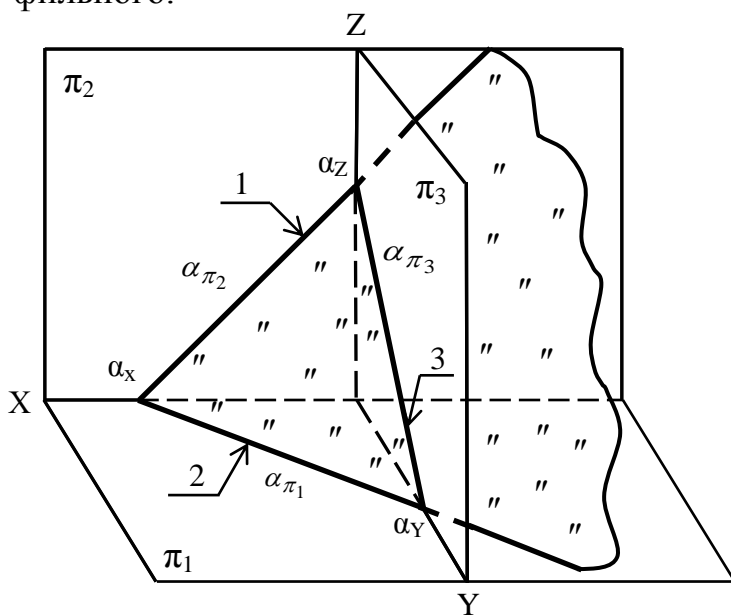


Рис. 44. Пример плоскости общего положения, заданной следами:
1 - фронтальный след;
2 - горизонтальный след;
3 - профильный след

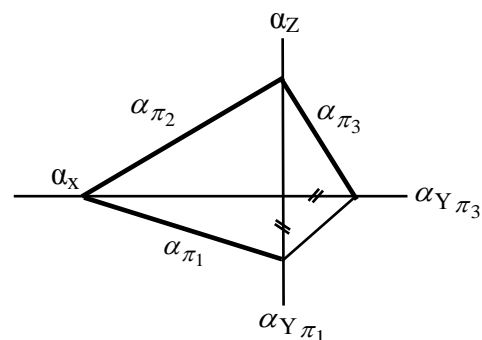


Рис. 45. Комплексный чертеж плоскости общего положения, заданной следами

Плоскости частного положения (проецирующие плоскости) подразделяются на следующие:

- перпендикулярные* только к одной из плоскостей проекций;
- плоскости уровня*, параллельные одной плоскости проекций и перпендикулярные к двум другим плоскостям проекций (*дважды проецирующие*).

1.3.1. Плоскости, перпендикулярные только одной плоскости проекций

Плоскости, перпендикулярные только одной плоскости проекций, подразделяют на горизонтально-проецирующие, фронтально-проецирующие и профильно-проецирующие.

Горизонтально-проецирующей плоскостью называется плоскость, перпендикулярная только *горизонтальной* плоскости проекций π_1 . У такой плоскости горизонтальные проекции точек, прямых и плоских фигур, лежащих в этой плоскости, располагаются на горизонтальном следе плоскости. Фронтальный и профильный следы перпендикулярны осям проекций, горизонтальный след расположен под некоторым углом.

На рис. 46 представлен пример горизонтально-проецирующей плоскости, а на рис. 47 – ее чертеж с указанием следов: фронтального, горизонтального и профильного. Фронтальный след α_2 перпендикулярен оси ОХ, профильный след α_3 перпендикулярен оси ОУ, а горизонтальный след α_1 расположен под некото-

рым углом к осям X и Y.

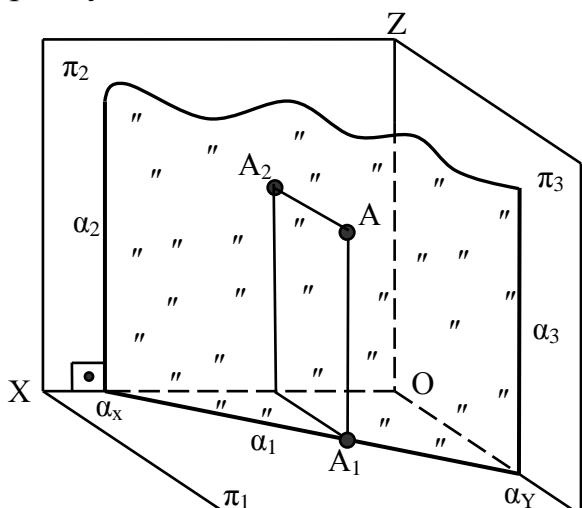


Рис. 46. Пример построения горизонтально-проецирующей плоскости

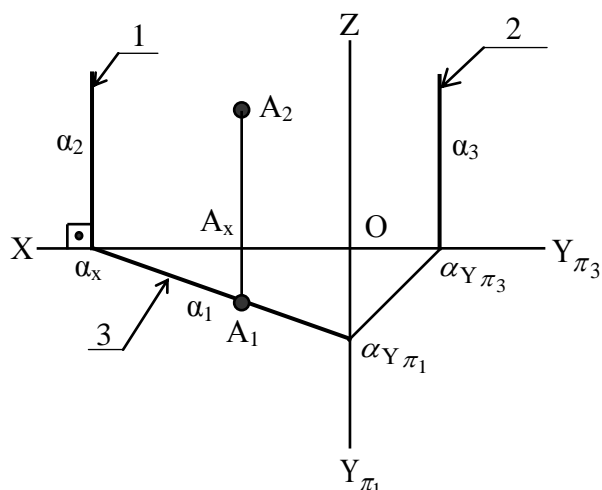


Рис. 47. Комплексный чертеж горизонтально-проецирующей плоскости:
1 - фронтальный след;
2 - профильный след;
3 - горизонтальный след

Фронтально-проецирующей плоскостью называется плоскость, перпендикулярная только фронтальной плоскости проекций. У такой плоскости фронтальные проекции точек, прямых и плоских фигур, лежащих в этой плоскости, располагаются на фронтальном следе плоскости. Горизонтальный след α_1 перпендикулярен оси OX, профильный след α_3 перпендикулярен оси OZ, а фронтальный след α_2 расположен под некоторым углом к осям X и Z.

На рис. 48 представлен пример построения фронтально-проецирующей плоскости, а на рис. 49 – комплексный чертеж фронтально-проецирующей плоскости с указанием следов.

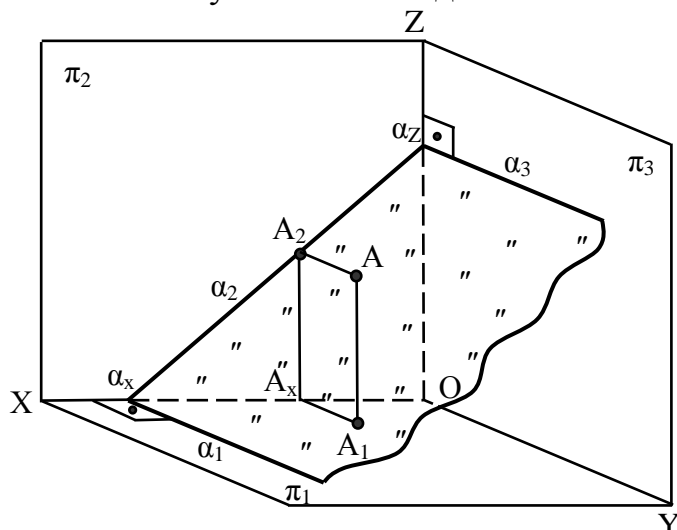


Рис. 48. Пример построения фронтально-проецирующей плоскости

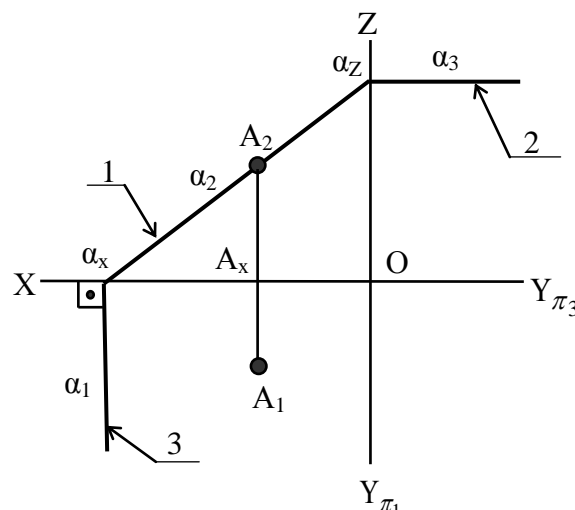


Рис. 49. Комплексный чертеж фронтально-проецирующей плоскости:
1 - фронтальный след;
2 - профильный след;
3 - горизонтальный след

Профильно-проецирующей плоскостью называется плоскость, перпендикулярная только *профильной* плоскости проекций. У такой плоскости профильные проекции точек, прямых и плоских фигур, лежащих в этой плоскости, располагаются на профильном следе плоскости. Горизонтальный след α_1 перпендикулярен оси OY , фронтальный след α_2 перпендикулярен оси OZ , а профильный след α_3 расположен под некоторым углом к осям Y и Z .

На рис. 50 представлено наглядное изображение профильно-проецирующей плоскости. Справа на рис. 51 представлен комплексный чертеж (эпюр) с указанием следов.

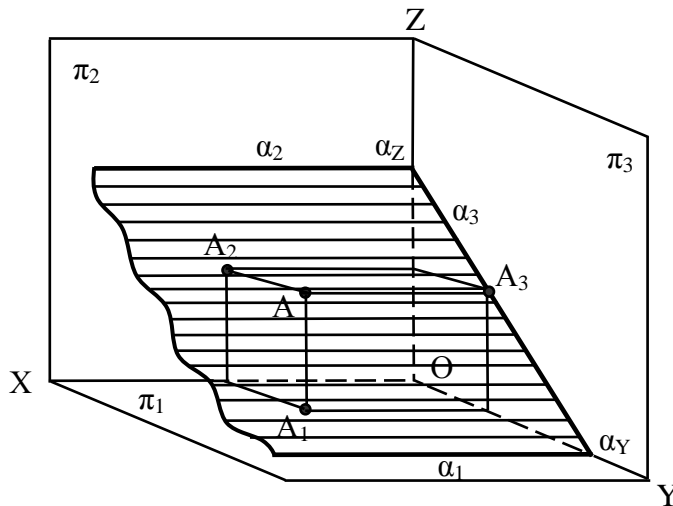


Рис. 50. Пример построения профильно-проецирующей плоскости

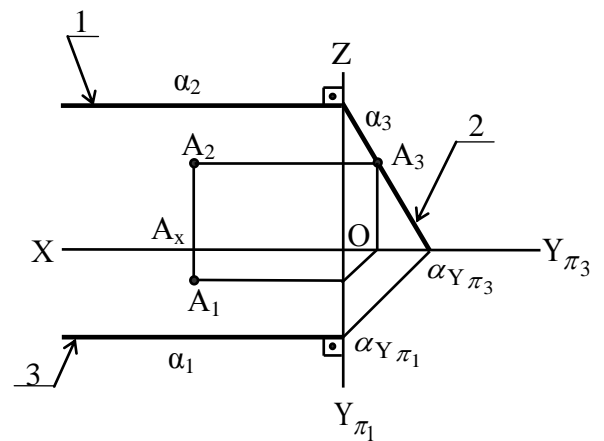


Рис. 51. Комплексный чертеж профильно-проецирующей плоскости:
1 - фронтальный след;
2 - профильный след;
3 - горизонтальный след

1.3.2. Плоскости, перпендикулярные двум плоскостям проекций и параллельные третьей (плоскости уровня)

Основное свойство проецирующей плоскости заключается в том, что любая линия или плоская фигура, принадлежащая этой плоскости, проецируется на плоскость проекций, которой она (эта плоскость) перпендикулярна, в виде прямой, совпадающей со следом плоскости.

Горизонтальная плоскость – это плоскость, параллельная π_1 , перпендикулярная фронтальной π_2 и профильной π_3 плоскостям проекций, или это *плоскость горизонтального уровня*. При этом горизонтальная проекция принадлежащей плоскости любой плоской фигуры представляет собой истинную величину этой фигуры. У такой плоскости точки, прямые и плоские фигуры, лежащие в этой плоскости, имеют фронтальную проекцию на следе α_2 , а профильную – на α_3 . Фронтальный и профильный следы перпендикулярны оси Z .

Название "горизонтальная плоскость" определяется по главному призна-

ку, так как эта плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций. На рис. 52 представлен пример построения горизонтальной плоскости, заданной следами. На рис. 53 представлен эюр этой плоскости, заданной следами вместе с точкой A , которая принадлежит этой плоскости.

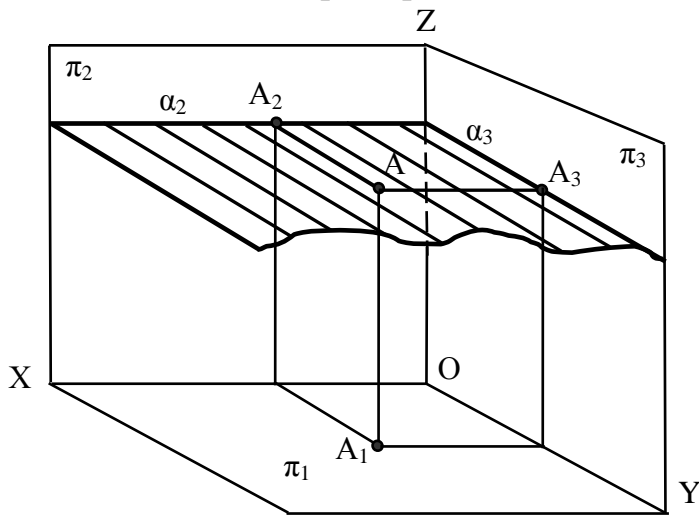


Рис. 52. Пример построения горизонтальной плоскости, заданной следами

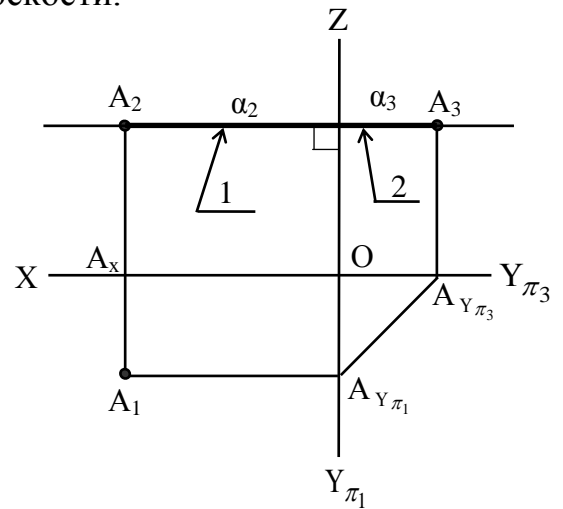


Рис. 53. Комплексный чертеж горизонтальной плоскости:
1 - фронтальный след;
2 - профильный след

Фронтальная плоскость – это плоскость, параллельная фронтальной плоскости проекций π_2 , перпендикулярная горизонтальной π_1 и профильной π_3 плоскостям, или – это *плоскость фронтального уровня*. При этом фронтальная проекция принадлежащей плоскости любой плоской фигуры представляет собой истинную величину этой фигуры. Горизонтальные и профильные проекции прямых, точек и плоских фигур, лежащих в этой плоскости, располагаются соответственно на горизонтальном следе α_1 и профильном следе α_3 .

На рис. 54 представлен пример построения фронтальной плоскости, заданной следами, а на рис. 55 – эюр этой плоскости, заданной следами, вместе с точкой A , принадлежащей плоскости.

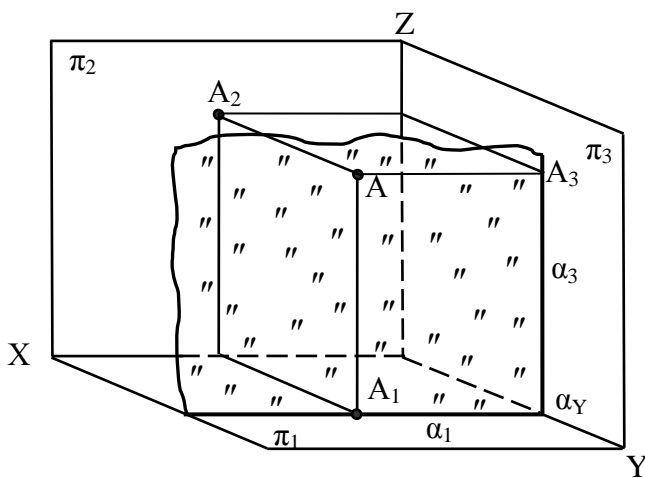


Рис. 54. Пример построения фронтальной плоскости, заданной следами

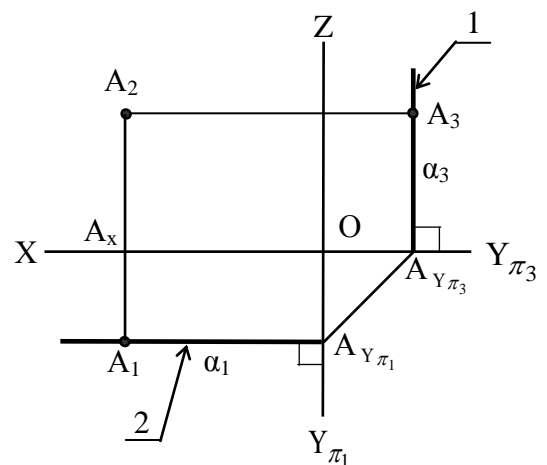


Рис. 55. Комплексный чертеж фронтальной плоскости:
1 - профильный след;
2 - горизонтальный след

Название "*фронтальная плоскость*" определяется по главному признаку, так как эта плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций.

Профильная плоскость – это плоскость, параллельная профильной плоскости проекций π_3 , перпендикулярная горизонтальной π_1 и фронтальной π_2 плоскостям или это *плоскость профильного уровня*. При этом профильная проекция принадлежащей плоскости любой плоской фигуры представляет собой истинную величину этой фигуры. Горизонтальные и фронтальные проекции прямых, точек и плоских фигур, лежащих в этой плоскости, располагаются соответственно на горизонтальном следе α_1 и фронтальном следе α_2 .

На рис. 56 представлен пример построения профильной плоскости, заданной следами, а на рис. 57 – эпюр этой плоскости, заданной следами, вместе с точкой А, принадлежащей этой плоскости.

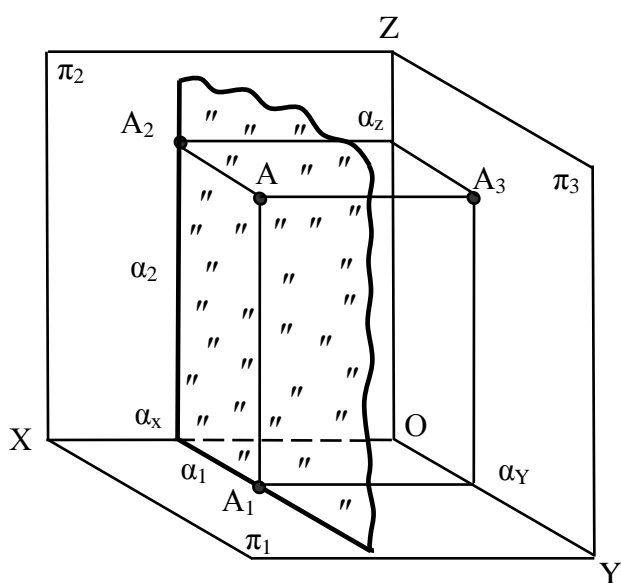


Рис. 56. Пример построения профильной плоскости

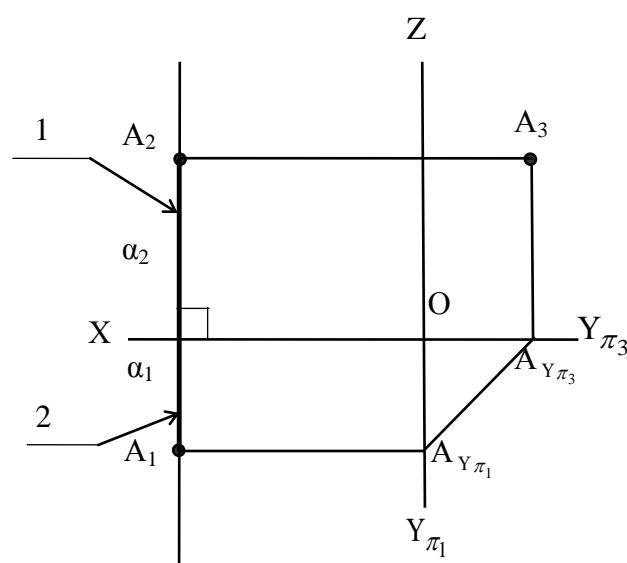


Рис. 57. Комплексный чертеж профильной плоскости:
1 - фронтальный след;
2 - горизонтальный след

Название "*профильная плоскость*" определяется по главному признаку, так как эта плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

РАЗДЕЛ 2

КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ЕЕ ОФОРМЛЕНИЕ

2.1. Единая система конструкторской документации

Конструкторскую документацию оформляют по взаимосвязанным правилам и положениям, установленным в государственных стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Стандартами ЕСКД установлены виды всех изделий, виды и комплектность конструкторской документации и стадии ее разработки.

Изделием называют любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению на предприятии. Их подразделяют на следующие виды: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Деталью называют изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

Сборочной единицей называют изделие, составные части которого соединяют между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой и т.д.)

В данном учебном пособии рассматриваются, в основном, детали.

Конструкторские документы (КД) определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. Подробное описание и правила выполнения каждого вида конструкторских документов регламентированы в соответствующих стандартах ЕСКД.

Стандарты ЕСКД делят по классификационным группам (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Группа	Содержание стандартов
0	Общие положения
1	Основные положения
2	Классификация и обозначение изделий в КД
3	Общие правила выполнения чертежей
4	Правила выполнения чертежей изделий машино- и приборостроения
5	Правила обращения КД, учет, хранение, внесение изменений
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
7	Правила выполнения схем
8	Правила выполнения документов строительных и судостроительных
9	Прочие стандарты

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе. Номер стандарта составляется из цифры 2, присвоенной классу стандартов

ЕСКД; одной цифры (после точки), обозначающей классификационную группу стандартов; двухзначной цифры, определяющей порядковый номер стандарта в данной группе, и двухзначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта (рис. 1).



Рис. 1. Виды и структура обозначений стандартов

Строительные чертежи, в зависимости от вида изображаемых объектов, называют:

- *архитектурно-строительными* (чертежи жилых, общественных и производственных зданий);
- *инженерно-строительными* (чертежи инженерных сооружений - мосты, дороги, туннели, эстакады, гидротехнические сооружения и др.)
- *топографическими* (чертежи земной поверхности, рельефа местности).

Ниже рассмотрены некоторые правила оформления чертежей, которые необходимы для дальнейшего выполнения учебных работ.

2.2. Стандарты оформления чертежей

2.2.1. Форматы

Чертежным форматом называют размер конструкторского документа. Размеры и обозначения основных форматов (ГОСТ 2.301- 68) представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Обозначения и размеры основных форматов

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148×210 мм.

Формат А0 имеет площадь 1 м². Последующий формат получают делением предыдущего на две равные части параллельно его меньшей стороне. Листы чертежей бумаги, как правило, больше по размерам, чем форматы конструкторских документов.

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

На листе чертежной бумаги формат обводят тонкой линией. При этом размеры сторон отмечают относительно центра листа бумаги так, чтобы со всех сторон оставался край бумаги примерно одинаковой ширины для прикрепления чертежа к доске.



Рис. 2. Наглядное изображение оформления поля формата

Поле формата, на котором размещают изображения деталей, геометрические построения ограничивают рамкой. Рамку проводят на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой сторон формата и на расстоянии 20 мм от левой стороны (рис. 2). Поле шириной 20 мм слева предназначено для подшивки чертежей. В углу листа пишется основная надпись. Все форматы, кроме А4 могут располагаться и горизонтально и вертикаль-

но. Формат А4 располагается только вертикально.

В правом нижнем углу рамки помещается основная надпись. Форма и размеры граф основных надписей (ГОСТ 21.101 - 93) в зависимости от выполняемого задания принимаются по форме (а) или (б) (рис. 3).

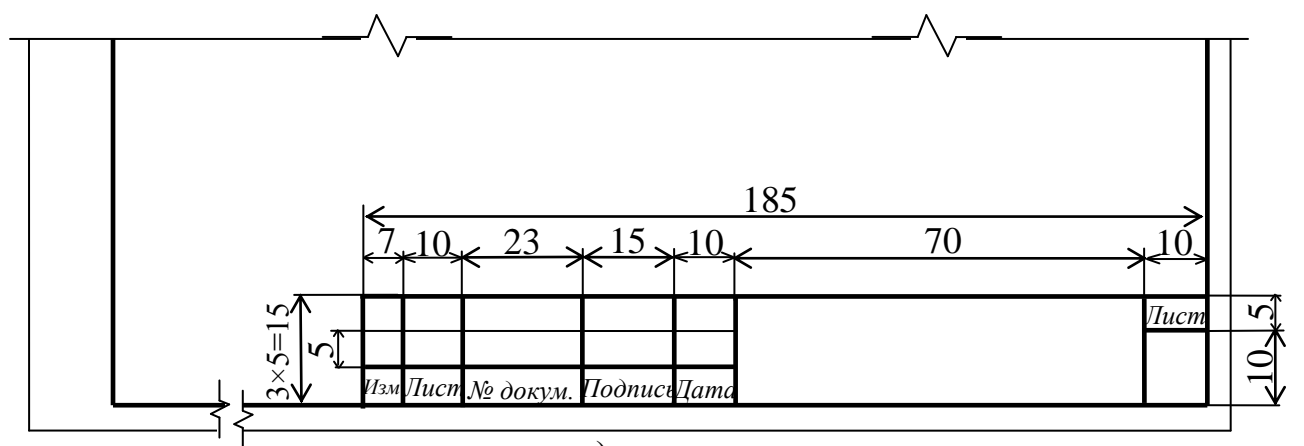
2.2.2. Масштабы

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам. На масштабы существует ГОСТ 2.302-68. Масштабы изображений на чертежах стандартизированы.

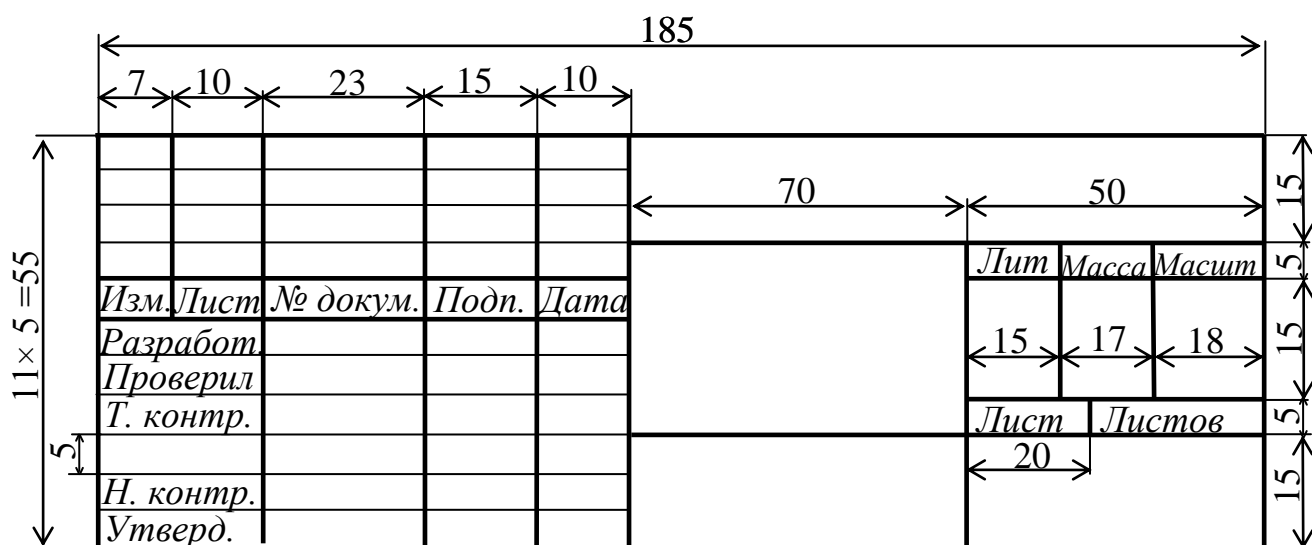
Масштаб уменьшения: 1: 2; 1: 2,5; 1: 4; 1: 5; 1: 10; 1: 15; 1: 20; 1: 25; 1: 40; 1: 50; 1: 75; 1: 100 и т. д.

Масштаб увеличения: 2:1; 2,5: 1; 4: 1; 5: 1; 10:1; 20: 1; 40: 1; 50: 1; 100: 1. Предпочтителен масштаб 1:1, то есть изображение в *натуральную величину*.

Масштаб, изображенный на чертеже, записывают в соответствующей



а)



б)

Рис. 3. Форма основной надписи

графе основной надписи по типу 1:1, 1:2, 2:1 и т.д. Если какой-либо элемент на чертеже выполнен в масштабе, отличающимся от записанного в основной надписи, то этот масштаб записывают над элементом по типу А (1:1), Б (2:1), В (1:2) и т.д.

2.2.3. Шрифты

На всех чертежах и других технических документах применяют стандартные шрифты русского, латинского и греческого алфавитов, арабские и римские цифры и специальные знаки.

На шрифты чертежные существует ГОСТ 2.304-81, согласно которому размер шрифта характеризуется высотой (h) прописных букв в мм. При этом высота измеряется перпендикуляром от основания строки.

Установлены следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Шрифты, в зависимости от толщины линий, подразделяются на два типа:

тип А толщина линии d равна $(1/14) \cdot h$;

тип Б толщина линии d равна $(1/10) \cdot h$.

Шрифты выполняют с наклоном около 75° или без наклона (прямой шрифт).

Для учебных чертежей целесообразно применять шрифт типа Б. Параметры шрифта Б представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Параметры шрифта Б

Параметры шрифта	Обозначение	Размеры, мм									
		1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	28	40
Размер шрифта	h	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	28	40
Высота прописных букв и цифр	h	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	28	40
Высота строчных букв	c	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	28
Толщина линий шрифта	$d=(1/10)h$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Расстояние между буквами	a	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8
Минимальный шаг строк (расстояние между основаниями строк)	b	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0	47,6	68
Минимальное расстояние между словами	e	1,1	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12	16,8	24

2.2.4. Расположение надписей на поле чертежа

Надписи цифровые и буквенные располагают горизонтально и выполняют четким шрифтом. Размещают надписи на поле чертежа обычно над основной надписью. Надписи внутри контура проекций (за исключением размерных чисел) помещают только в случае крайней необходимости. Если по необходимости надпись пересекает линию чертежа, то линию в этом месте прерывают. Если надпись подчеркивают линией или пишут вдоль нее, то между линией и надписью оставляют просвет около 1 мм.

В табличных документах (спецификации, основные надписи и т.п.) надписи располагают примерно в середине между линиями.

2.2.5. Типы линий

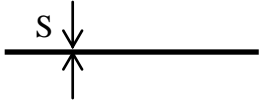


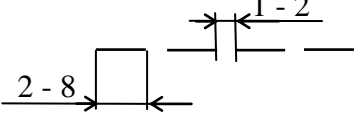
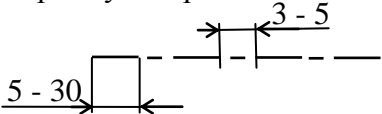
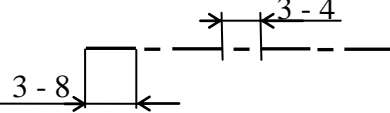

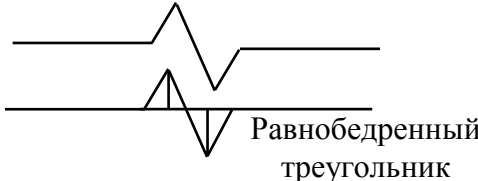
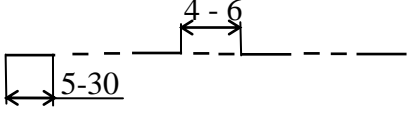
Для большей выразительности и наглядности на чертежах применяют различные типы линий. Их определенное начертание и назначение стандартизировано (ГОСТ 2.303-68).

Основные типы линий и их типовое назначение представлены в табл. 2.4. Толщина сплошной основной линии стандартизирована от 0,5 до 1,4 мм.

Для учебных чертежей целесообразно применять толщину сплошной основной линии $0,6 \div 0,7$ мм.

Таблица 2.4

Типы линий

Тип линий	Толщина (S)	Основное назначение
1. Сплошная основная 	0,5 ÷ 1,4 мм	Рамка чертежа; линии основной надписи
2. Сплошная тонкая 	$S/3 \div S/2$	Линии построения, размерные и выносные; линии связи; штриховки; линии - выноски (полочка при выноске), оси ортогональные
3. Сплошная волнистая (вычерчивается от руки) 	$S/3 \div S/2$	Линии обрыва изображения на коротком участке
4. Штриховая 	$S/3 \div S/2$	Линии невидимого контура
5. Штрихпунктирная тонкая  Между линиями - штришок (берется 1 мм)	$S/3 \div S/2$	Линии осевые и центровые
6. Штрихпунктирная утолщенная 	от $S/2$ до $\frac{2}{3} S$	Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью ("наложенная проекция")
7. Разомкнутая (состоит из двух частей) 	от S до $1 \frac{1}{2} S$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами  Равнобедренный треугольник	$S/3 \div S/2$	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирные с двумя точками 	$S/3 \div S/2$	Линии сгиба на развертках

РАЗДЕЛ 3

ИЗОБРАЖЕНИЕ МНОГОГРАННИКОВ. ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ

3.1. Поверхности. Геометрические тела

Геометрическим телом называется часть пространства, ограниченная поверхностями различного вида. Геометрические тела, в зависимости от элементов, которые их образуют, можно разделить на два класса: 1) геометрические тела с многогранными поверхностями – многогранники; 2) геометрические тела с криволинейными поверхностями.

Ряд плоскостей, пересекаясь между собой, образуют поверхность, которая называется *многогранной*. Плоскости, составляющие поверхность, называются *гранями многогранника*, а линии (прямые) пересечения каждой пары плоскостей – *ребрами многогранника*. Точка пересечения трех или более граней называется *вершиной многогранника* (рис. 1).

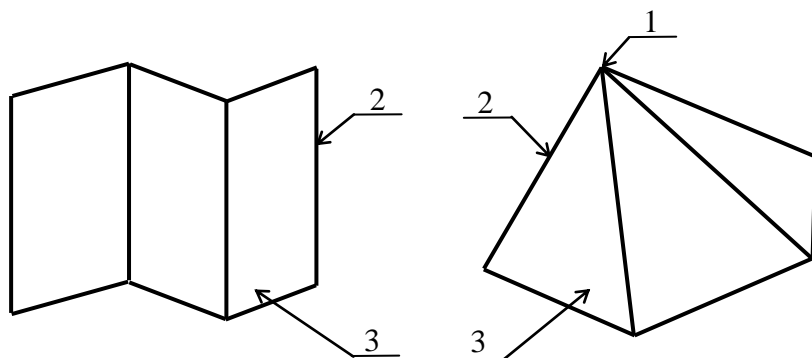


Рис. 1. Пример образования многогранной поверхности

- 1- вершина многогранника;
- 2- ребра многогранника;
- 3- грани многогранника

Если многогранная поверхность ограничивает со всех сторон некоторую часть пространства, то она образует геометрическое тело, называемое **многогранником**.

В учебном процессе рассматриваются наиболее распространенные виды многогранников: *призмы* и *пирамиды*.

В зависимости от числа вершин у многоугольника основания пирамиды, так же как и у призмы, их называют: треугольными, если в основании треугольник; четырехугольными, если в основании четырехугольник, и т. д.

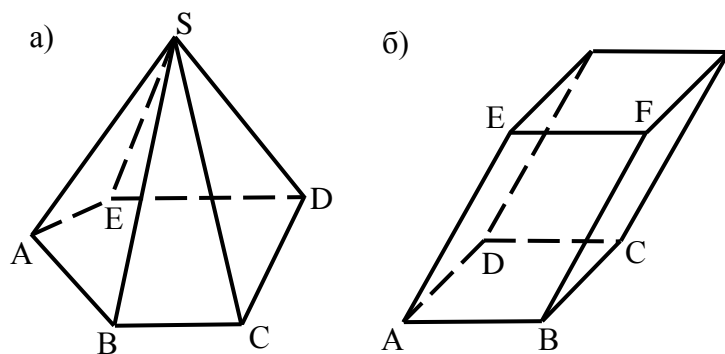


Рис. 2. Примеры многоугольников:

- а - пятиугольная пирамида;
- б - четырехугольная призма

Из числа многогранников выделяют группу *правильных многогранников*. У правильного многогранника все грани являются правильными и конгруэнтными многоугольниками, а многогранные углы при вершинах — выпуклые и содержат одинаковое число граней.

Гранями правильных многогранников могут быть только правильные треугольники, четырехугольники и пятиугольники. Одной из особенностей правильных многогранников является то, что каждый из них вписывается в сферу. Примерами правильных многогранников являются (рис. 2): тетраэдр — правильный четырехгранник (а); гексаэдр — правильный шестигранник — куб (б); октаэдр — правильный восьмигранник (в); додекаэдр — правильный двенадцатигранник (г); икосаэдр — правильный двадцатигранник (д).

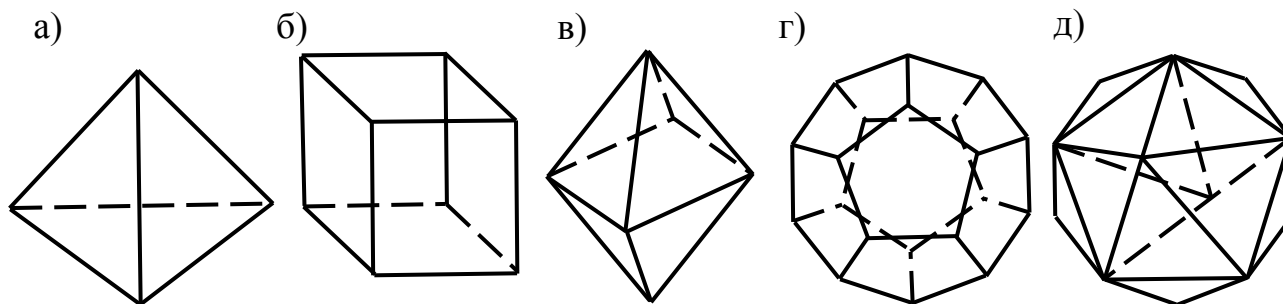


Рис. 3. Примеры правильных многогранников

3.1.1. Призма

Призмой называется многогранник, две грани которого - равные многоугольники с параллельными сторонами, расположенными в параллельных плоскостях, а другие грани (боковые) - параллелограммы (рис. 4, б). Грани призмы ограничиваются ребрами, являющимися прямолинейными отрезками,

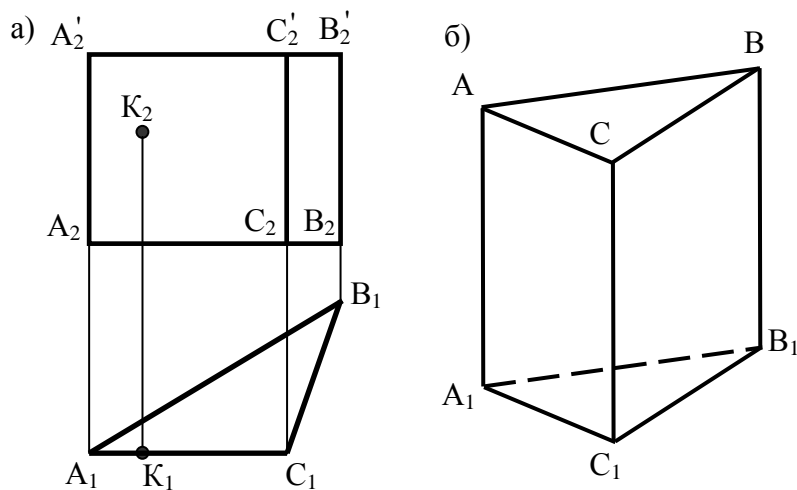


Рис. 4. Пример построения призмы

- а) фронтальная и горизонтальная проекции;
- б) аксонометрия

пересекающимися между собой. Поэтому построение чертежей призмы в основном сводится к построению проекций точек (вершин) и отрезков прямых - ребер. На чертежах ребра призм, в зависимости от проекций, проецируются в виде отрезков прямых или в виде точек. Например, фронтальной проекцией боковых ребер призмы (рис. 4, а) являются отрезки прямых. Горизонтальной проекцией тех же боковых

ребер призмы являются точки.

Призма, основание у которой параллелограмм, называется **параллелепипедом**. Изображая призму, удобно ее основание располагать параллельно

плоскости проекций. Основания изображенных тел проецируются в отрезок прямой линии на фронтальную и профильную плоскости проекций.

Призма, у которой боковые грани перпендикулярны плоскости основания, называется *прямой*. Если боковые грани призмы не перпендикулярны плоскости основания, то такая призма называется *наклонной*.

3.1.2. Пирамида

Многогранник, у которого основание представляет собой многоугольник, а боковые грани – треугольники, сходящиеся в одной точке – вершине, называется **пирамидой** (рис. 5, б). На чертеже пирамиду задают проекциями ее основания, ребер и вершины, а *усеченную пирамиду* - проекциями обоих оснований

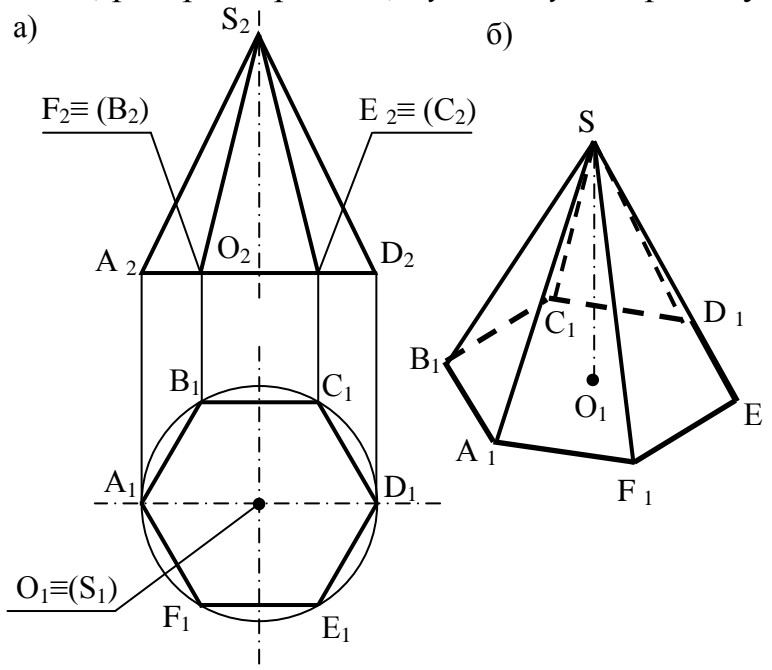


Рис. 5. Пример построения пирамиды
а) фронтальная и горизонтальная проекции;
б) аксонометрия

и ребер. Грани пирамид, которые перпендикулярны плоскостям проекций, проецируются на них в виде отрезков прямых линий.

Изображая пирамиду, удобно ее основание располагать параллельно плоскости проекций. На рис. 5, а приведен чертеж пирамиды с проекциями вершины S_1, S_2 и основания, проекции которого $A_2B_2C_2D_2E_2F_2$ и $A_1B_1C_1D_1E_1F_1$. Если высота пирамиды проходит через центр тяжести основания, то такая пирамида называется *прямой*. Во всех других случаях пирамида считается *наклонной*.

Существуют следующие *условия видимости ребер многогранника*:

- 1) проекции ребер, которые образуют внешний контур проекции многогранника, всегда видны;
- 2) видимость остальных ребер многогранника определяется методом конкурирующих точек (см. раздел 1.2.3).

Существуют следующие *условия видимости граней многогранника*:

- 1) грань многогранника видна, если видны все ее ребра;
- 2) грань многогранника не видна, если не видно хотя бы одно ее ребро.

3.2. Поверхности вращения. Конус и цилиндр

Поверхности вращения и ограничиваемые ими тела имеют весьма широкое применение во всех областях техники.

В начертательной геометрии поверхность рассматривают как множество последовательных положений движущейся линии или другой поверхности в пространстве. Линию, перемещающуюся в пространстве и образующую своим движением поверхность, называют **образующей** поверхности. Линия, по которой движется образующая, называется **направляющей** поверхности. Образующие могут быть *прямыми* и *кривыми*.

Поверхностью вращения называют поверхность, получающуюся от вращения некоторой *образующей линии* вокруг неподвижной прямой – *оси поверхности*. На чертежах ось обозначают штрихпунктирной линией. Образующая линия может в общем случае иметь как криволинейные, так и прямолинейные участки. В зависимости от вида образующей, поверхности вращения могут быть *линейчатыми*, *нелинейчатыми* или состоять из частей таких поверхностей.

Задать поверхность на чертеже – значит указать условия, позволяющие построить каждую точку этой поверхности. То есть поверхность вращения на чертеже можно задать образующей и положением оси.

3.2.1. Коническая поверхность. Образование конической поверхности

Коническая поверхность образуется прямой линией L (*образующая*), проходящей через некоторую неподвижную точку S , и последовательно через все точки некоторой кривой *направляющей* линии a (рис. 6). Неподвижная точка S называется *вершиной* конической поверхности.

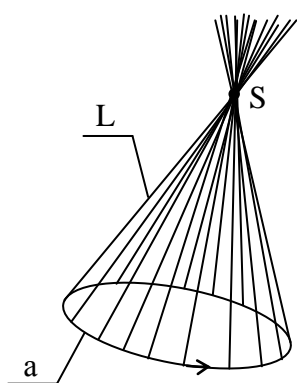


Рис. 6. Образование конической поверхности

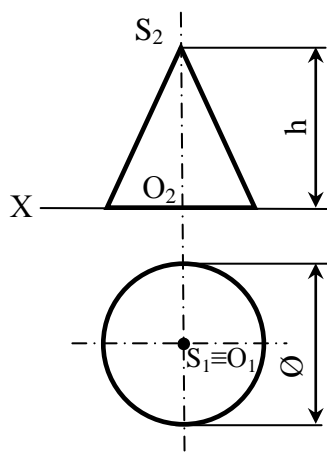


Рис. 7. Фронтальная и горизонтальная проекции конуса

Конус – геометрическое тело, ограниченное конической поверхностью и плоскостью. Конус, в зависимости от положения его оси по отношению к плоскостям проекций, может быть: *прямым круговым*, *наклонным круговым*, *эллиптическим* и т.д. Например, на рис. 7 изображены фронтальная и горизонтальная проекции прямого кругового

конуса, ось которого перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций π_1 . В учебном процессе рассматривается только прямой круговой конус.

3.2.2. Цилиндрическая поверхность. Образование цилиндрической поверхности

Если точку S (рис. 6) удалить в бесконечность, то коническая поверхность превратится в цилиндрическую.

Цилиндрическая поверхность образуется прямой линией L , сохраняющей во всех своих положениях параллельность некоторой заданной прямой линии и проходящей последовательно через все точки направляющей линии a (рис. 8).

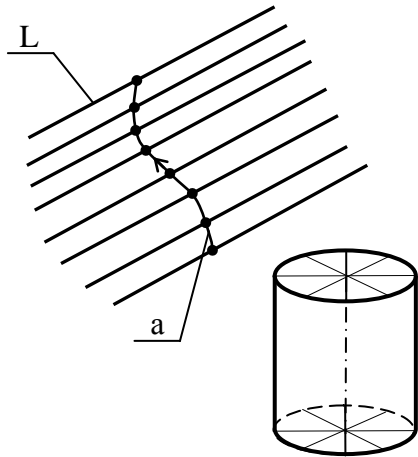


Рис. 8. Образование цилиндрической поверхности

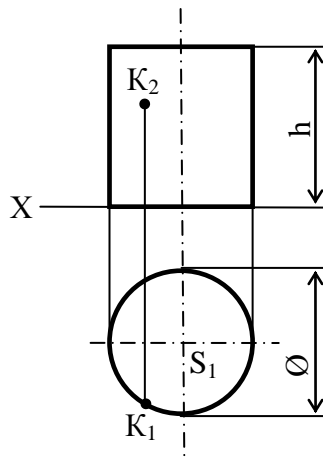


Рис. 9. Фронтальная и горизонтальная проекции цилиндра

Цилиндр - геометрическое тело, ограниченное цилиндрической поверхностью и двумя параллельными плоскостями. Если образующая L перемещается параллельно самой себе и перпендикулярно плоскости, в которой лежит направляющая a , то такой цилиндр называется **прямым круговым цилиндром**.

На рис. 9 изображены фронтальная и горизонтальная проекции прямого кругового цилиндра, ось которого перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций π_1 . Здесь же показано построение горизонтальной проекции точки K_1 , принадлежащей цилиндрической поверхности и заданной фронтальной проекцией K_2 . Любая точка на цилиндрической поверхности может быть построена с помощью проходящей через нее образующей.

Цилиндрические поверхности различают по виду нормального сечения, то есть кривой линии, получаемой при пересечении этой поверхности плоскостью, перпендикулярной к ее образующим. По виду нормального сечения цилиндр может быть *эллиптическим* (в частном случае *круговым*), *параболическим*, *гиперболическим* и т. д. Например, эллиптический цилиндр можно представить как прямой круговой цилиндр, преобразованный путем его равномерного сжатия в плоскости осевого сечения. Если же нормальным сечением является неопределенная геометрическая линия, то такой цилиндр называется *цилиндром общего вида*.

3.3. Аксонометрические проекции

При выполнении чертежей различных фигур и объектов в ортогональных проекциях трудно составить представление о них в целом. Чтобы сделать изо-

бражение более наглядным, строят его аксонометрическую проекцию, или сокращенно – аксонометрию.

Главной целью аксонометрических проекций является получение наглядных изображений, то есть таких изображений, по которым можно легко представить формы и восстановить вид объекта.

Сущность способа аксонометрических проекций заключается в следующем. Предмет вместе с осями прямоугольных координат, к которым он отнесен в пространстве, проецируется параллельно **на одну плоскость** проекций. Эта плоскость называется **плоскостью аксонометрических проекций**. Проекции координатных осей X , Y , Z на эту плоскость будут называться **аксонометрическими осями координат**.

Например, спроецируем на плоскость аксонометрических проекций точку A (рис. 10). При этом проекции прямых, параллельных в ортогональных проекциях осям координат, будут также параллельны соответствующим аксонометрическим осям ($A_x A_1 \parallel OY$ и $A_x' A_1' \parallel O'Y'$). Для того, чтобы обеспечить взаимную однозначность между точками пространства и точками аксонометри-

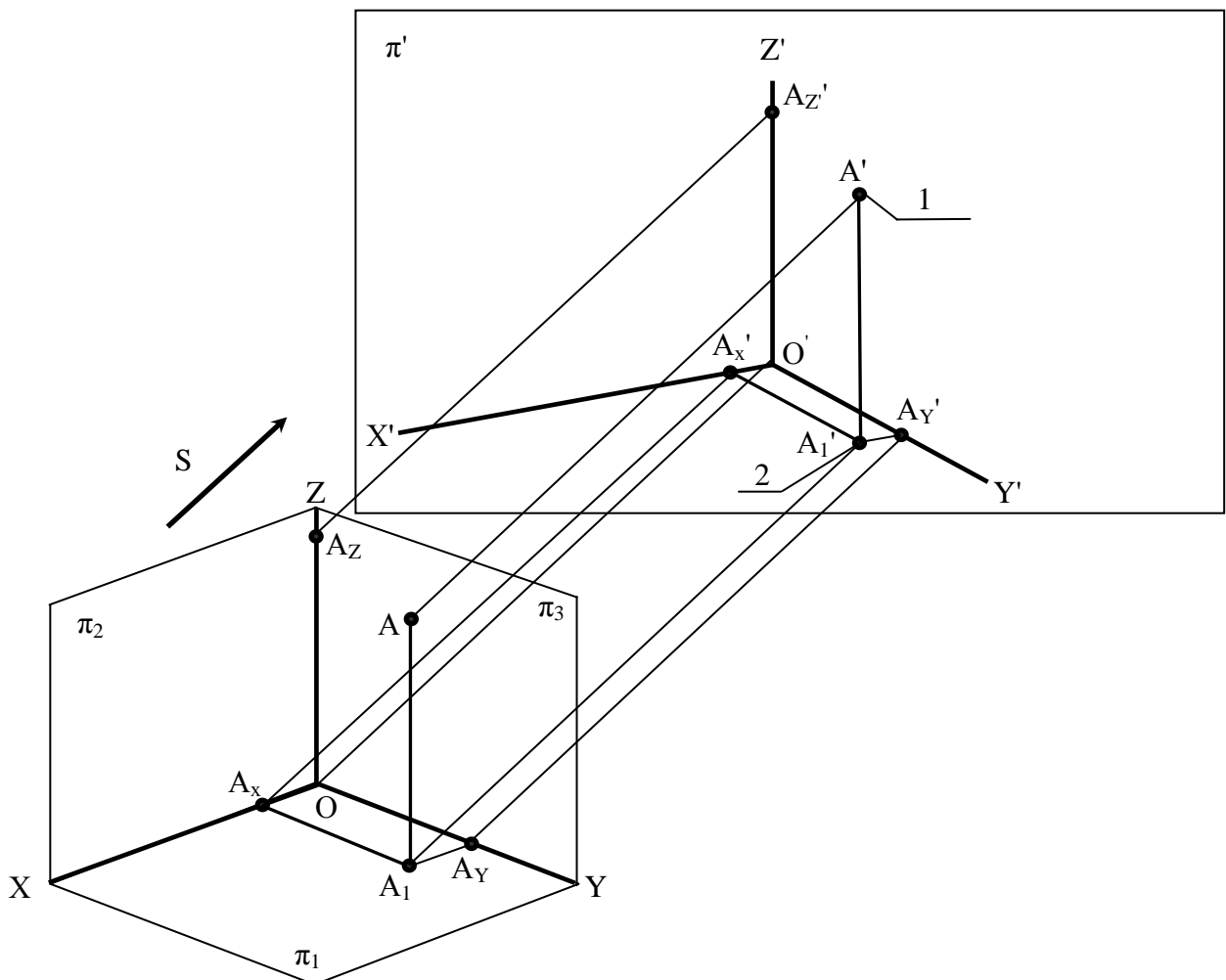


Рис. 10. Пример построения аксонометрической проекции точки A

- 1 - первичная проекция точки A ;
- 2 - вторичная проекция точки A

ческой плоскости проекций необходимо на плоскость π' спроецировать не только точку A , но и одну из ее ортогональных проекций (чаще всего горизонтальную проекцию A_1). Аксонометрическую проекцию A_1' горизонтальной проекции точки A называют **вторичной проекцией точки A** .

Проекция самой пространственной точки A на плоскость аксонометрических проекций - A' – называется **первичной проекцией точки A** .

Следовательно, аксонометрическая проекция точки A это, прежде всего проекция этой точки *только на одну плоскость* – плоскость аксонометрических проекций.

На аксонометрической плоскости проекций π' (рис. 10) показана также аксонометрическая проекция осей координат – плоская система X' , Y' и Z' . В общем случае длина отрезков осей координат в пространстве не равна длине их аксонометрических проекций. Эти изменения величины отрезков при проецировании их на плоскость π' определяются коэффициентом искажения.

Коэффициентом (или показателем) искажения называется отношение длины аксонометрической проекции отрезка к его истинной длине.

Возьмем эти отношения по всем осям:

По оси X' : $O'A_{X'}/OA_X = U$;

По оси Y' : $O'A_{Y'}/OA_Y = V$;

По оси Z' : $O'A_{Z'}/OA_Z = W$.

Коэффициенты искажения для удобства построений, как правило, принимают округленными.

В зависимости от соотношения коэффициентов искажения, основные аксонометрические проекции можно разделить на три группы:

1) Если коэффициенты искажения по всем трем осям равны между собой, то есть $U=V=W$, то такой вид аксонометрии называется **одномерной** или **изометрической**.

2) Если коэффициенты искажения равны между собой только по двум осям, то есть $U=W \neq V$, то такой вид аксонометрии называется **двухмерной** или **диметрической**.

3) Если коэффициенты искажения различны по всем трем осям, то есть $U \neq W \neq V$, то такой вид аксонометрии называется **трехмерной** или **триметрической**.

В зависимости от угла, образованного проецирующим лучом с аксонометрической плоскостью проекций, аксонометрические проекции можно разделить на два вида:

1. Угол, образованный проецирующим лучом с аксонометрической плоскостью проекций, составляет 90° . Такой вид аксонометрии называют **прямоугольным**.

2. Угол, образованный проецирующим лучом с аксонометрической плоскостью проекций, не равен 90° . Такой вид аксонометрии называют **косугольным**.

В учебном процессе выполнение аксонометрии групп геометрических

тел с многогранными поверхностями выполняется только в прямоугольной изометрии.

3.3.1. Прямоугольная изометрия. Построение изометрического овала, конуса, цилиндра.

Положение аксонометрических осей в прямоугольной изометрии представлено на рис. 11. При этом угол между осями X, Y, Z составляет 120° . Коэффициент искажения по осям X, Y, Z равен 0,82. Для упрощения изометрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения, то есть коэффициент искажения принимается равным 1. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы (рис. 12).

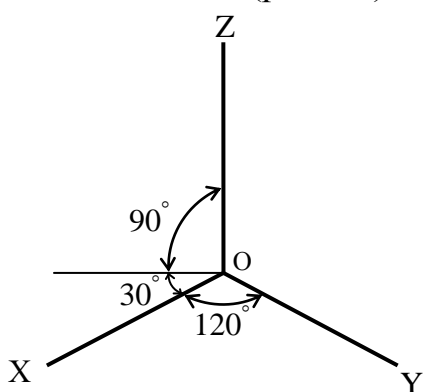


Рис. 11. Изображение аксонометрических осей в прямоугольной изометрии

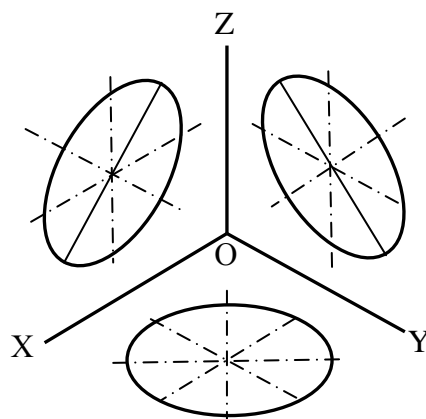


Рис. 12. Изображение окружностей в прямоугольной изометрии

Для построения изометрии конуса и цилиндра необходимо построить изометрию окружности их оснований. Аксонометрия окружности есть *эллипс* (лекальная кривая), который при коэффициенте искажения по осям равном 1, может быть заменен *овалом* (циркульной кривой). Как эллипс, так и овал строятся по большой (AB) и малой (CD) осям, которые соответственно равны $1,22D$ и $0,71D$ (D – диаметр окружности). При построении следует помнить, что большая ось овала располагается перпендикулярно той оси аксонометрии, которая составляет прямой угол с плоскостью, в которой лежит окружность, малая ось параллельна этой же оси аксонометрии (рис. 13). Существует несколько способов построения овала. Для получения наибольшей точности построения, когда некоторые тела касаются друг друга, применяется способ, изображенный на рис. 13.

Для построения высоты цилиндра (рис. 14, а) из точки O проводим линию параллельную оси OZ и отмечаем на ней заданную высоту цилиндра. Верхняя окружность цилиндра (эллипс) вычерчивается по аналогии с нижней окружностью основания, а затем они соединяются при помощи касательных к выпуклым частям эллипсов.

Конус вычерчивается по аналогии с цилиндром: сначала строится основа-

ние (эллипс), затем откладывается высота и проводятся касательные (образующие) к основанию конуса (рис. 14, б).

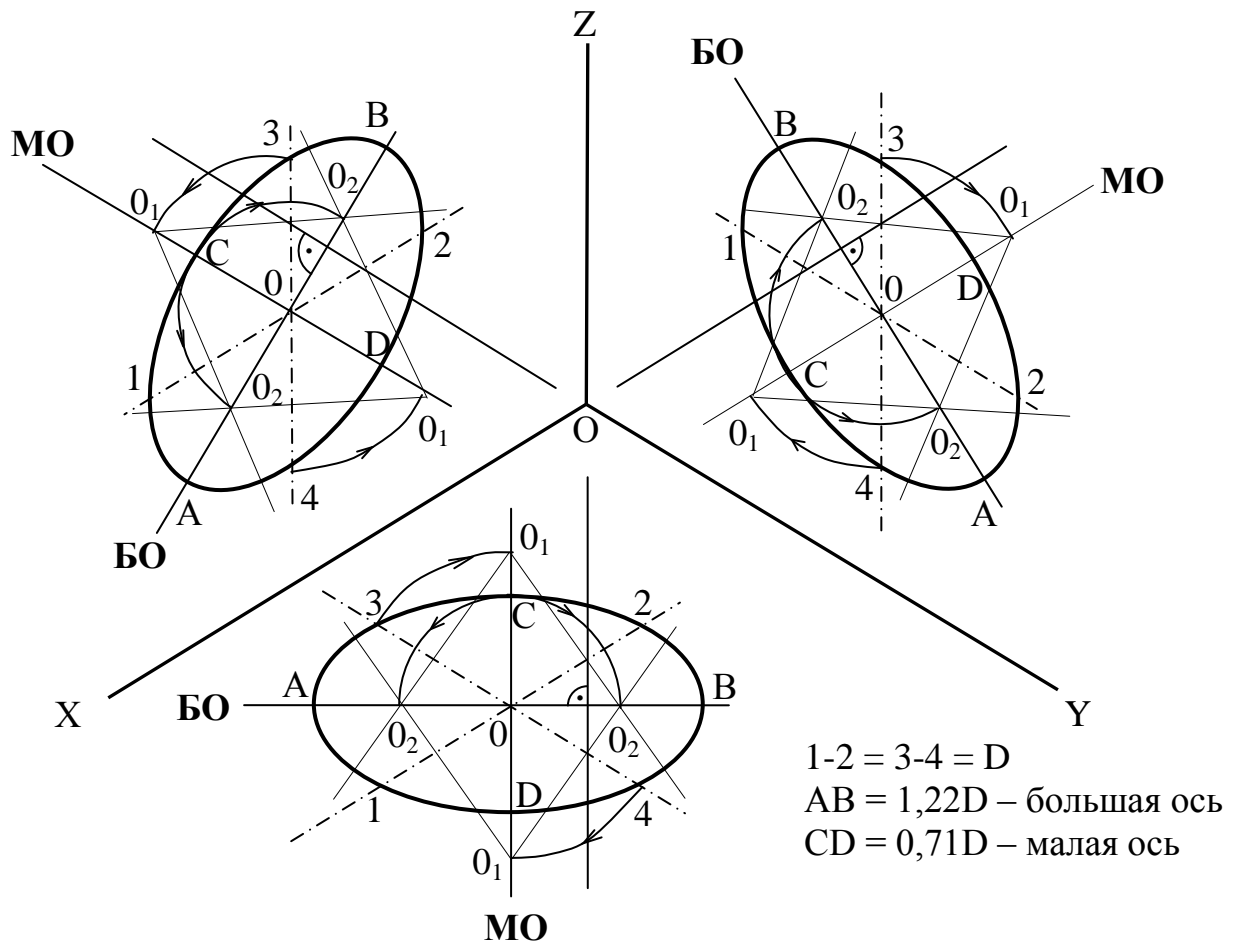


Рис. 13. Построение изометрии окружности

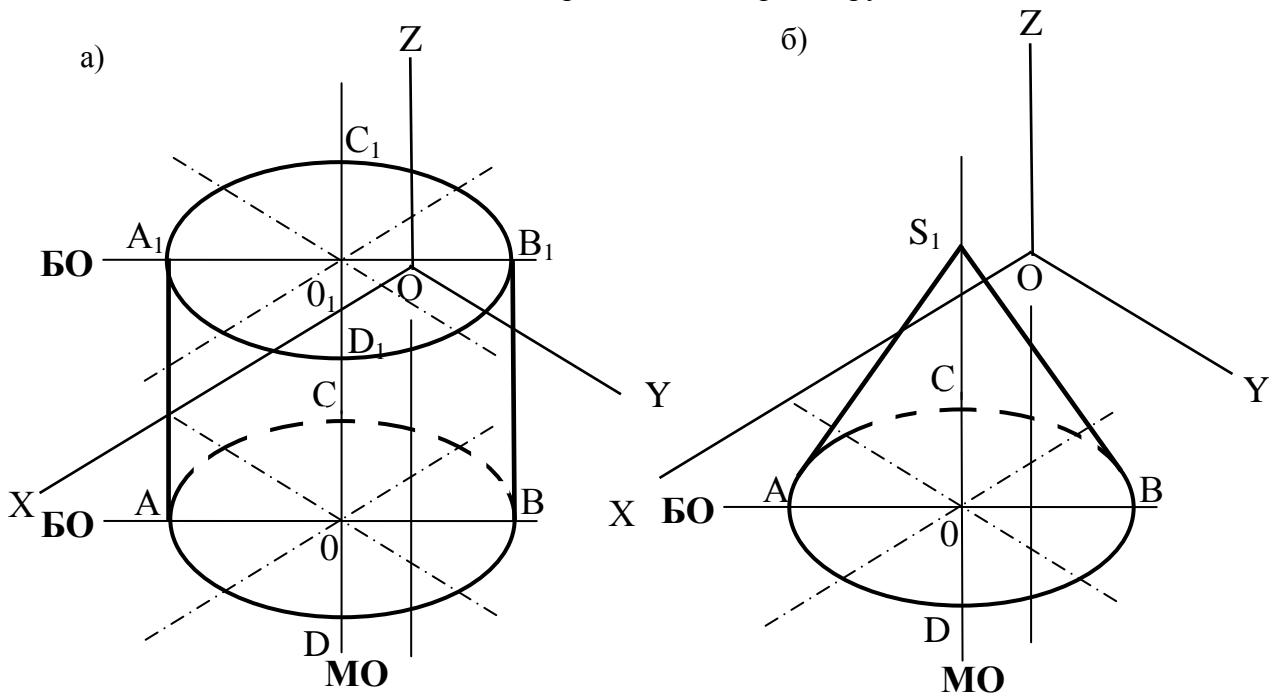


Рис. 14. Построение изометрии цилиндра (а) и конуса (б)

РАЗДЕЛ 4

ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

Для того чтобы разработать деталь заданного функционального назначения необходимо определить его геометрическую форму. Геометрическую форму любой детали можно представить как совокупность элементарных геометрических тел, частей их поверхностей, ограничивающих предмет. Задать на чертеже форму это значит построить проекционное изображение всех точек и линий, определяющих форму предмета.

В предыдущих разделах рассмотрены элементы начертательной геометрии, являющиеся теоретической основой построения технических чертежей. При этом изображения геометрических тел и простейших предметов на их основе выполнялись ортогональным проецированием на две или три основных взаимно перпендикулярных плоскости проекций, поскольку оно обеспечивает передачу на чертеже формы и размеров изображаемых предметов без искажения.

При выполнении технических чертежей предметов (деталей, приборов и других устройств) в процессе их конструирования трех основных плоскостей проекций иногда бывает недостаточно. Поэтому для выполнения изображений дополнительно применяют ряд правил и условностей.

Правила изображения предметов на чертежах всех отраслей промышленности и строительства изложены в стандартах ЕСКД и СПДС. В лекциях правила изображения предметов рассматриваются в порядке, принятом в ЕСКД.

На технических чертежах применяются различные по своему содержанию изображения (ГОСТ 2.305 – 68), которые разделяются на виды, разрезы, сечения.

4.1. Основные положения и определения

В качестве основных плоскостей проекций принимают, как правило, 6 граней пустотелого куба, внутри которого как бы помещаются предмет и наблюдатель. При проецировании предмета на внутренние поверхности граней (рис. 1), он находится между наблюдателем и плоскостью проекций (рис. 2) в первой четверти.

Любой чертеж, представленный изображением: видом, разрезом или сечением, должен выполняться установленным способом проецирования, как правило, в определенном масштабе, и обеспечивать выявление формы и всех необходимых размеров предмета.

Разрезая куб по ребрам, разворачиваем его грани до совмещения с фронтальной плоскостью проекций. За фронтальную плоскость проекций принима-

ют заднюю грань куба. Изображение, получаемое на фронтальной плоскости проекций и дающее наиболее полное представление о геометрической форме и размерах предмета, называется **главным**.

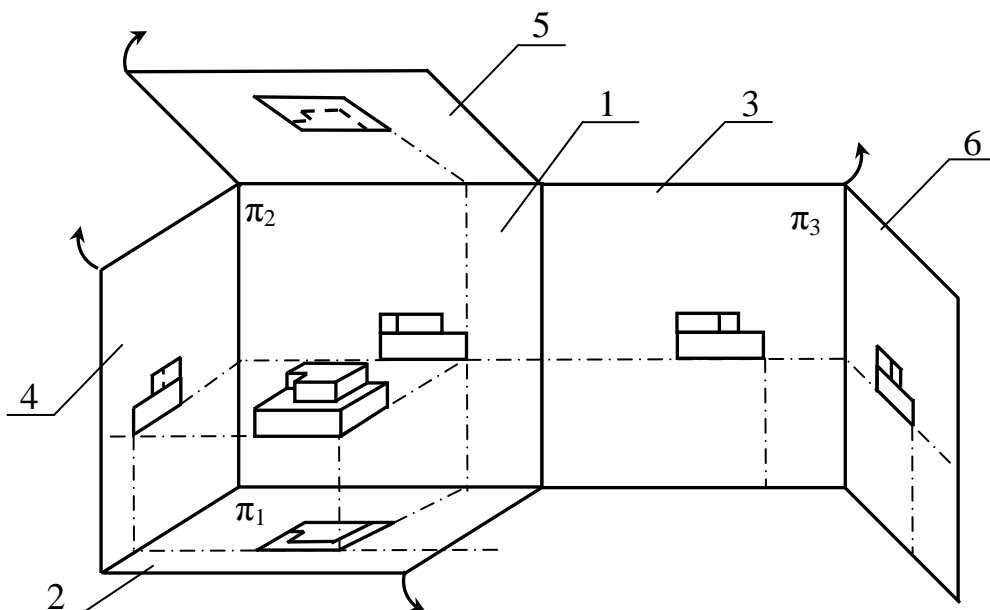


Рис. 1. Проецирование предмета на шесть граней пустотелого куба

1 - вид спереди; 2 - вид сверху; 3 - вид слева;
4 - вид справа; 5 - вид снизу; 6 - вид сзади

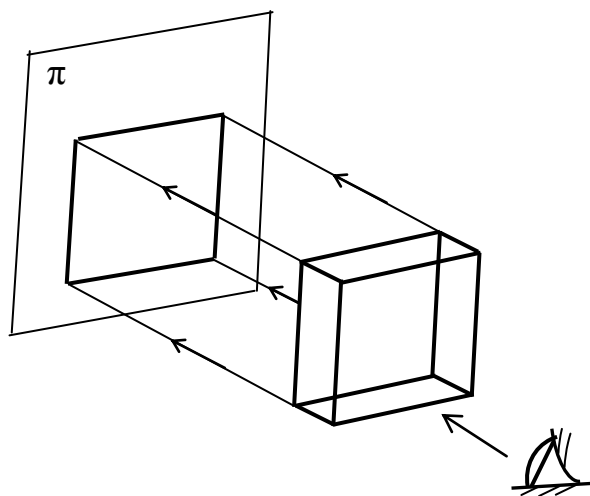


Рис. 2. Местонахождение предмета

Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Предметы следует изображать в функциональном положении, то есть положении удобном для их изготовления.

4.2. Виды

Вид – это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. На видах допускается показывать и невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий. Грани предмета должны быть расположены параллельно плоскостям проекций.

4.2.1. Главный и основные виды

Изображение, получаемое на фронтальной плоскости проекций и дающее наиболее полное представление о геометрической форме и размерах предмета, называется **главным видом**.

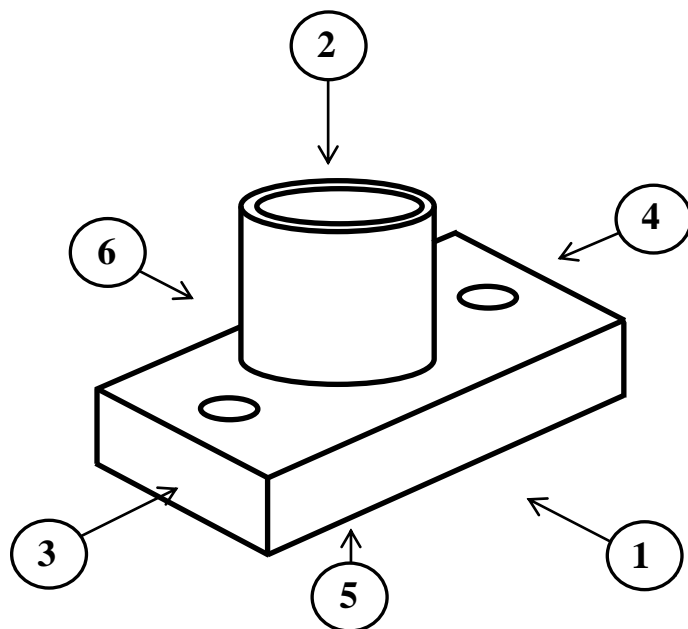


Рис. 3. Пример определения названия видов некоторой детали

Основными называются *виды*, полученные проецированием предмета на 6 основных плоскостей проекций. Каждый вид имеет название в зависимости от направления проецирования.

Для видов, получаемых на основных шести плоскостях проекций, установлены следующие названия (рис. 3): 1) *вид спереди* (по стрелке 1) – главный вид – фронтальная проекция (наиболее полно отражает форму детали); 2) *вид сверху* (по стрелке 2) – горизонтальная проекция; 3) *вид слева* (по стрелке 3) – профильная проекция; 4) *вид справа* (по стрелке 4); 5) *вид снизу* (по стрелке 5); 6) *вид сзади* (по стрелке 6).

В учебном процессе необходимо изображать не более трех проекций детали: фронтальную, горизонтальную и профильную. В качестве примера на рис. 4 приведены три основных вида детали призматической формы.

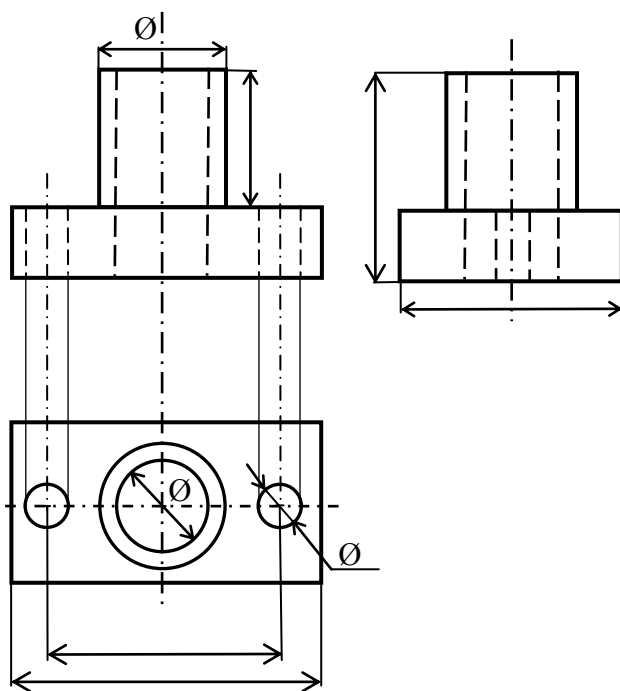


Рис. 4. Пример выполнения трех основных видов некоторой детали

Названия видов на чертежах не подписывают, если их расположение относительно главного вида (изображения) соответствует рис. 1. Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади смещены относительно главного изображения (вида, изображенного на фронтальной плоскости проекций), то *этот вид обозначают особо*, то есть указывают стрелкой направление проецирования, над стрелкой ставят прописную букву

(например, А), а над видом наносят надпись А.

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями. Например, на рис. 4 на двух видах – главном и виде слева показан размер цилиндрических отверстий и их глубина.

4.2.2. Дополнительные виды

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на рассмотренных выше основных видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях непараллельных основным плоскостям проекций.

Дополнительный вид отмечают на чертеже надписью типа А, а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставят стрелку, указывающую направление взгляда, с соответствующими буквенными обозначениями.

Варианты расположения дополнительного вида некоторой детали показаны на рис. 5 (дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением (а); дополнительный вид расположен без сохранения проекционной связи с соответствующим изображением на свободном поле чертежа (б)).

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят.

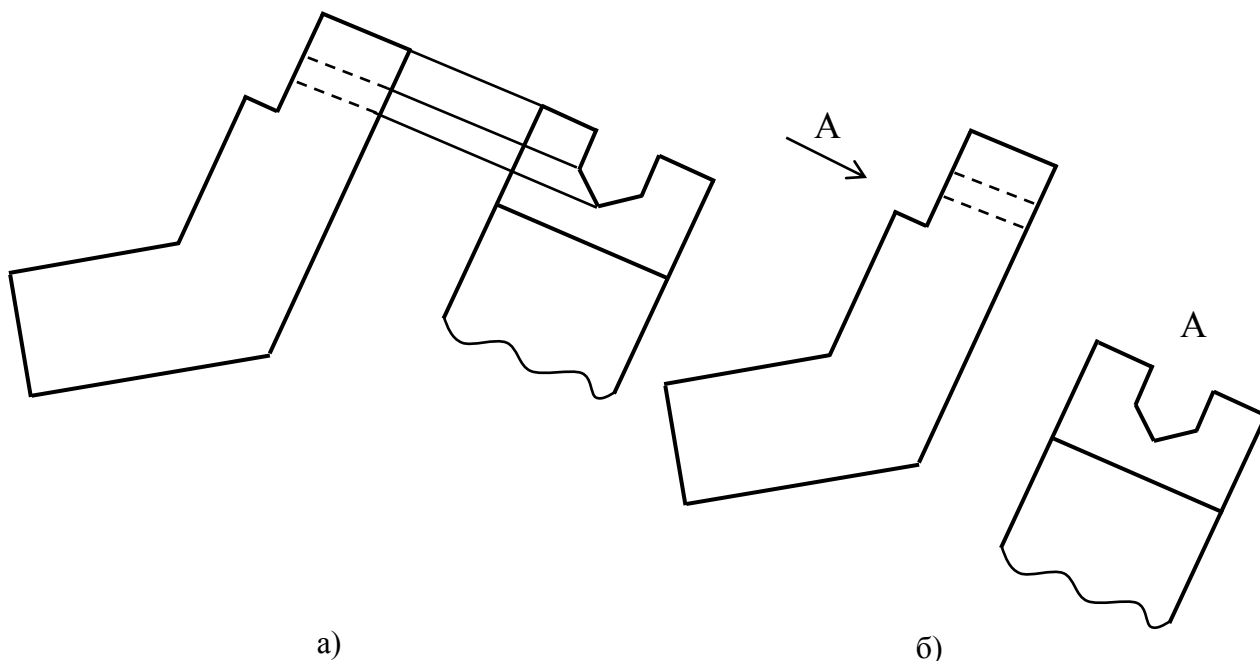


Рис. 5. Пример расположения и обозначения дополнительного вида некоторой детали

4.2.3. Местный вид

Изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета называют **местным видом**. Местный вид может быть ограничен линией обрыва (рис. 6) или не ограничен (рис. 7). Местный вид может быть расположен без сохранения проекционной связи с соответствующим изображением на свободном поле чертежа. На чертеже местный вид отмечают подобно дополнительному виду.

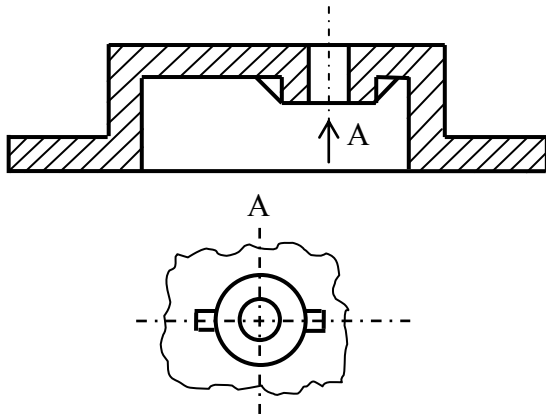


Рис. 6. Пример выполнения местного вида, ограниченного линией обрыва

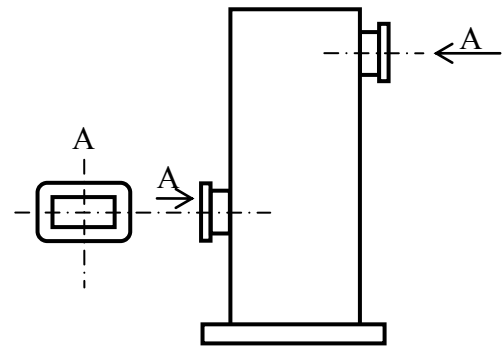


Рис. 7. Пример выполнения местного вида, не ограниченного линией обрыва

4.3. Разрезы и сечения

Чертеж предмета, имеющего внутренние полости, которые показаны линиями невидимого контура, плохо читается. Для выявления формы отдельных элементов и внутреннего устройства изображаемого на чертеже предмета строят разрезы и сечения.

Чтобы выявить внутреннее устройство предмета, применяют изображение, называемое **разрезом**. Если предмет мысленно рассечь плоскостью, отбросить отсеченную часть, расположенную перед секущей плоскостью, и спроецировать на плоскость проекций оставшуюся часть со стороны секущей плоскости, то такая проекция называется *разрезом*.

Плоскости мысленного рассечения предмета называются *секущими плоскостями*. Секущую плоскость разреза выбирают так, чтобы можно было наиболее полно показать внутренние формы предмета. На рис. 8 секущая плоскость изображена в виде прозрачной пластины, пересекающей цилиндрическую деталь. Часть детали, расположенная между секущей плоскостью и наблюдателем, мысленно удалена, а образованное секущей плоскостью сечение заштриховано. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

Изображение разреза обводят сплошной основной линией и заштриховывают то, что попало в секущую плоскость, то есть *сечение*. **Сечением** называют

ся изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью. На сечении показывают то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Если плоскость сечет пустоту, то она (пустота) не заштриховывается. Штриховку выполняют тонкими линиями под углом 45° . Расстояние между штрихами $2 \dots 2,5$ мм.

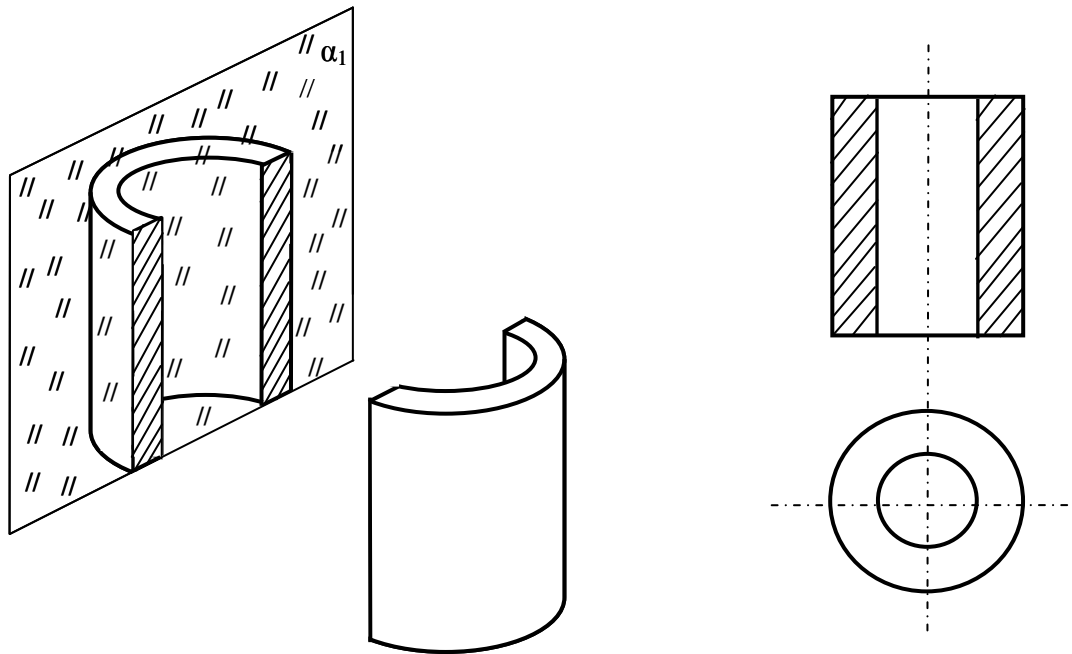


Рис. 8. Пример выполнения разреза

Такое рассечение предметов относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкций предмета.

На чертежах положение секущей плоскости разреза обозначают разомкнутой линией со стрелками и прописными буквами русского алфавита (рис. 9).

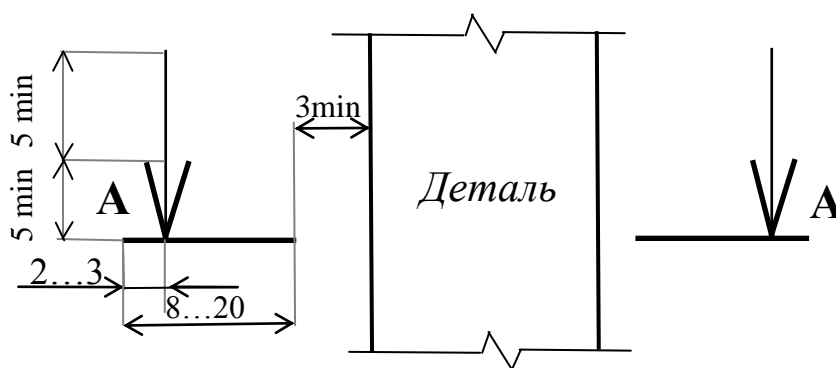


Рис. 9. Обозначение секущей плоскости на чертеже

Стрелки указывают направление взгляда при проецировании. Над изображением – разрезом делают надпись по типу А-А. Толщину штрихов разомкнутой линии выполняют обычно от $(1 \dots 1,5)S$, где S – толщина линии видимого контура чертежа; длина штрихов $8 \dots 20$ мм. Буквы ставят у начала и конца линии се-

чения, то есть так, чтобы стрелки размещались между буквой и изображением. Буквы должны быть на один размер больше, чем цифры размерных чисел на чертеже.

Таким образом, разрезы и сечения образуются секущими плоскостями. Сечение входит в состав разреза. Количество разрезов и сечений должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное и однозначное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

4.3.1. Виды разрезов

В зависимости от положения секущей плоскости разрезы разделяют на *горизонтальные, вертикальные и наклонные*. От количества секущих плоскостей разрезы подразделяют на *простые* (при одной секущей плоскости) и *сложные* (при нескольких секущих плоскостях), а также на *местные* (или *частичные*) и *развернутые*.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций простые разрезы разделяют на:

- 1) **горизонтальные** – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рис. 10 а);
- 2) **вертикальные** – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;
- 3) **наклонные** – секущая плоскость не параллельна ни одной из основных плоскостей проекций.

Вертикальный разрез (рис. 10) называют **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (б) и **профильным**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (в).

Фронтальным и профильным разрезам, как правило, придают положение, соответствующее принятому для данного предмета на главном изображении.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов. Горизонтальный разрез (рис. 10) располагают на месте вида сверху (а), фронтальный разрез располагают на месте вида спереди (б), профильный разрез располагают на месте вида слева (в).

Разрезы называют *продольными*, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета, и *поперечными*, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета.

В соответствии со стандартом все элементы изделия, попавшие в секущую плоскость, должны быть заштрихованы. Но существуют *особые случаи в изображении разрезов*. Болты, винты, рукоятки, тонкие стенки типа ребер жесткости и так далее показывают не заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси такого элемента.

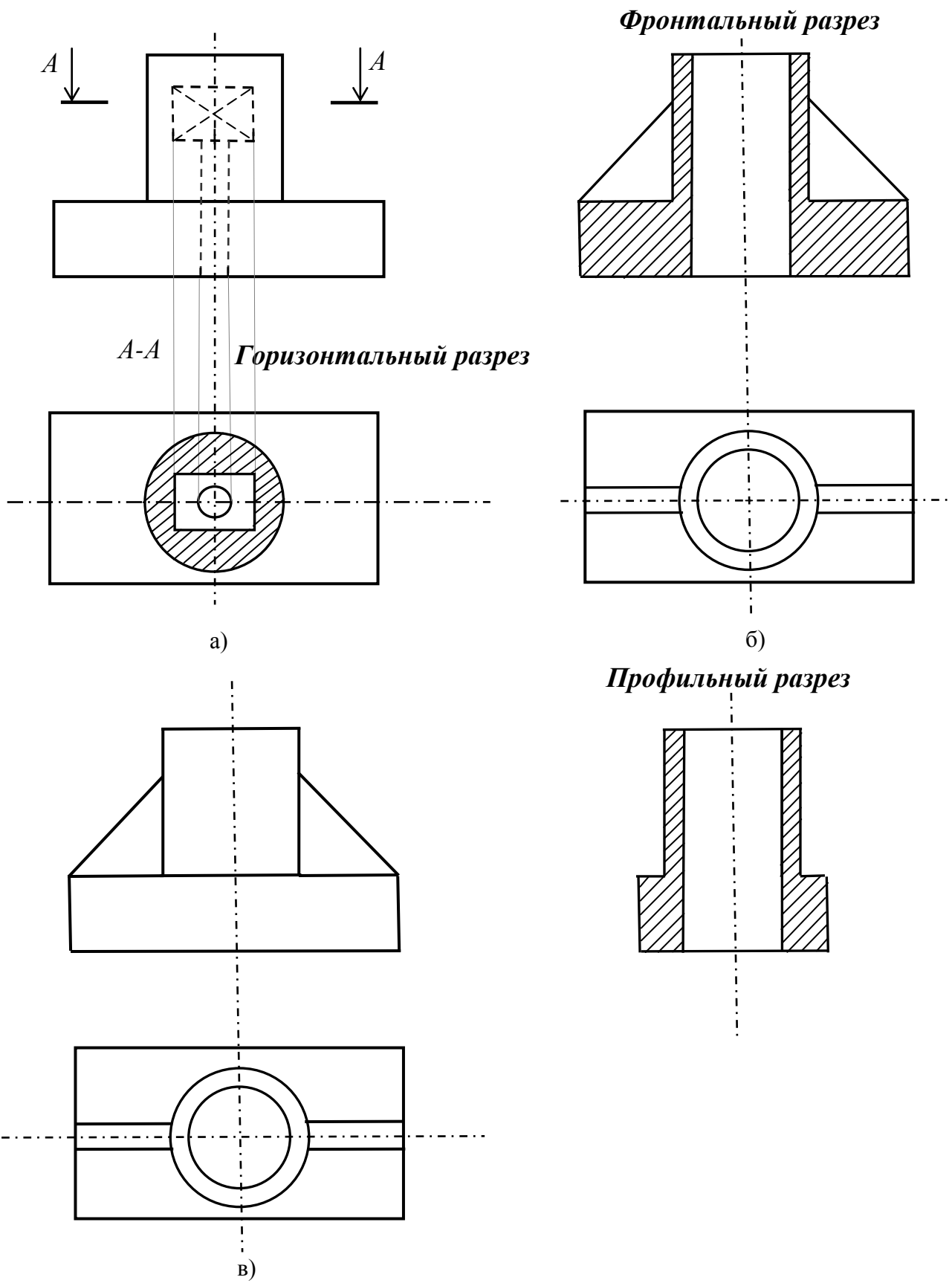


Рис. 10. Примеры расположения разрезов:
 а) горизонтального; б) фронтального; в) профильного

Например, на рис. 10, б фигура сечения на фронтальном разрезе за исключением ребра жесткости заштрихована. Секущая плоскость пересекает его, но условно принято, что *сплошные ребра жесткости по их длине не разрезаются*.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета и соответствующее ему изображение расположены на одном чертеже в непосредственной проекционной связи, то в этом случае для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов линию плоскости сечения не показывают и разрез не обозначают. По этой причине на рис. 10 не надписан фронтальный разрез (б) и профильный разрез (в).

4.3.2. Соединение половины вида с половиной разреза

Если изображение (проекция предмета) представляет собой симметричную фигуру, то изображают не весь разрез, а только его половину, которую соединяют с половиной соответствующего вида. То есть фронтальный разрез (рис. 11) соединяют с видом спереди (а), профильный – с видом слева (б), горизонтальный – с видом сверху (в).

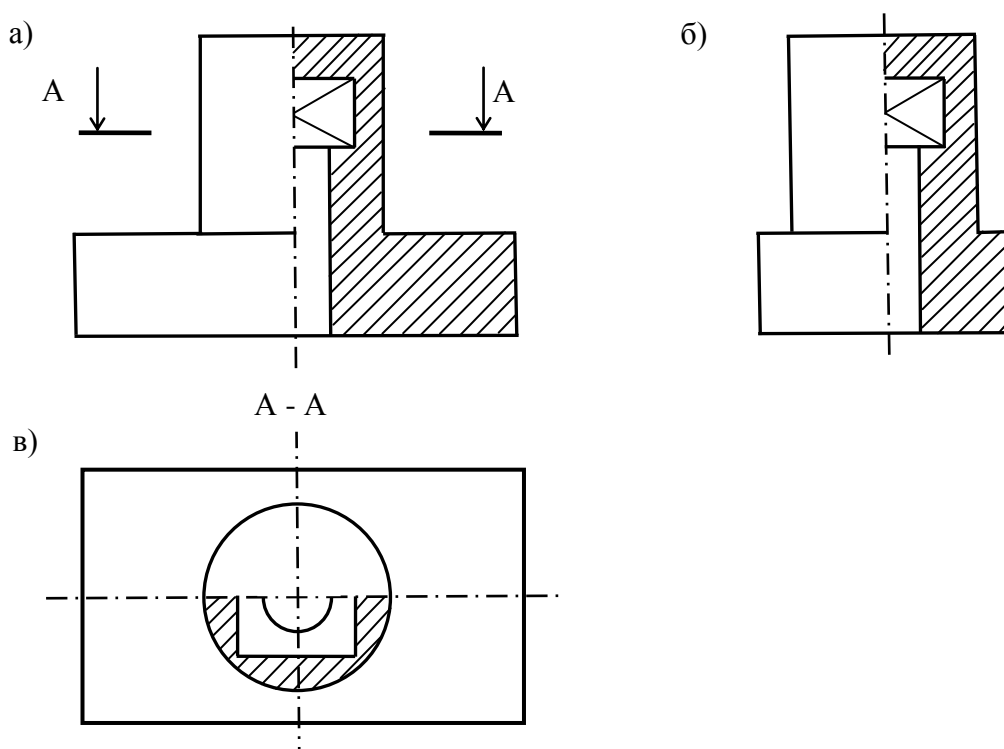


Рис. 11. Пример выполнения соединения половины вида с половиной разреза:

- а) половина вида спереди и половина фронтального разреза;
- б) половина вида слева и половина профильного разреза;
- в) половина вида сверху и половина горизонтального разреза

При этом половина разреза помещается справа (рис. 11 а, б). В случае соединения половины вида сверху и половины горизонтального разреза

(рис. 11, в), половина разреза помещается внизу. Линии невидимого контура на видах, которые оказались выявленными разрезом, не наносят. Линией раздела между половиной вида и половиной разреза служит тонкая штрихпунктирная линия – ось симметрии. В зависимости от конструктивных особенностей детали, линию сечения не наносят и разрез не обозначают.

4.3.3. Соединение части вида с частью разреза

В тех случаях, когда на симметричных изображениях контуры детали совпадают с осями симметрии, допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 12). При

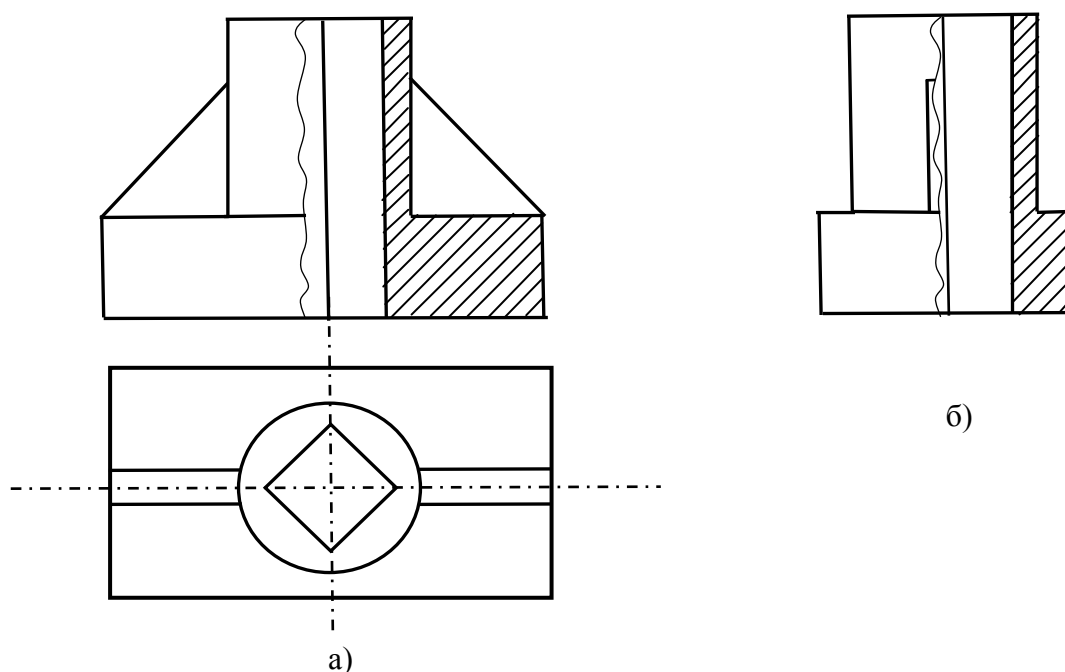


Рис. 12. Пример выполнения соединения части вида с частью разреза (разреза больше):

- а) часть вида спереди и часть фронтального разреза;
- б) часть вида слева и часть профильного разреза

этом разрез выполняют несколько больше половины для того, чтобы показать на разрезе ребро, совпавшее с осью симметрии.

4.3.4. Местные (частичные) разрезы

Если требуется выявить форму элемента на небольшом участке детали, разрез всей детали можно не делать. В этом случае показывают только часть соответствующего разреза. Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется **местным**.

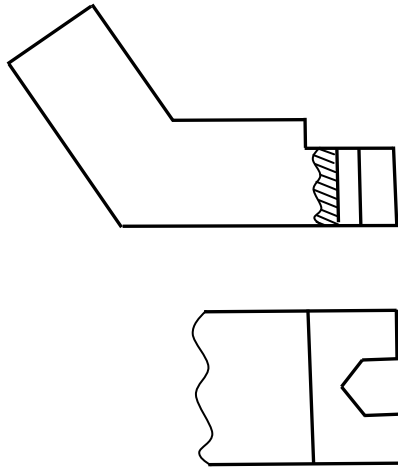


Рис. 13. Пример выполнения местного разреза

Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией, которая не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

На рис. 13 представлен пример выполнения местного разреза некоторой детали, представленного частью фронтального разреза.

4.3.5. Сложный разрез

Если при изображении детали простыми разрезами не удастся выявить ее внутреннее устройство, используют **сложные разрезы с применением нескольких секущих плоскостей**. Если секущие плоскости параллельны, то сложный разрез называется **ступенчатым** (рис. 14), а если секущие плоскости пересекаются, то разрез называется **ломаным** (рис. 15). Как и в простых разрезах, положение секущей плоскости указывают на чертеже разомкнутой линией. При сложном разрезе штрихи проводят также у перегибов линии сечения.

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. На рис. 14 показаны секущие плоскости парал-

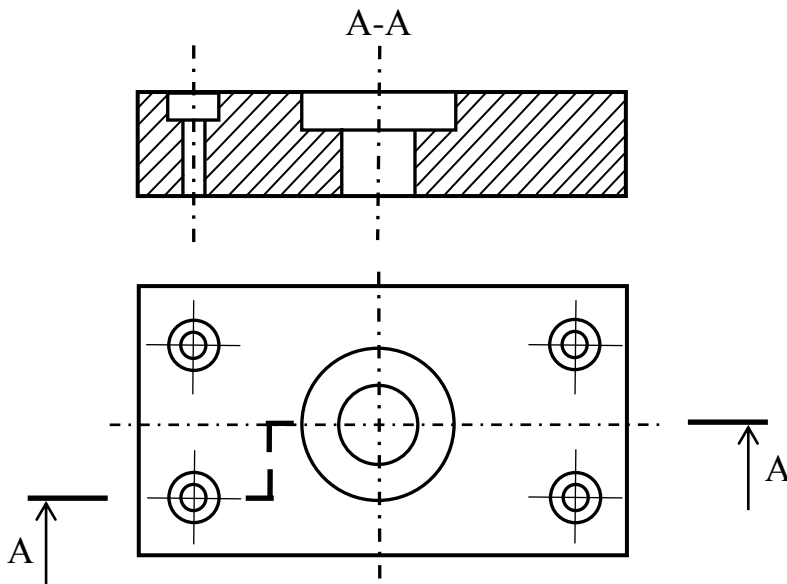


Рис. 14. Пример выполнения ступенчатого разреза

лельные друг другу и фронтальной плоскости проекций. Левая секущая плоскость выявляет форму цилиндрического ступенчатого отверстия с меньшим диаметром, а правая – цилиндрического ступенчатого отверстия с большим диаметром, расположенного по центру детали.

Ломаный разрез, представленный на рис. 15, образован двумя пересекающимися плоскостями

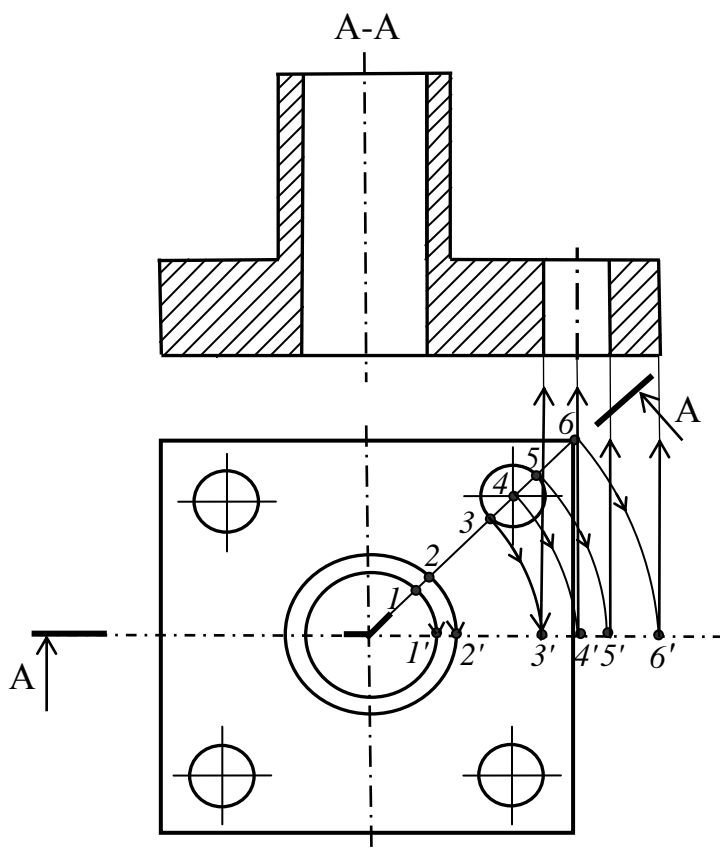


Рис. 15. Пример выполнения ломаного разреза

разрезы по типу, приведенному на рис. 16. При необходимости также допускается использовать развернутые разрезы (рис. 17), над изображениями которых помещают специальный знак в виде кружка со стрелкой.

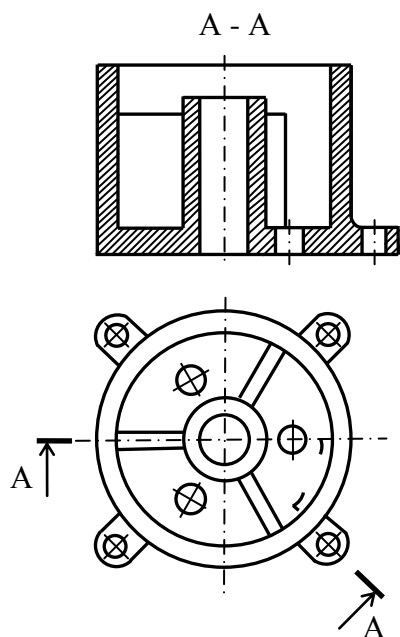


Рис. 16. Разновидность сложного разреза

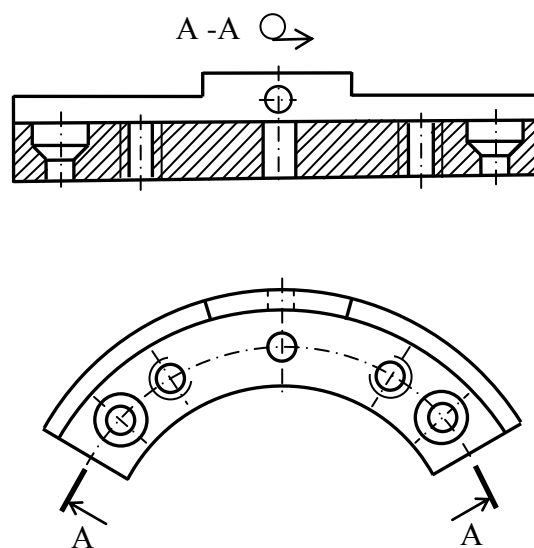


Рис. 17. Пример выполнения развернутого разреза

тиями: фронтальной и горизонтально-проецирующей. Горизонтально-проецирующую плоскость условно поворачивают до совмещения с фронтальной плоскостью проекций. В этом случае ломаный разрез размещен на месте вида спереди.

Ломаные разрезы могут осуществляться более чем двумя секущими плоскостями. При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение.

Наряду со ступенчатыми и ломаными разрезами применяются также сложные

РАЗДЕЛ 5

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Строительными называют чертежи с относящимися к ним текстовыми документами, которые содержат проекционные изображения здания или его частей и другие данные, необходимые для его возведения, а также для изготовления строительных изделий и конструкций.

По назначению *строительные чертежи* подразделяются на две основные группы: **чертежи строительных изделий**, по которым на заводах строительной индустрии, домостроительных комбинатах изготавливают отдельные части зданий и сооружений и **строительно-монтажные чертежи**, по которым на строительной площадке монтируют и возводят здания и сооружения.

При выполнении и оформлении строительных чертежей следует руководствоваться ГОСТ «Системы проектной документации для строительства» (СПДС), а также ГОСТ «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД).

5.1. Типы зданий и стадии проектирования

Наземные строения, состоящие из помещений, предназначенных для жилья, культурно-бытовых, производственных и других целей, называются **зданиями**.

Наземные строения, в которых совсем нет помещений для пребывания людей, или имеющих отдельные помещения называются **инженерными сооружениями**. К числу таких сооружений относятся маяки, тоннели, путевые эстакады, набережные, различные гидротехнические и земляные сооружения, мосты, плотины, шлюзы и т. п.

Здания по назначению делят на три группы: гражданские, промышленные и сельскохозяйственные.

Гражданские здания предназначены для обслуживания бытовых и общественных потребностей человека. Они подразделяются на *жилые* (жилые дома, общежития и т. д.) и *общественные* (клубы, больницы, школы, различные административные здания).

Промышленные здания служат для размещения орудий производства и выполнения трудовых процессов. Они предназначены для обслуживания нужд промышленности и транспорта (фабрики, заводы, электростанции, котельные, депо, гаражи и т.д.)

Сельскохозяйственные здания предназначены для обслуживания потребностей сельского хозяйства (здания для содержания скота и птицы, для ремонта и хранения сельскохозяйственных машин, склады и хранилища продукции и т.д.).

Здания делятся на *высотные, повышенной этажности* (свыше 9 этажей), *многоэтажные* (высотой более 3 этажей), *малоэтажные* (до 3 этажей). При определении этажности зданий в число этажей включаются все надземные этажи, в том числе технический, мансардный, а также цокольный этаж, если верх его перекрытия находится выше планировочной отметки земли не менее, чем на 2 м.

Этажом называют помещения, которые размещаются в зданиях на одном уровне. Различают следующие виды этажей:

1) *надземные* - при отметке пола помещений не ниже планировочной отметки земли;

2) *цокольные* - при отметке пола помещений ниже планировочной отметки земли на высоту не более половины высоты помещений;

3) *подвальные* - при отметке пола помещений ниже планировочной поверхности земли более, чем на половину высоты помещений;

4) *мансардные* - этажи, размещенные внутри чердачного пространства;

5) *технические* - этажи, используемые для размещения инженерного оборудования и прокладки коммуникаций; могут быть расположены в нижней (техническое подполье), верхней (технический чердак) или в средней части здания.

В зависимости от материала наружных стен, здания подразделяют на каменные и деревянные. Каменными считаются здания с наружными стенами из природных или искусственных камней, деревянными - со стенами из бревен, брусьев и т. п.

Строительству любого здания или сооружения предшествует разработка проектно-сметной документации. Состав проектно-сметной документации определяют СНиП 11-01-95 и сборник разъяснений к СНиП, а также инструкции Госстроя. Для объектов, строящихся по проектам массового и повторного применения, могут разрабатываться рабочий проект или рабочая документация. Для сложных объектов, как правило, разрабатывается технико-экономическое обоснование, а после его утверждения - рабочая документация.

5.2. Конструктивные элементы и схемы зданий

Конструктивными элементами здания (рис. 1) называются отдельные самостоятельные его части или сооружения такие как: фундамент, междуэтажное перекрытие, перегородки, внутренняя капитальная стена, дверной проем, наружная капитальная стена, оконный проем, перемычка, лестничный марш, лестничная площадка, карниз, простенок, отмостка, цоколь.

Основание – слой грунта, на который опирается фундамент и который воспринимает вес здания. Основания бывают *естественные* (грунт) и *искусственные* (сваи и т.д.).

Фундамент под стену или отдельную опору (колонну) – подземная часть

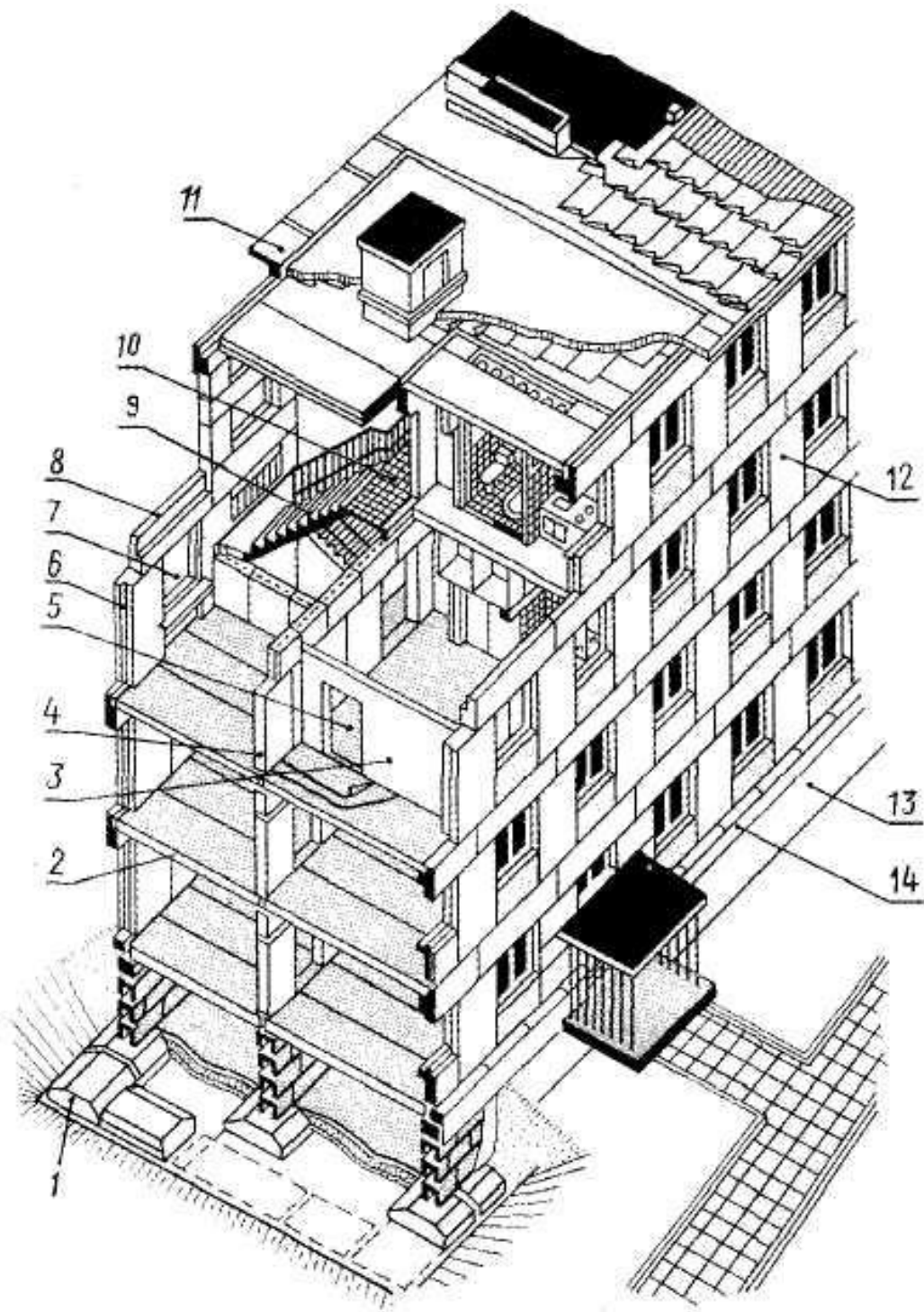


Рис. 1 . Конструктивные элементы зданий

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1 - фундамент; | 8 - перемычка; |
| 2 - междуэтажное перекрытие; | 9 - лестничный марш; |
| 3 - перегородка; | 10 - лестничная площадка; |
| 4 - внутренняя капитальная стена; | 11 - карниз; |
| 5 - дверной проем; | 12 - простенок; |
| 6 - наружная капитальная стена; | 13 - отсостка; |
| 7 - оконный проем; | 14 - цоколь |

здания или опоры, через которую передается нагрузка на грунт. Верхняя часть фундамента называется *поверхностью*, а нижняя - *подошвой фундамента*. Расстояние от поверхности земли до подошвы фундамента называется *глубиной заложения*.

Фундаменты подразделяют на *ленточные*, расположенные под всеми несущими стенами здания (закладывают сплошными по всему периметру стены), *столбчатые* (в виде отдельных столбов, перекрываемых железобетонной балкой, на которую кладут стены), *сплошные* и *свайные*. Фундаменты под отдельные опоры устанавливают в виде отдельных столбов.

Отмостка служит для отвода атмосферных вод от стен здания. Отмостку устраивают при отсутствии у стен тротуаров, например в виде бетонной подготовки с асфальтовым покрытием. Ширина отмостки должна быть на 200 мм больше выноса верхнего карниза здания, но не менее 500 мм. Обычно ее делают шириной 700 -1000 мм. Отмостка должна иметь уклон 1 – 3 %.

Стены ограждают помещение от внешних температурных и атмосферных воздействий. По назначению и расположению в здании их разделяют на *наружные*, которые ограждают помещения от внешней среды и защищают от атмосферных воздействий, и *внутренние*, которые отделяют одни помещения от других. Стены бывают несущие, самонесущие и навесные. *Несущие стены* – передают на фундамент нагрузку от собственного веса и от веса перекрытий и крыши. *Самонесущие* передают нагрузку на фундамент только от собственного веса (нагрузка от перекрытий и крыши передается в этом случае на колонны) и ветровую нагрузку. *Навесные стены*, состоящие из отдельных плит или панелей, крепятся к колоннам (как бы навешиваются на них) и передают на колонны нагрузку от собственного веса.

Простенок – это часть стены, расположенная между двумя соседними окнами.

Если стены несут нагрузку от других элементов здания, то их называют **капитальными**. Материалом стен могут служить кирпич, бетон, дерево, пластмасса. Основные стандартные размеры кирпича 65×120×250 мм. Кирпич представляет собой *мелкоштучное строительное изделие*.

Перегородки – внутренние ограждающие конструкции, разделяющие смежные помещения в здании. Перегородки могут быть деревянными, кирпичными, пластмассовыми, из гипсовых плит и другого материала. Толщина межкомнатных перегородок 50...180 мм.

Пилястры - узкие вертикальные утолщения в стенах, служащие для увеличения их устойчивости. Их устраивают в местах опирания на стены элементов перекрытия или покрытия.

Цоколь – нижняя часть наружной стены, которая лежит непосредственно на фундаменте и предохраняет стены от атмосферной влаги и повреждений.

Перекрытие – внутренняя горизонтальная ограждающая конструкция, разделяющая здание по высоте на этажи или отделяющая верхний этаж от чердака. Перекрытия бывают **надподвальные, междуэтажные, чердачные, цо-**

кольные (между первым этажом и подпольем).

Покрытие – верхняя ограждающая конструкция, отделяющая помещения здания от наружной среды и защищающая их от атмосферных осадков. Эта конструкция совмещает функции потолка и крыши.

Кровля – верхний водоизолирующий слой покрытия или крыши здания.

Стропила – несущие конструкции кровельного покрытия, которые представляют собой балку, опирающуюся на стены и внутренние опоры.

В небольших жилых и общественных зданиях применяют так называемые деревянные *наклонные стропила*, основным элементом которых служат стропильные ноги.

При небольших пролетах помещений применяют **стропильные фермы** – плоскую решетчатую конструкцию стержней из дерева, металла или железобетона.

Мауэрлат – деревянные брусья, уложенные на наружные стены здания; на брусья опираются *стропильные ноги*.

Проем – сквозное отверстие в стене, предназначенное для установки окон, дверей, ворот и для других целей.

Окна служат для освещения и проветривания помещений. В строительной практике довольно часто используют оконные блоки. Оконный блок состоит из оконной коробки, остекленных переплетов и *подоконной доски*.

Оконная коробка представляет собой раму и является неподвижной частью оконного блока. Коробку устанавливают в отверстиях в стене, которое называется **оконным проемом**. Коробку раскрепляют в проеме с помощью деревянных клиньев и крепят гвоздями к деревянным антисептированным пробкам, заложенным в кирпичную кладку. К оконной коробке крепят переплеты. Вертикальные переплеты называются *створками*, горизонтальные – *фрамугами*. Фрамуги чаще всего располагают в верхней части окна над створками. Створки и фрамуги могут быть открывающимися и не открывающимися (глухими).

Оконные переплеты определяют тип окна. Оно может быть одно-, двух-, трехстворчатое или с балконной дверью. Окна могут быть с одинарным, двойным и иногда с тройным остеклением.

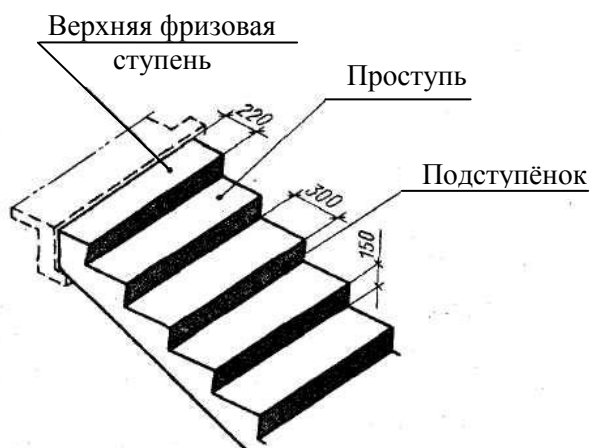


Рис. 2. Лестничный марш

Лестничная клетка – огражденное капитальными стенами помещение лестницы.

Лестничный марш (рис. 2) – наклонный элемент лестницы со ступенями (в одном марше должно быть не более 18 ступеней).

Лестничная площадка – горизонтальный элемент лестницы между маршами (рис. 3). Различают *основные* лестничные площадки на уровнях этажей и *промежуточные* – для пере-

хода с одного марша на другой.

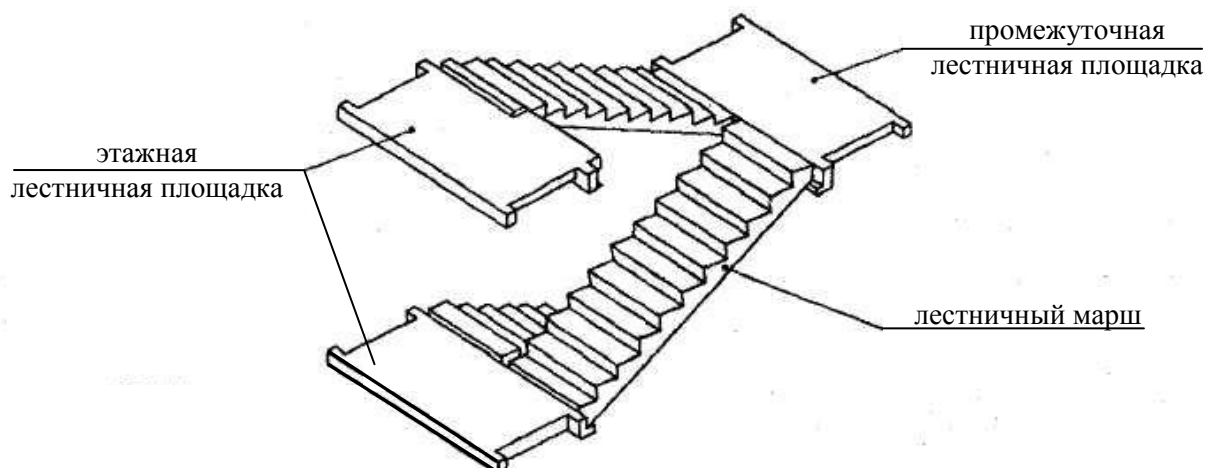


Рис. 3. Двухмаршевая лестница из крупноразмерных элементов

Полы в зависимости от назначения помещения могут иметь различную конструкцию (полы по лагам, по бетонному основанию). Верхний слой пола называют *покрытием* или *чистым полом*. В конструкции пола различают прослойку, стяжку, подстилающий слой или подготовку и основание под полы.

Двери служат для сообщения между помещениями. На дверные коробки, укрепленные в проемах стен, навешивают *дверные полотна*. По числу дверных полотен различают двери одно- и двупольные. По способу открывания двери разделяются на открывающиеся в одну и обе стороны, вращающиеся двери - турникеты, складные, откатные и подъемные.

Косоуры – наклонные железобетонные или стальные балки, опирающиеся на площадки; на эти балки укладывают ступени лестницы.

По виду несущего остова различают две основные конструктивные схемы здания – с **несущими стенами** и **каркасную**. В зданиях с *несущими стенами* нагрузку от перекрытий и крыши воспринимают стены. В *каркасных зданиях* вся нагрузка передается на каркас, то есть на систему связанных между собой вертикальных опор – колонн и горизонтальных балок, *ригелей* или *прогонов*, на которые укладывают плиты перекрытия и покрытия.

Крыши состоят из несущих и ограждающих частей. Несущая часть представляет собой конструктивные элементы, воспринимающие все нагрузки. Это стропила, различного вида фермы и железобетонные панели. Ограждающей частью крыши являются верхний водонепроницаемый слой - кровля и основание под нее. Крыши бывают *чердачными (скатные)* и *бесчердачными*. В чердачных крышах для освещения и проветривания чердачного пространства устраивают слуховые окна. В бесчердачных крышах соединяются функции крыши и перекрытия. Такие крыши называют совмещенными или бесчердачными покрытиями.

Карниз - горизонтальный профилированный выступ стены, служит для



Рис. 4. Пандус

отвода от поверхностей стен атмосферных осадков. Величина, на которую карниз выступает за поверхностью стены, называется выносом карниза. Карнизы выполняют из материала стен или из сборных блоков заводского изготовления. Карниз, расположенный по верху стены, называют *главным* или *венчающим*. Наружная стена может иметь промежуточный карниз.

Парапет - часть стены, расположенная выше карниза и заменяющая ограждение. Парапет улучшает архитектурное решение здания (скрывает дымовые трубы, слуховые окна и т.д.).

Пандус (рис. 4) - гладкий наклонный въезд или вход в здание или помещение. Пропускная способность пандуса намного больше, чем у лестницы. Уклон пандусов небольшой от 5 до 12 %.

5.3. Архитектурно-строительные чертежи

В состав комплекта чертежей марки АР – «Архитектурные решения» (ГОСТ 21.501-80) или комплекты чертежей марки АС – «Архитектурно-строительные решения» (с включением конструктивных узлов) входят:

- 1) чертежи подземных конструкций здания (каналов, тоннелей, приемков для прокладки трубопроводов, электрических сетей);
- 2) планы, разрезы и фасады здания, их фрагменты и узлы, на которых показывают объемно-планировочное и общее конструктивное решения;
- 3) план кровли;
- 4) план полов;
- 5) схемы расположения перегородок, а также схемы заполнения оконных проемов.

5.4. Планы и фасады зданий

Строительные чертежи зданий и инженерных сооружений составляют по общим правилам прямоугольного проецирования на основные плоскости проекций.

Изображения зданий на строительных чертежах имеют свои названия. Виды здания спереди, сзади, справа и слева называют **фасадами**. Вид здания сверху называют **планом крыши**.

5.4.1. План здания

Планом здания называют изображение здания, мысленно рассеченного горизонтальной плоскостью на определенном уровне и спроецированного на горизонтальную плоскость проекций, при этом другая часть здания (между гла-

зом наблюдателя и секущей плоскостью) предполагается удаленной. Эту плоскость следует располагать на одной трети высоты изображаемого этажа или на уровне середины высоты оконных проемов. На чертеже плана здания (рис. 5) показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено под ней. Таким образом, план здания является его горизонтальным разрезом.

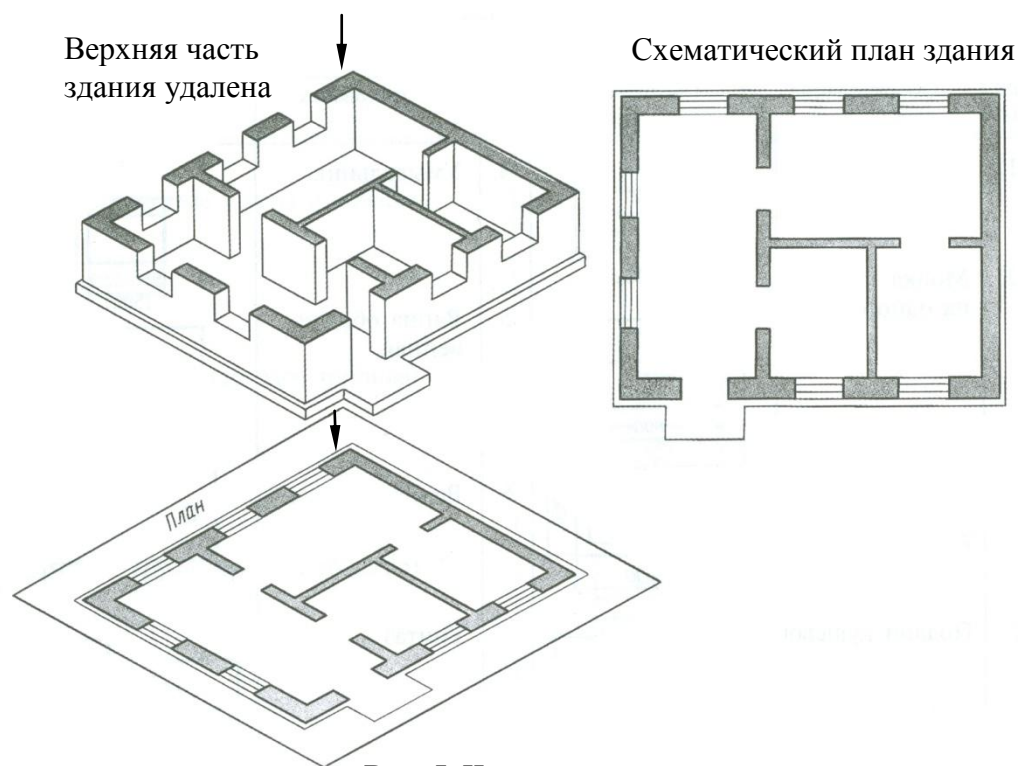


Рис. 5. Чертеж плана здания

Чертежи планов этажей выполняют в масштабах 1: 50, 1: 100, 1: 200, 1: 400, 1: 500. Масштаб изображения следует принимать минимальным, в зависимости от сложности чертежа, но обеспечивающим четкость копий при современных способах размножения чертежей. На строительных чертежах, как правило, масштаб не проставляют. В учебном процессе вычерчивается план здания в масштабе 1: 100.

План здания дает представление о его конфигурации и размерах, выявляет форму и расположение отдельных помещений, оконных и дверных проемов, капитальных стен, колонн, лестниц, перегородок, встроенных шкафов. На план наносят контуры элементов здания (стены, простенки, столбы, перегородки и т.д.), попавшие в секущую плоскость и расположенные ниже или выше секущей плоскости. На планах здания обычно показывают санитарно-техническое оборудование (ванны, унитазы, раковины и т.д.). Если в здании применяют печное отопление, то на плане указывают расположение печей, а также дымовых и вентиляционных каналов. Вентиляционные каналы изображают и на планах зданий с центральным отоплением.

5.4.2. Последовательность вычерчивания плана

Изображение плана здания необходимо располагать длинной стороной вдоль листа. Эта сторона плана, как правило, соответствующая главному фасаду здания, должна быть обращена к нижнему краю листа. Определяя на листе место для чертежа плана здания, следует учесть наносимые размеры и маркировку координационных осей. Поэтому чертеж плана должен располагаться примерно на расстоянии 75...80 мм от рамки листа. В конкретных случаях эти размеры могут меняться.

После определения местоположения плана на листе и его масштаба приступают к вычерчиванию.

1) Наносят координационные оси, сначала продольные, потом поперечные (рис. 6). Эти оси являются условными геометрическими линиями. Они служат для привязки здания к строительной координатной сетке и к генеральному плану, а также для определения положения несущих конструкций, так как эти оси проводят только по капитальным стенам и колоннам.

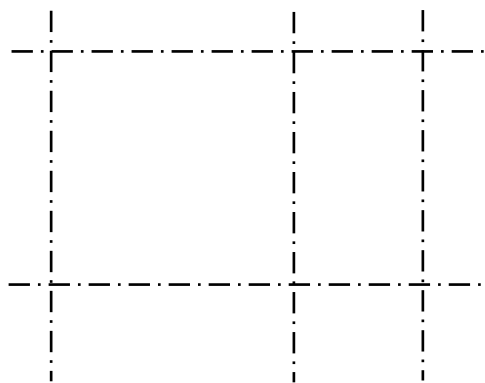


Рис. 6. Нанесение координационных осей

Расстояние между координационными осями в плане здания называют **шагом**. По преобладающему в плане направлению шаг может быть продольным или поперечным. Расстояние между продольными координационными осями здания, которое соответствует пролету основной несущей конструкции перекрытия или покрытия называют **пролетом**.

Координационные оси зданий и сооружений наносят штрихпунктирными линиями с длинными штрихами толщиной 0,3...0,4 мм. Допускается после обводки чертежа оси оставлять только в пересечениях стен. На планах координационные оси выводят за контур стен и маркируют. Для маркировки осей на стороне здания с большим их числом используют арабские цифры 1, 2, 3 и т.д. Чаще всего большое число осей проходит поперек здания.

Для маркировки осей на стороне здания с меньшим их числом используют буквы русского алфавита А, Б, В и т.д. Буквами маркируют, как правило, оси, идущие вдоль плана. При этом не рекомендуется употреблять буквы Ё, З, Й, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ы, Ъ, Ь. Если для маркировки осей не хватает букв алфавита, допускается маркировку продолжать удвоенными буквами по типу АА, ББ и т.д.

Маркировку начинают слева направо и снизу вверх. Обычно маркировочные кружки (Ø 6...12 мм, их вычерчивают тонкой линией 0,3...0,4 мм) располагают с левой и нижней стороны здания. Буквы и цифры внутри маркировочных кружков вычерчивают на размер больше, чем размерные числа на планах. Для масштаба 1: 100 диаметр маркировочного кружка составляет 9...10 мм.

2) Прочерчивают тонкими линиями толщиной 0,3...0,4 мм контуры про-

дольных и поперечных наружных и внутренних капитальных стен и колонн (рис. 7). Капитальные наружные и внутренние стены привязывают к координатным осям, то есть определяют расстояние от внутренней или наружной плоскости стены до координатной оси здания.

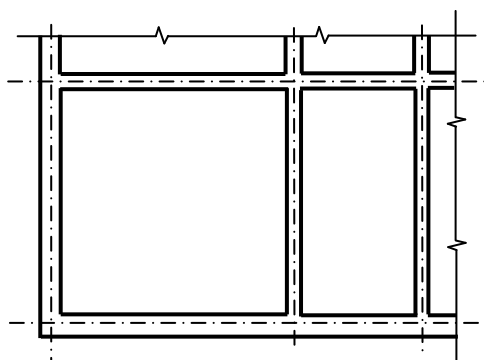


Рис. 7. Нанесение контуров продольных и поперечных стен

координатная ось совпадает с наружной гранью стены.

Во внутренних стенах геометрическая ось симметрии совмещается с координатной осью. Отступление от этого правила допускается для стен лестничных клеток и для стен с вентиляционными каналами.

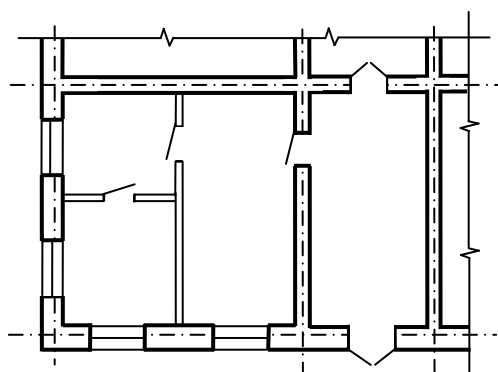


Рис. 8. Выполнение разбивки оконных, дверных проемов и контуров перегородок

наружных и внутренних капитальных стен и перегородок.

При вычерчивании плана в масштабе 1:50 или 1:100, при наличии в проемах четвертей их условные изображения дают на чертеже.

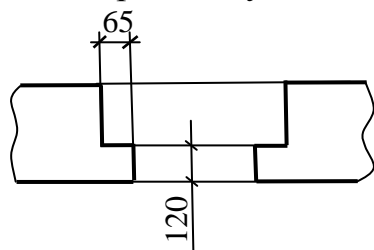


Рис. 9. Условное изображение четверти

ко в строительных чертежах есть некоторые особенности в применении отдельных типов линий. Так на плане и разрезе здания видимые контуры обводят ли-

В наружных несущих стенах координатная ось проходит от внутренней плоскости стен на расстоянии равном 100, 130 или 200 мм. Допускается проводить разбивочные оси по внутренней плоскости наружных стен.

Если элементы перекрытия опираются на наружную стену по всей ее толщине, то

3) Выполняют разбивку оконных и дверных проемов. Условные обозначения оконных и дверных проемов изображают согласно ГОСТ 21.501-93.

4) Вычерчивают контуры перегородок тонкими линиями, а также указывают направление открывания дверей. Обводят контуры капитальных стен линиями соответствующей толщины (рис. 8). Следует обратить внимание на различие в присоединении

Четверть (рис. 9) – это выступ в верхних и боковых частях проемов кирпичных стен, уменьшающий продуваемость и облегчающий крепление коробок.

Толщина линий обводки для чертежей планов, разрезов и фасадов в мм представлена в табл. 5.1.

На строительных чертежах используют типы линий, приведенные в ГОСТ 2.303-68. Одна-

ниями разной толщины. Более толстой линией обводят контуры участков стен, попавших в секущую плоскость. Контуры участков стен не попавших в плоскость сечения, обводят тонкой линией. Толщину вспомогательных линий: *рамка листов, основные надписи* принимают 0,8 мм.

При выборе толщины линий обводки следует учесть, что ненесущие конструкции, в частности, контуры перегородок допускается обводить линиями меньшей толщины, чем несущие (капитальные) стены.

Таблица 5.1

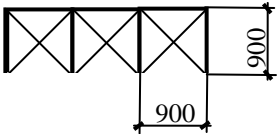
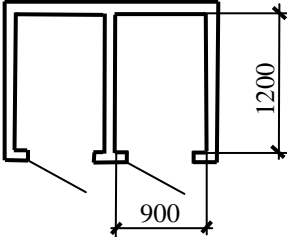
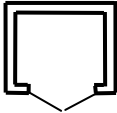
Толщина линий обводки для чертежей планов, разрезов и фасадов, мм

Наименование	Для масштаба 1:100
ПЛАНЫ И РАЗРЕЗЫ	
Линия земли	0,7 - 0,8
Каменные элементы, попадающие в сечение	0,6 - 0,7
Контуры других элементов	0,3 - 0,4
Оборудование	0,2 - 0,3
ФАСАДЫ	
Линия земли	0,8
Контуры зданий	0,4 - 0,5
Линии проемов, ворот, дверей, окон	0,25

5) Вычерчивают условные обозначения лестниц, санитарно-технического и прочего оборудования. Условное изображение кабин и шкафов представлено в табл. 5.2.

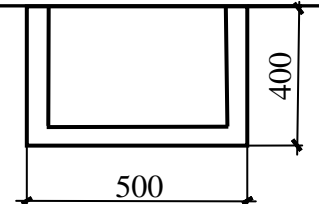
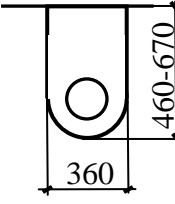
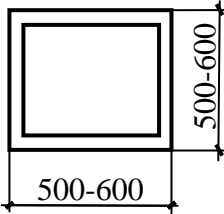
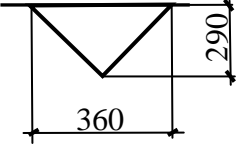
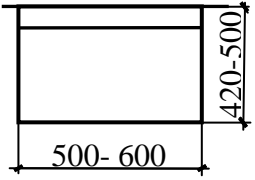
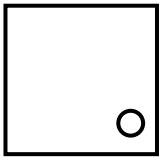
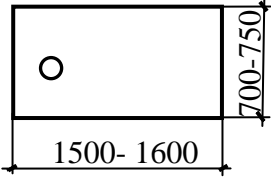
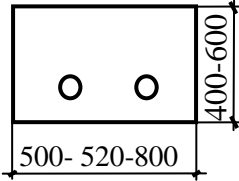
Таблица 5.2

Условное изображение кабин и шкафов

Наименование	Изображение
Кабины душевые в плане	
Кабины уборных в плане	
Шкаф, встроенный в плане	

Санитарно-техническое оборудование вычерчивают на плане здания в том же масштабе, что и план здания. В таблице 5.3 приведены обозначения и размеры наиболее часто встречающегося санитарно-технического оборудования, кухонной плиты.

Таблица 5.3
Обозначения и размеры наиболее часто встречающегося санитарно-технического оборудования

Оборудование	Обозначение на планах	Оборудование	Обозначение на планах
Раковина		Унитаз	
Мойка кухонная на одно отделение		Писсуар настенный	
Умывальник на одно отделение		Поддон душевой	
Ванна обыкновенная		Плита кухонная газовая	

б) Наносят выносные, размерные линии, маркировочные кружки, проставляют необходимые размеры и марки осей.

На строительных чертежах размеры наносят с учетом требований системы проектной документации для строительства.

Размеры в мм на строительных чертежах, как правило, наносят в виде замкнутой цепочки без указания единицы измерения. Если размеры проставляют в других единицах, это оговаривают в примечании к чертежам. Размерные линии на строительных чертежах ограничивают **засечками** (рис. 10) – короткими штрихами длиной 2 - 4 мм, проводимыми с наклоном вправо под углом 45° к размерной линии. Толщина линии засечки равна толщине сплошной ос-

новой линии, принятой на данном чертеже. Размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1...3 мм. Размерное число располагают над размерной линией примерно на расстоянии от 0,8 до 1 мм. Выносная линия может выступать за размерную на 1...5 мм. При недостатке места над размерной линией допускается нанесение размерного числа под размерной линией и на ее продолжении или на полке линии – выноски.

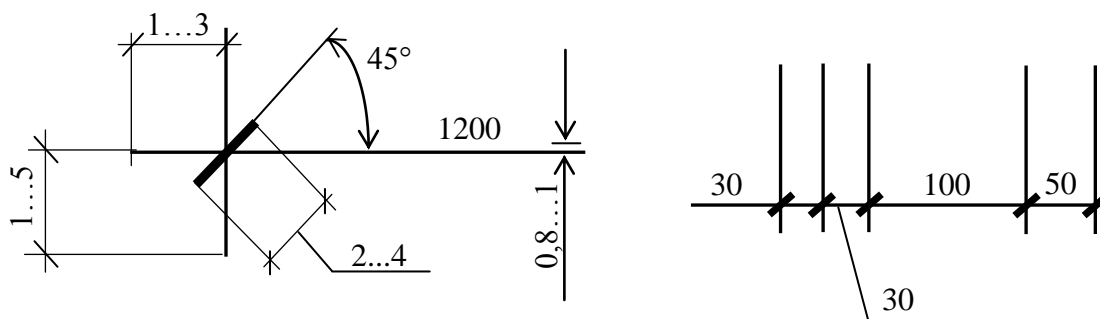


Рис. 10. Обозначение и варианты нанесения засечек

Вне контура плана наносят три линии (цепочки размеров).

Первую размерную линию следует располагать не ближе 10 мм от контура чертежа. Однако в связи с тем, что перед первой размерной линией за габаритом плана часто размещают марки различных элементов здания, это расстояние увеличивают до 14 - 21 мм и более. И на этой линии наносят, считая от контура плана, размеры, указывающие ширину оконных и дверных проемов, простенков и выступающих частей здания, с привязкой их к координационным осям.

Последующие размерные линии располагают на расстоянии минимум 7 мм друг от друга. Внешние размеры плана чаще всего наносят в виде трех и более размерных линий (цепочек). Вторая размерная линия включает в себя размер между осями капитальных стен и колонн.

Третья размерная линия, отстоящая от второй также на 7 мм, содержит размеры между координационными осями крайних наружных стен.

Маркировочные кружки координационных осей располагают на расстоянии 4 мм от последней размерной линии. Цифры и буквы марок осей следует писать более крупным шрифтом, чем размерные. То есть если высота размерных цифр 3,5 мм, то размер цифр или букв внутри маркировочного кружка должен быть 5 мм. Вертикальные оси обозначают слева направо арабскими цифрами, горизонтальные оси – снизу вверх русскими заглавными буквами в алфавитном порядке. Правила маркировки осей смотри выше.

При одинаковом расположении проемов на двух противоположных фасадах здания допускается наносить размеры только на левой и нижней сторонах плана. Во всех других случаях размеры ставятся со всех сторон плана.

Внутри плана наносят продольные и поперечные размерные цепочки. Эти линии проводят на расстоянии не менее 10 мм от стены или перегородки. На внутренних размерных линиях проставляют внутренние размеры помещений

(их ширину и глубину, толщину стен, перегородок, привязку внутренних стен к координационным осям, перегородок к внутренним и наружным стенам или к координационным осям). Указывают привязку наружной плоскости стены к координационным осям. Размеры дверных проемов в перегородках на плане не показывают.

Размерные и выносные линии вычерчивают толщиной 0,3...0,4 мм.

Сечение стен, выполняемых из материала, являющегося для здания основным, не заштриховывают.

7) Выполняют необходимые надписи.

На чертежах планов гражданских зданий может быть указано наименование помещений. Над чертежом плана делают надпись. В надписи можно писать наименование этажей по типу «План 1 этажа». Для многоэтажных зданий чертежи планов составляют отдельно для каждого этажа. Если ряд этажей имеет одинаковую планировку, то вычерчивают план одного из них, а в надписи указывают все этажи, имеющие подобную планировку. Например, «План 2 и 3 этажей». Если здание одноэтажное, то этаж не указывают. Надпись не подчеркивают. Над чертежом плана надпись не делают, если других изображений кроме плана на листе нет.

8) Обозначают секущие плоскости разрезов, указывают площади помещений. Вариант выполнения фрагмента плана здания представлен на рис. 11.

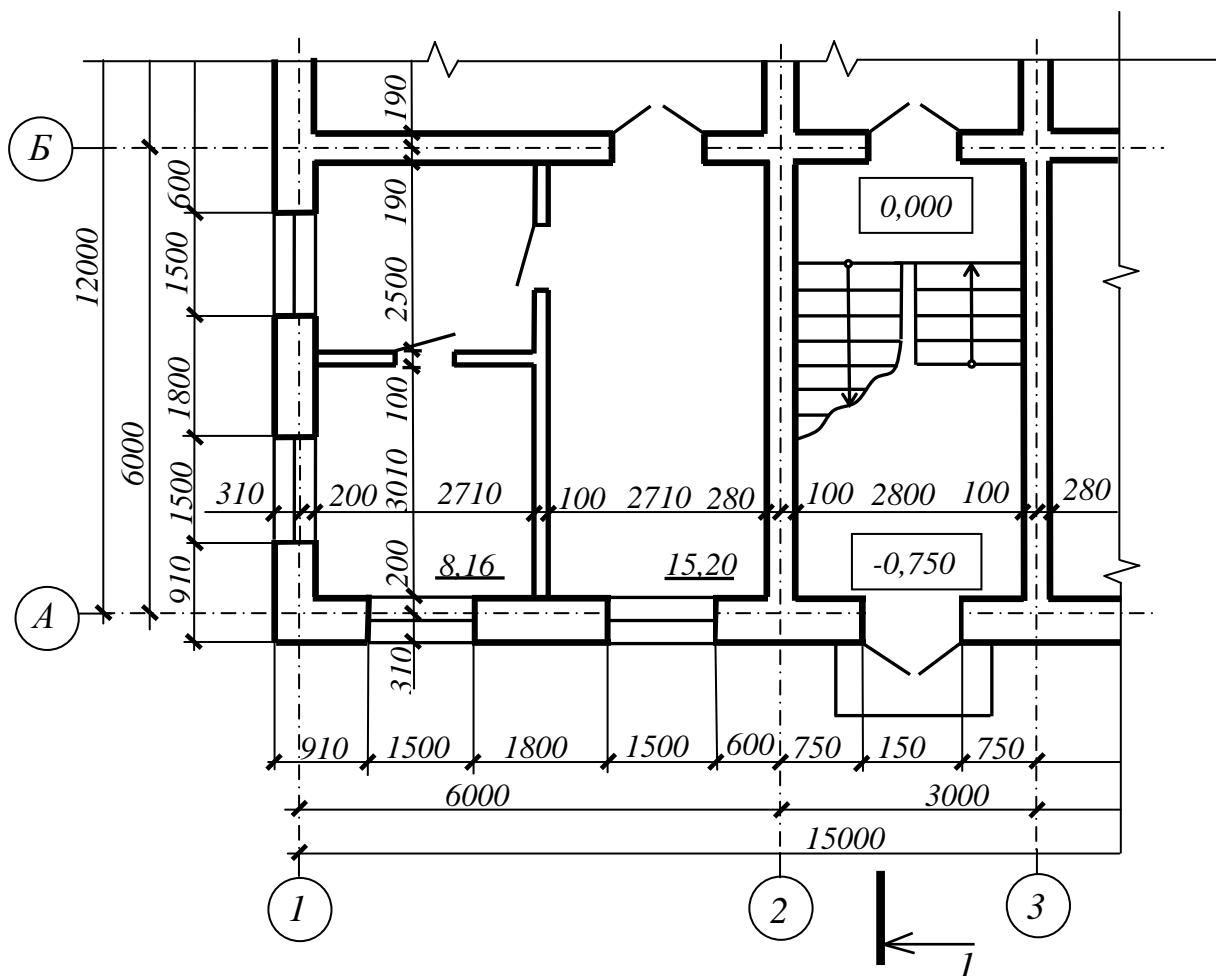


Рис. 11. Фрагмент выполнения плана здания

На планах наносят также горизонтальные следы мнимых плоскостей разреза, по которым затем строят изображения разрезов здания. Эти следы представляют собой толстые разомкнутые штрихи (толщиной 1 мм) со стрелками. В случае необходимости мнимую плоскость разреза можно изобразить утолщенной штрихпунктирной линией. Направление стрелок, то есть направление взгляда рекомендуется принимать снизу вверх или справа налево. Однако при необходимости можно выбрать и другое направление. Толстые штрихи со стрелками не должны проходить через контур плана или подходить к нему вплотную. В зависимости от положения размерных цепочек и загруженности чертежа штрихи можно располагать у контура плана или за крайней размерной цепочкой.

Секущие плоскости разрезов обозначают буквами русского алфавита или цифрами. Цифры или буквы у линий сечения должны быть на один размер больше, чем цифры размерных чисел на чертеже.

На плане указывают площадь отдельных помещений в квадратных метрах с двумя десятичными знаками после запятой и с подчеркиванием внизу основной толстой линией.

5.4.3. Чертежи фасадов

На строительных чертежах вместо вида спереди изображение называется *фасадом*.

Фасады – ортогональные проекции здания на вертикальную плоскость – наружная сторона здания. Чертеж фасада дает представление о внешнем виде здания, его архитектуре и о соотношениях его отдельных элементов. Различают **главный фасад**, **дворовый** и **боковые** (торцовые) фасады.

Главным фасадом называется вид здания со стороны улицы или площади. Определение других фасадов вытекает из их наименования. В проектах зданий сложной архитектуры обычно вычерчивают фасады всех их сторон. На одинаковые фасады зданий делают один чертеж.

Чертежи фасадов именуют по крайним координационным осям, например «Фасад 1 - 4», «Фасад А - И».

Масштаб фасада должен быть минимальным, но достаточным для показа рельефа стены, проемов, отверстий в стенах.

На фасаде показывают расположение окон, дверей, наличников и т.д. В крупноблочных и панельных зданиях показывают разрезку стен на блоки и панели. В гражданских зданиях во всех оконных проемах показывают рисунок оконных переплетов.

На чертежах фасадов также желательно указывать деформационные швы, пожарные лестницы, трубы наружного водостока, пандусы у ворот, жалюзийные решетки, в том числе установленные вместо оконных переплетов и т.д. Штриховкой выделяют участки стен, выполняемые из материала, отличающегося от материала всего здания. Штриховыми линиями показывают за-

кладываемые монтажные проемы.

В зданиях промышленного типа при большой протяженности фасада с ритмичным расположением окон допускается рисунок оконных переплетов показывать только в крайних двух-трех проемах с обоих концов здания; на продольных видах фонарей - также только по концам, в гражданских - во всех оконных проемах. Степень детализации при вычерчивании фасадов гражданских и промышленных зданий зависит от масштаба. Рисунок оконных переплетов, тип дверей и ворот показывают только на фасадах, выполненных в масштабе 1:100 и крупнее, при более мелких масштабах вычерчивают только контуры створок и проемов.

Если на фасаде имеются сложные участки, то их изображают отдельно в более крупном масштабе, то есть выполняется фрагмент фасада.

Законченный чертеж оформляют следующими данными. На чертежах фасадов зданий справа и слева проставляют высотные отметки уровня земли, цоколя, низа и верха проемов, карниза и верха кровли. Полочку отметки желательно развернуть в сторону от изображения.

На чертеже фасада также указывают и наносят отметки и размеры, а также привязку проемов и отверстий, не указанных на планах и разрезах. Кроме того, на чертеже фасада указывают вид отделки участков стен, отличающихся от остальных (преобладающих); наружные пожарные и эвакуационные лестницы, примыкающие галереи. В крупноблочных и панельных зданиях показывают разрезку стен на блоки и панели.

Размеры на чертежах фасадов, как правило, не проставляют, за исключением размеров привязки элементов, не выявленных на планах, разрезах и фрагментах.

На рабочих чертежах фасадов зданий, как правило, показывают только крайние координационные оси и размер между ними не проставляют. Но проставляют оси у деформационных швов, в местах уступов в плане и перепадов высот здания. В промышленных зданиях координационные оси наносят еще у одной из сторон каждого проема ворот.

Чертеж фасада, являющийся одной из проекций здания, строится на основании чертежа плана. Все предварительные построения выполняют тонкими линиями.

Предлагается следующий порядок построения чертежа фасада здания (рис. 12).

1. Провести горизонтальную прямую линию земли (а). Эта линия служит основанием на котором строят фасад здания.

2. Провести вторую горизонтальную линию на расстоянии 1,5 мм от первой – линию отмостки, если такая имеется (б).

3. Провести тонкими линиями горизонтальные контуры цоколя, низа и верха проемов (оконных и дверных), карниза, конька и других элементов здания (в).

4. Провести вертикальные линии координационных осей и стен. Вычер-

тить оконные и дверные проемы, балконы, плиты козырьков над входами и другие архитектурные элементы фасада (г).

5. Вычертить оконные переплеты, двери, ограждения балконов, вентиляционные и дымовые трубы на крыше (д).

6. Нанести кружки и марки координационных осей, выносные линии и знаки высотных отметок; проставить высотные отметки, а, если необходимо, то и размерные линии (е).

7. Выполнить все требуемые надписи.

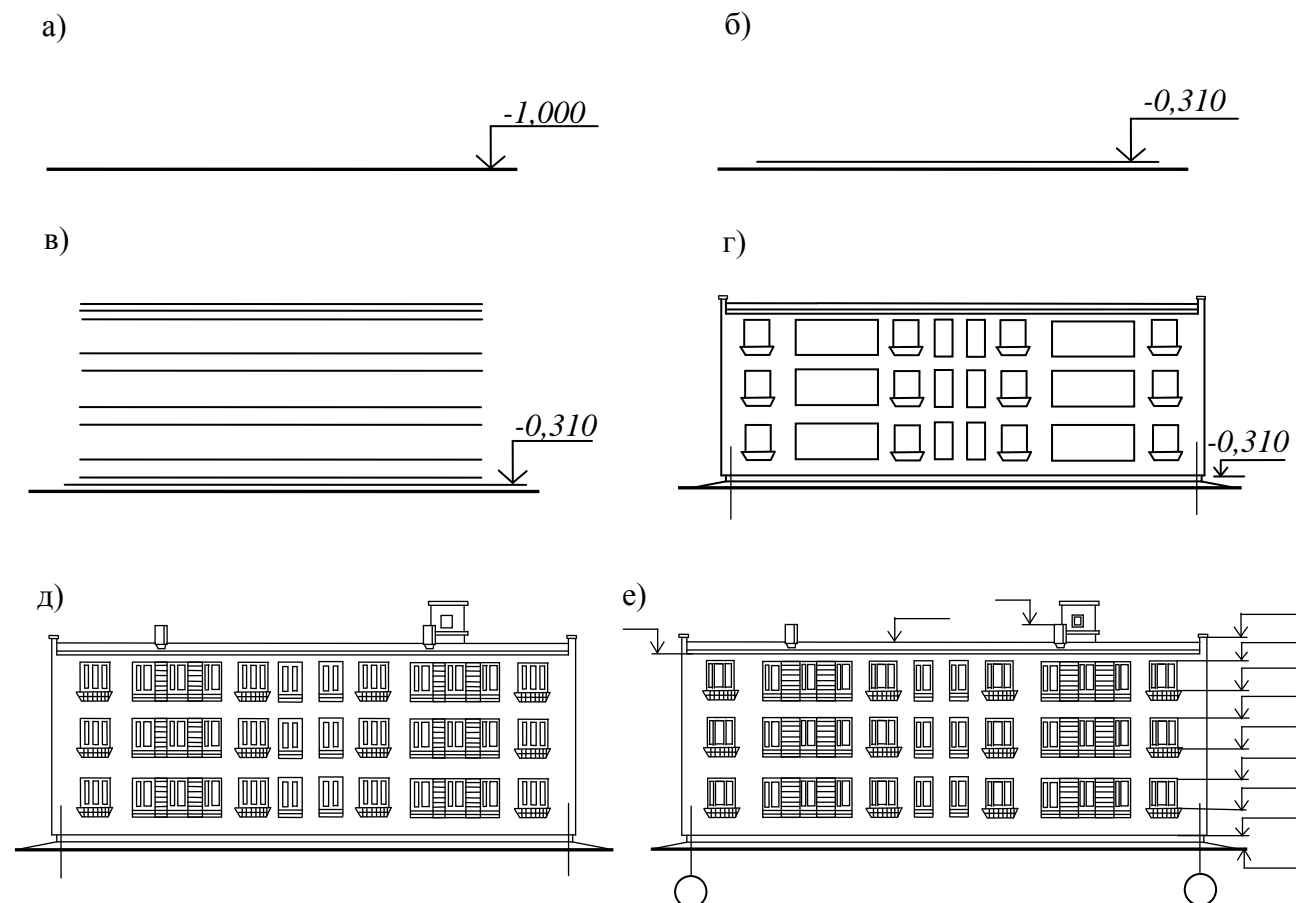


Рис. 12. Последовательность выполнения чертежа фасада здания

Условные отметки уровней (высоты, глубины) на планах и фасадах показывают расстояние по высоте от уровня чистого пола 1 этажа до уровня поверхности различных элементов здания.

За нулевую отметку в жилых зданиях принимают уровень чистого пола первого этажа жилого помещения.

Чистый пол – пол, подготовленный к эксплуатации. В строительных чертежах отметки уровней указывают в метрах с тремя десятичными знаками. Десятичные знаки отделяются от целого числа запятой. Нулевая отметка указывается без знака (0,000). *Отметка выше нулевой со знаком плюс (+1,200), ниже нулевой – со знаком минус (- 1,700).*

На фасадах эти отметки помещают на выносных линиях или линиях кон-

тура. На планах размерное число отметки наносят в прямоугольнике, контур которого обведен тонкой сплошной линией (рис. 13).

Знак отметки уровня представляет собой стрелку в виде прямого угла с полочкой (рис. 14). Прямой угол вершиной опирается на выносную линию.

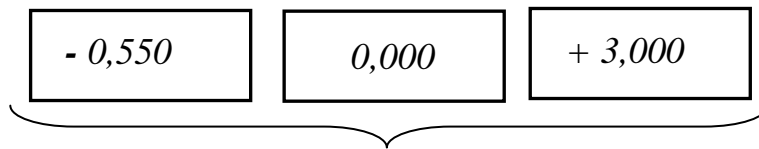


Рис. 13. Обозначение размерного числа отметки

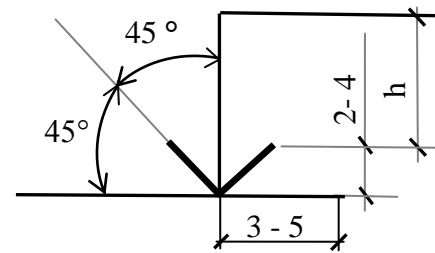


Рис. 14. Знак отметки уровня

Стороны этого угла - короткие, имеют длину 2...4 мм, проведены сплошными основными линиями под углом 45° к выносной линии уровня. Линии выноски, вертикальную и горизонтальную (полочку) обводят сплошной тонкой линией.

Размер h рекомендуется принимать от 2 до 8 мм, в зависимости от размеров чертежа. Длина полочки может быть принята следующей: для шрифта высотой 3,5 мм: а) при четырех цифрах – 12 мм; б) при пяти цифрах – 15 мм. При необходимости длину полочки и размер h можно увеличить. Когда около одного изображения располагаются друг над другом несколько знаков – уровней, рекомендуется вертикальные линии отметки размещать на одной вертикальной прямой, а длину горизонтальной полочки делать одинаковой (рис. 15).

Знак отметки может сопровождаться следующими поясняющими надписями, например, «Ур. ч. п.» - уровень чистого пола; «Ур. з.» - уровень земли.

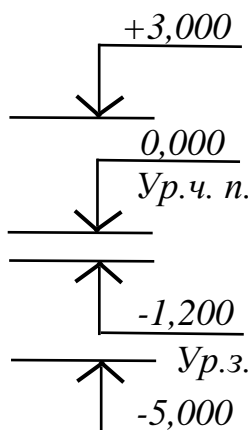


Рис. 15. Пример расположения знака отметки уровня

Размеры оконных и дверных проемов проставляют на выносных линиях уровней соответствующих элементов.

Видимые контуры на чертежах фасадов выполняют сплошной тонкой линией толщиной 0,4 - 0,5 мм; линию контура земли допускается проводить утолщенной линией, выходящей за пределы фасада примерно на 30 мм. Толщина линий обводки фасада представлена в табл. 5.1 п. 5.4.2.

Для изображения фасада может применяться и другой порядок построения.

Примерный вид законченного чертежа выполнения фасада здания представлен на рис. 16.

Фасад 1 - 7

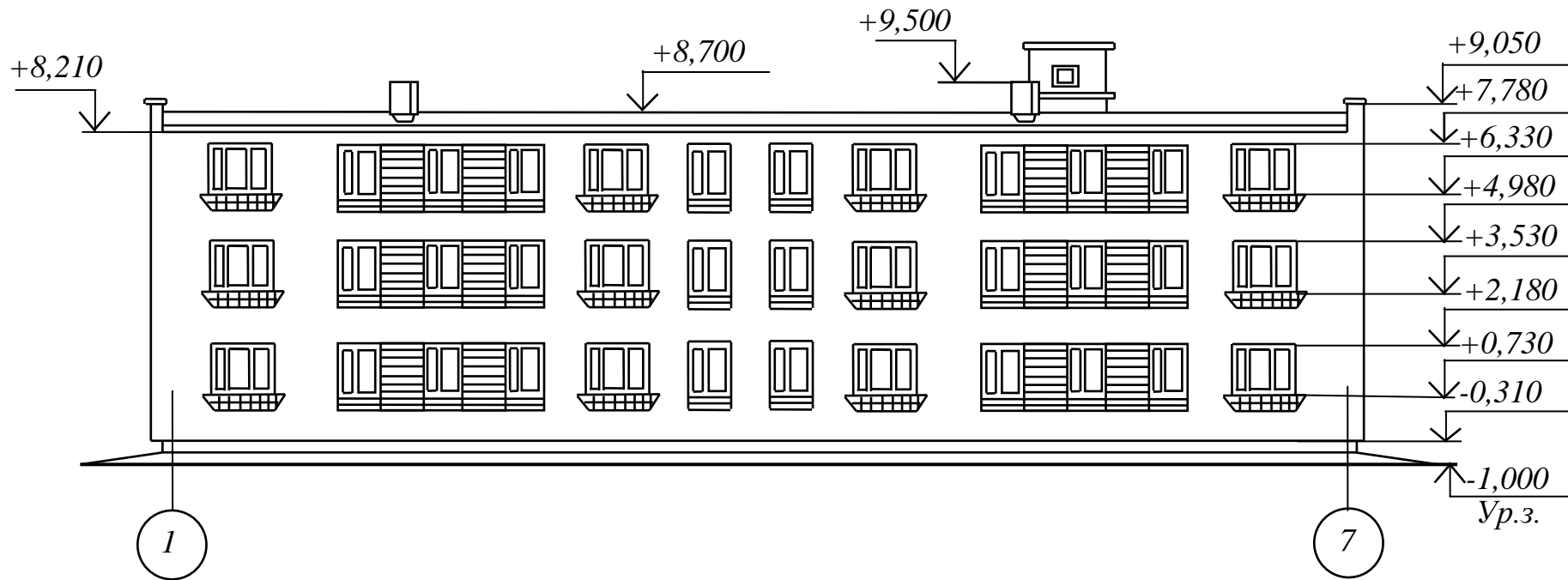


Рис. 16. Пример выполнения фасада здания

РАЗДЕЛ 6

ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

Проекции с числовыми отметками применяются тогда, когда протяженность по горизонтали превышает в десятки раз размеры по вертикали. Поэтому метод проекций с числовыми отметками находит широкое применение при изображении земной (топографической) поверхности и при проектировании различных земляных сооружений (автодороги, строительные площадки).

6.1. Проекции точки и прямой линии

6.1.1. Проекции точки

В методе проекций с числовыми отметками применяется ортогональное проецирование на одну горизонтальную плоскость проекций π_1 , называемую обычно **плоскостью нулевого уровня** (рис. 1, а).

Чтобы по проекциям точек судить о положении этих точек в пространстве, рядом с проекцией каждой точки проставляется цифра — *отметка*, указывающая расстояние в метрах от точки до плоскости нулевого уровня, то есть координата Z . Таким образом числовые отметки компенсируют отсутствие фронтальной проекции.

Точки, расположенные над плоскостью нулевого уровня, имеют положительные отметки (точка А), а точки, расположенные ниже плоскости π_1 , имеют отрицательные отметки (точка В). Точки, лежащие в плоскости уровня, имеют нулевую отметку (точка С). Чертеж проекций точек на плоскости в масштабе называется **планом** (рис. 1, б). На плане масштаб указывается обязательно.

Следует иметь в виду, что проекции точек могут не иметь буквенных обозначений. В этом случае рядом с проекциями точек проставляются только их отметки.

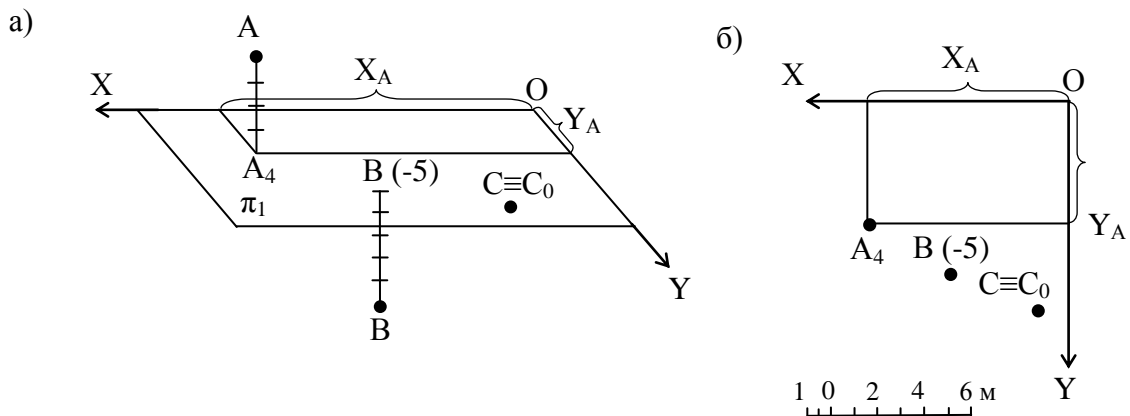


Рис. 1. Пример чертежа плоскости нулевого уровня (а) и плана (б)

6.1.2. Проекция прямой

Прямая линия может быть задана проекциями двух любых ее точек. Например, прямая, соединяющая проекции A_4 и B_7 точек A и B (рис. 2), является проекцией отрезка AB прямой линии. Проекция A_4B_7 с учетом масштаба чертежа вполне определяет положение отрезка прямой в пространстве.

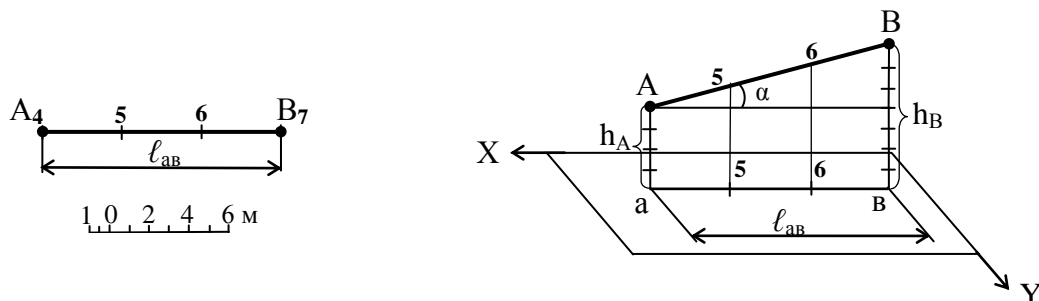


Рис. 2. Пример построения проекций прямой линии

Горизонтальная проекция отрезка прямой называется **заложением** и обозначается $l_{ав}$.

Разность отметок концов отрезка называется **превышением** или **подъемом отрезка** и обозначается буквой $h = h_b - h_a$ (на рис. 2 $h = h_b - h_a = 7 - 4 = 3$).

6.1.3. Уклон и интервал прямой

Отношение превышения к заложению называется **уклоном** и обозначается буквой i . Уклон прямой определяется тангенсом угла ее наклона к плоскости уровня, то есть $i = \operatorname{tg} \alpha$ или $i = (h_b - h_a) / l_{ав}$. Сокращенно уклон можно записывать в виде $i = h / l$.

В рассмотренном выше примере (рис. 2) уклон $i = 3 / 12 = 1 / 4$.

Если разность отметок двух точек прямой равна единице, то заложение отрезка прямой, определяемого этими точками, называется **интервалом прямой** и обозначается буквой L . Иными словами, *интервалом прямой является заложение, соответствующее подъему, равному единице*.

Например, для того, чтобы найти длину интервала L (рис. 3) рассмотрим треугольник $566'$. Его уклон составляет $i = \operatorname{tg} \alpha = 1 / L$. Выразив из этого уравне-

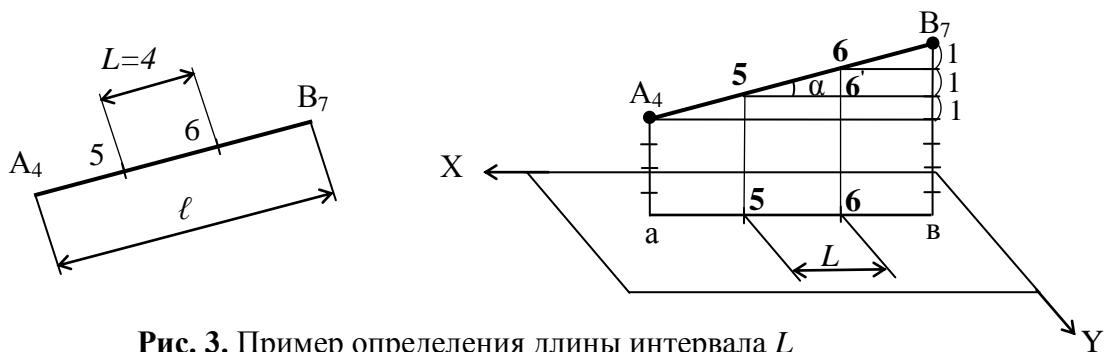


Рис. 3. Пример определения длины интервала L

ния интервал прямой L получим, что

$$L = 1/i$$

Таким образом, получается, что *интервал и уклон прямой линии это величины обратные друг другу*, так как уклон прямой равен $i = h/l$, а интервал $L = l/h$.

В рассмотренном выше примере (рис. 3) $L = 12/3 = 4$.

Величина интервала характеризует *крутизну* прямой, малые интервалы соответствуют более крутым прямым и наоборот. То есть чем больше уклон, тем меньше интервал и наоборот (рис. 4).

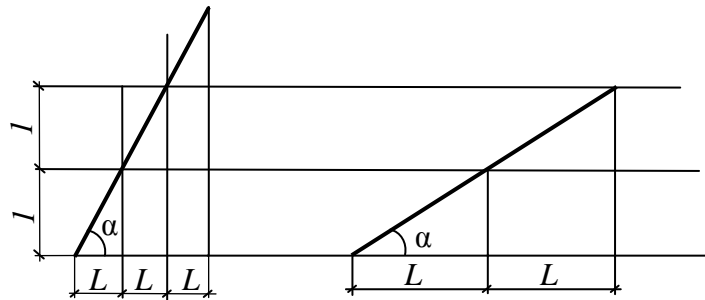


Рис. 4. Зависимость размера интервала L от величины уклона

6.1.4. Градуирование прямой

Проградуировать прямую — это значит найти на ней точки, имеющие целочисленные отметки (точка может иметь и дробную отметку).

Например, чтобы проградуировать прямую АВ, заданную проекцией $a_{2,3}b_{6,4}$ (рис. 5), необходимо определить на проекции данной прямой положение проекций точек с отметками 3; 4; 5 и 6. Для решения этой задачи может быть применен метод пропорционального деления. Для этого проведем через точку

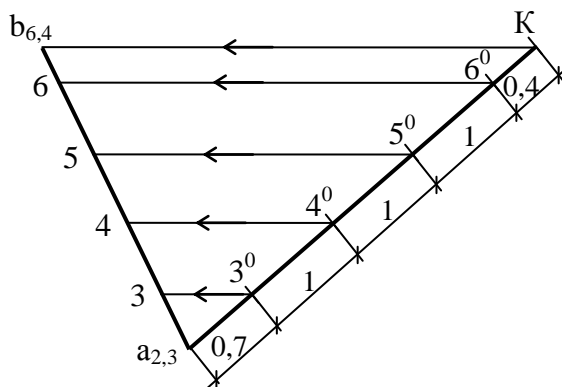


Рис. 5. Пример градуирования прямой АВ

$a_{2,3}$ вспомогательную прямую $a_{2,3}K$ любого направления. Отложим на ней от точки $a_{2,3}$ отрезок, равный 0,7 единицы длины, например 0,7 см, и отметим точку 3^0 . Точки 4^0 , 5^0 и 6^0 отстоят друг от друга на расстоянии 1 см, а точка K от точки 6^0 - на расстоянии, равном 0,4 см. Прямые, проведенные из точек 3^0 , 4^0 , 5^0 и 6^0 параллельно прямой $Kb_{6,4}$ и определяют в пересечении с про-

екцией прямой искомые точки 3; 4; 5 и 6.

6.1.5. Относительное положение прямых

Если *прямые взаимно параллельны* (рис. 6, а), то их проекции также взаимно параллельны, интервалы прямых равны друг другу и отметки точек прямых возрастают в одном и том же направлении.

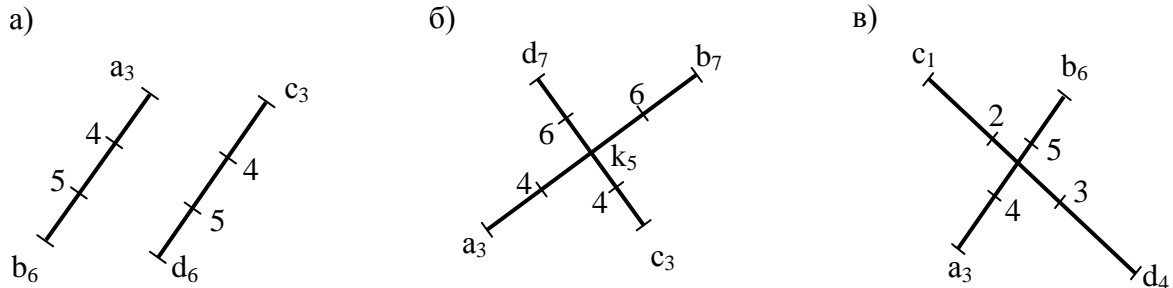


Рис. 6. Относительное положение прямых

Если *прямые пересекаются* (рис. 6, б), то их проекции также пересекаются, причем точка пересечения проекций представляет собой проекцию точки пересечения этих прямых.

Если проекции двух прямых не обладают свойствами, характерными для параллельных и пересекающихся прямых, то это означает, что они являются проекциями *скреживающихся прямых* (рис. 6, в).

6.2. Плоскость

6.2.1. Задание плоскости

В проекциях с числовыми отметками, как и в других методах изображений, плоскость может быть задана тремя точками, не лежащими на одной прямой; прямой и точкой, не лежащей на этой прямой; двумя параллельными или пересекающимися прямыми. Но обычно в проекциях с числовыми отметками плоскость задается *масштабом уклонов*.

На рис.7 изображена плоскость P , пересекающая плоскость π_1 по горизонтальному следу α_{π_1} . В плоскости P проведена линия наибольшего ската (уклона) плоскости MN ($MN \perp \alpha_{\pi_1}$) и построена ее проекция mn на горизонтальную плоскость проекций π_1 . Угол между прямой MN и ее проекцией mn определяет угол наклона плоскости P к плоскости π_1 .

Пересечем плоскость P горизонтальными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии 1 м. Линии пересечения этих плоскостей с плоскостью P , являясь ее горизонталями, параллельны следу α_{π_1} и перпендикулярны к линии наибольшего уклона MN . Проекции этих горизонталей (горизонтальные проекции (ГПГ)) также параллельны следу α_{π_1} и перпендикулярны к проекции mn линии MN наибольшего уклона плоскости P .

Так как горизонталы плоскости P расположены по высоте через 1 м, то расстояние между проекциями этих горизонталей определяют **интервалы линии наибольшего уклона** данной плоскости.

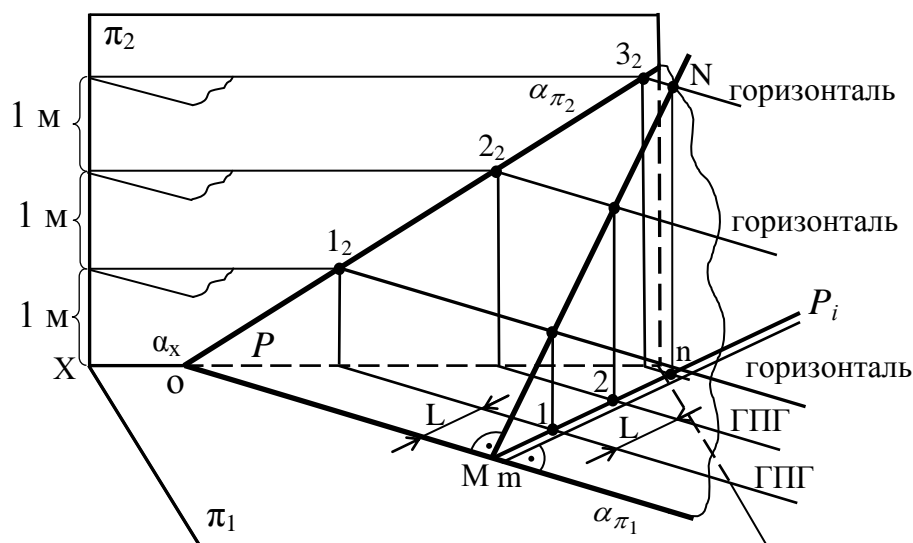


Рис. 7. Способ задания плоскости при помощи масштаба уклонов

Проекция mn линии наибольшего уклона MN с нанесенными на ней интервалами называется **масштабом уклона плоскости P** и обозначается P_i . Или, если сказать по другому это проградуйрованная линия наибольшего ската.

Масштаб уклонов плоскости принято вычерчивать в виде двух параллельных прямых, одна из которых проводится несколько толще другой (рис. 8), с нанесенными перпендикулярно к ним отрезками горизонталей данной плоскости.

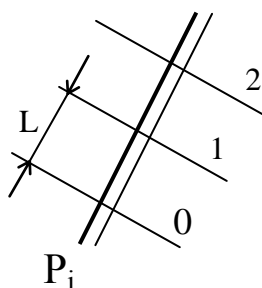


Рис. 8. Обозначение масштаба уклонов

6.2.2. Пересечение плоскостей

Проекция линии пересечения двух плоскостей проходит через точки пересечения проекций горизонталей этих плоскостей, имеющих одинаковые отметки.

В дальнейшем для упрощения изложения проекции горизонталей в некоторых случаях будут называться горизонтальями.

На рис. 9, а проекция линии пересечения плоскостей P и Q определена точками m и n . Точка m получена в пересечении горизонталей плоскостей P и Q , имеет отметку равную 7, а точка n найдена в пересечении горизонталей с отметкой 5. На рис. 9, б, в также представлены варианты определения проекции линии пересечения различных плоскостей.

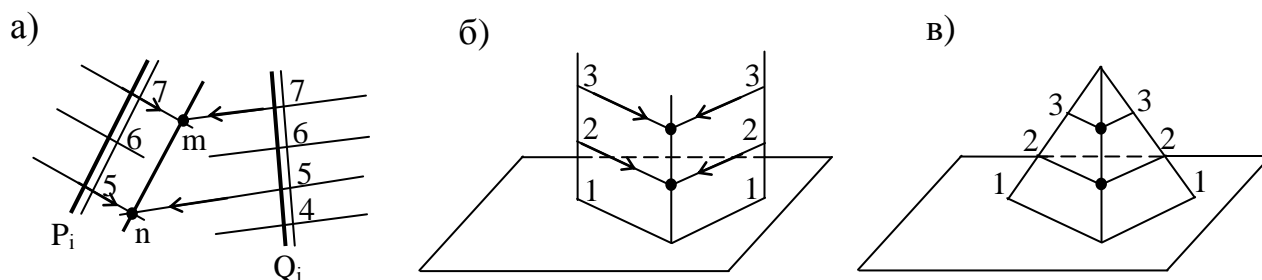


Рис. 9. Варианты определения проекции линии пересечения различных плоскостей

6.2.3. Пересечение плоскости с топографической поверхностью

Поверхности, образование которых не подчинено определенному закону, называются **графическими поверхностями**. Они используются в авиации, судостроении, автостроении и др. К ним относится и земная поверхность, которую принято называть *топографической поверхностью*.

На рис. 10 заданы топографическая поверхность (*горизонталями*) и плоскость P (*масштабом уклонов P_i*). Для определения линий пересечения плоскости P с топографической поверхностью отмечаем точки пересечения горизонталей плоскости и топографической поверхности, имеющих одинаковые отметки. Соединяя последовательно между собой найденные точки a_{29} , b_{28} , c_{27} , d_{26} и f_{25} получаем искомую проекцию линии пересечения.

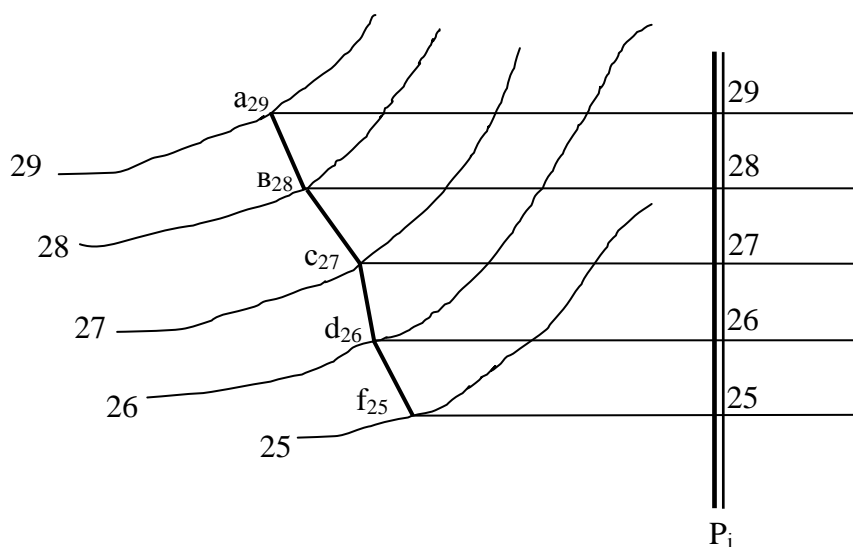


Рис. 10. Определение линий пересечения плоскости P с топографической поверхностью

6.3. Проектирование земляного сооружения

При устройстве различных земляных сооружений приходится иметь дело с насыпью или выемкой грунта.

На рис. 11 изображены участок дороги с *поперечным профилем EKLC* и профиль *MN* топографической поверхности.

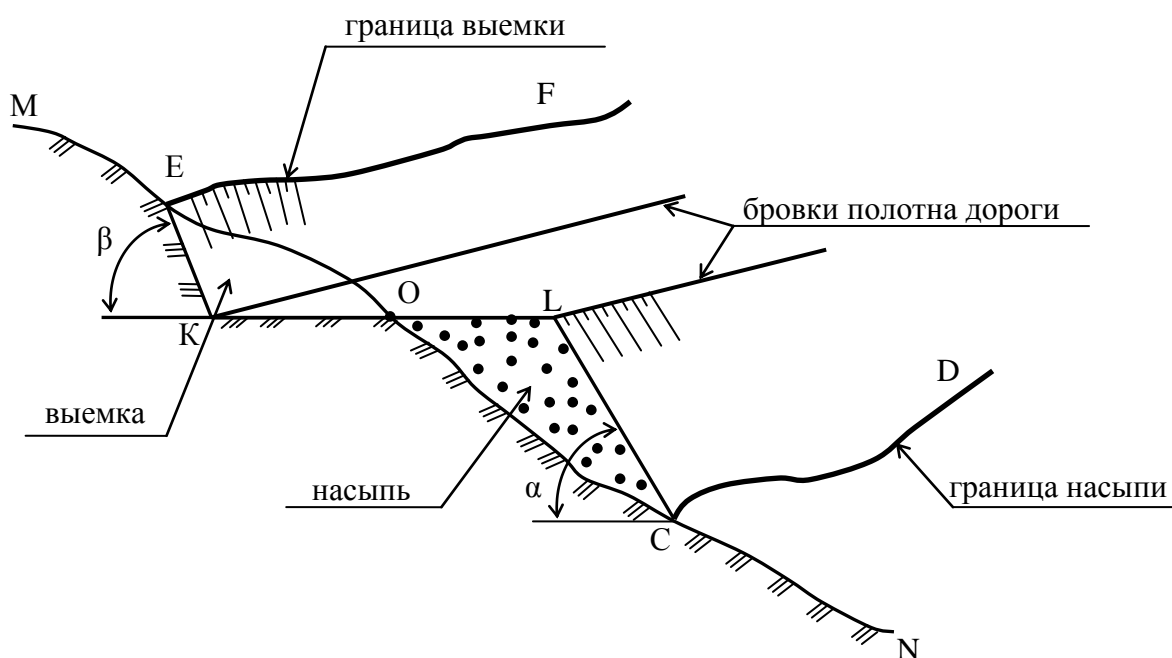


Рис. 11. Участок дороги с поперечным профилем *EKLC* и профиль *MN* топографической поверхности

Профилем называется линия пересечения вертикальной плоскости с топографической поверхностью и с земляным сооружением.

Как видно из чертежа, для устройства полотна дороги необходимо вправо от отмеченной на чертеже точки *O* (по профилю) устроить насыпь, а влево от точки *O* - произвести выемку грунта.

Точка *O* называется *точкой нулевых работ*, так как в этой точке профиль дороги пересекается с профилем местности и, следовательно, в этом месте никаких земляных работ производить не требуется.

Углы наклона откосов насыпи α и выемки β принимаются с учетом угла естественного откоса для данного вида грунта.

Линия *CD* является *линией пересечения откоса насыпи*, а линия *EF* - *линией пересечения откоса выемки* с данной топографической поверхностью. Таким образом, эти линии представляют собой границы земляных работ на данном участке.

Определение границ земляных работ необходимо для определения объема этих работ и для их производства.

6.4. Примеры решения некоторых практических задач

Задача: Построить горизонтальную площадку с отметкой $+10.000$.

Дано: топографическая поверхность, заданная горизонталями и земляное сооружение (вертолетная или строительная площадка) с указанными уклонами откосов. Откосы выемок имеют уклон 2:3, откосы насыпей - 1:1, уклон дороги составляет 1:6.

Требуется: построить линии пересечения откосов, выемок и насыпей земляного сооружения (площадки и дороги) между собой и с топографической поверхностью.

Решение задачи осуществляется в следующей последовательности.

1. На чертеж в масштабе 1:200 нанести план местности с горизонталями и контур проектируемой площадки с отметкой $+10.000$.

2. Определить отметки нулевых работ, которые в данном примере пройдут по горизонтали, имеющей одинаковую отметку с отметкой площадки $+10.000$.

3. Исходя из положения горизонталей определить *расположение выемки и насыпи*. Отметить точки нулевых работ - O_1 и O_2 . От линии O_1O_2 по направлению, указанному стрелкой, осуществляют устройство *насыпи*, так как рельеф в этом месте понижается (то есть горизонтали топографической поверхности имеют меньшие отметки, чем площадка). В противоположном направлении осуществляют устройство *выемки*.

4. Для определения границ земляных работ, например, *насыпи* на всех сторонах площадки справа от линии O_1O_2 *перпендикулярно* к сторонам необходимо построить масштабы уклонов насыпи с нанесенными на ней интервалами. То есть интервалы откладываются на линии масштабов уклонов с учетом масштаба чертежа. В данном случае интервал насыпи равен 1 м. Интервалы откладываются через 5 мм, начиная с максимального значения $+10.000$ - отметка площадки. С каждым последующим интервалом это значение понижается (9, 8, 7 и т.д.).

Линии масштабов уклонов, проставляют перпендикулярно сторонам площадки в точках нулевых работ или в другом месте. Построение графика масштаба уклонов необходимо для определения интервалов насыпи или выемки.

5. Через точки 9, 8, 7, 6, и т.д. (значения уменьшаются если это насыпь) перпендикулярно к масштабу уклонов α_i необходимо провести горизонтали откосов насыпи.

6. Далее вычертить *ребра* пересечения смежных откосов и отметить точки пересечения горизонтали с одинаковыми отметками. Соединив эти точки, получим *линию пересечения откосов насыпи между собой*, то есть *ребра откосов*, при этом решается задача на нахождение линии пересечения плоскостей между собой (рис. 12).

Если уклоны смежных откосов одинаковы, то ребра идут *по биссектрисе*

угла.

7. Определить границы земляных работ, для чего отметить точки пересечения откосов насыпи с соответствующими горизонталями рельефа местности (рис. 13). Полученные точки соединить: для плоских откосов – отрезками прямых линий, для конических поверхностей – кусками кривых линий. При этом границы откосов заканчиваются в точках, лежащих на линии пересечения соседних откосов (K_1 , K_2 и т.д.).

Другими словами, линии пересечения смежных откосов насыпи с рельефом местности должны сходиться в одну точку на общем ребре.

8. Граница земляных работ по устройству выемки определяется аналогично.

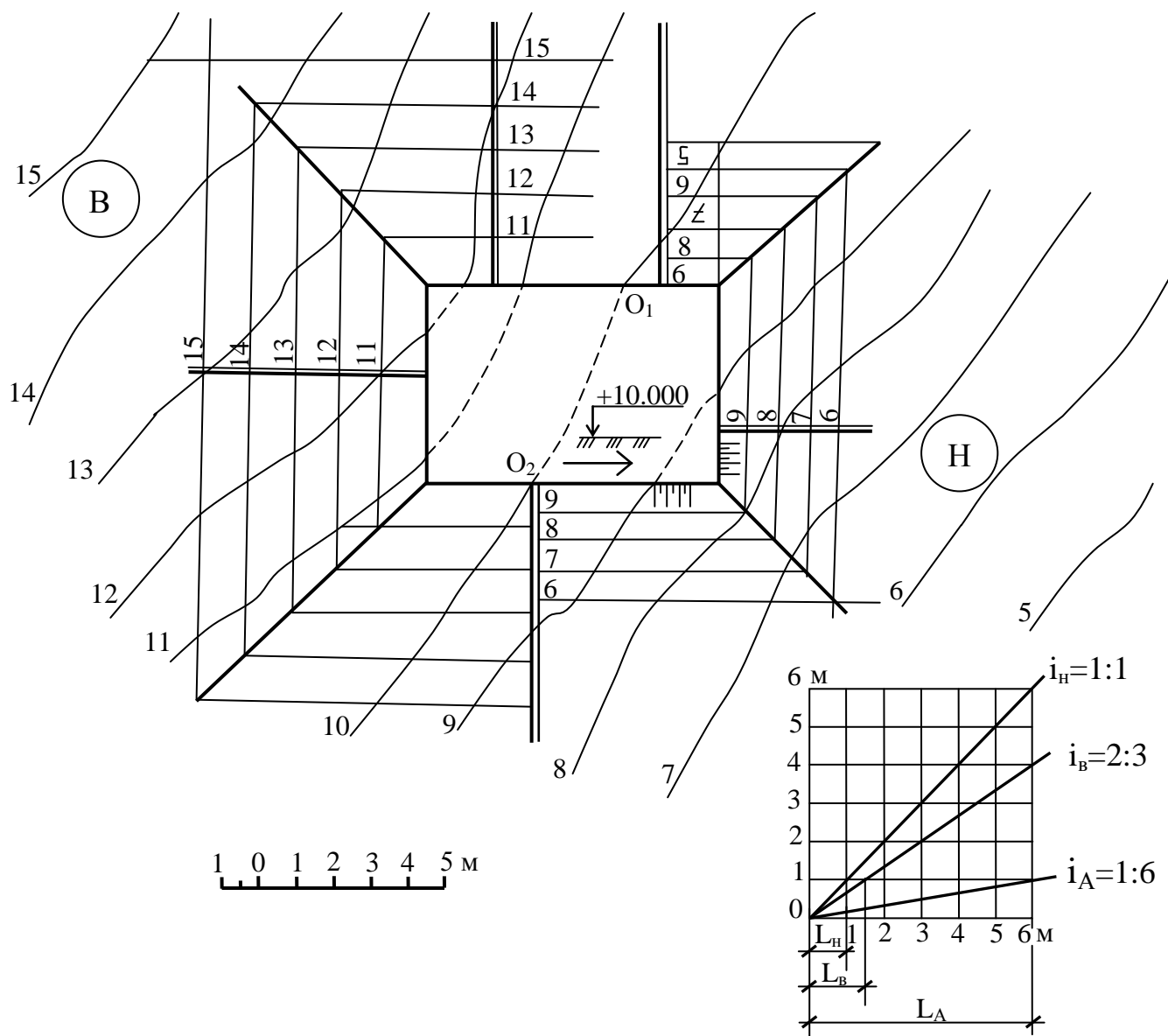


Рис. 12. Построение линии пересечения откосов насыпи и выемки между собой

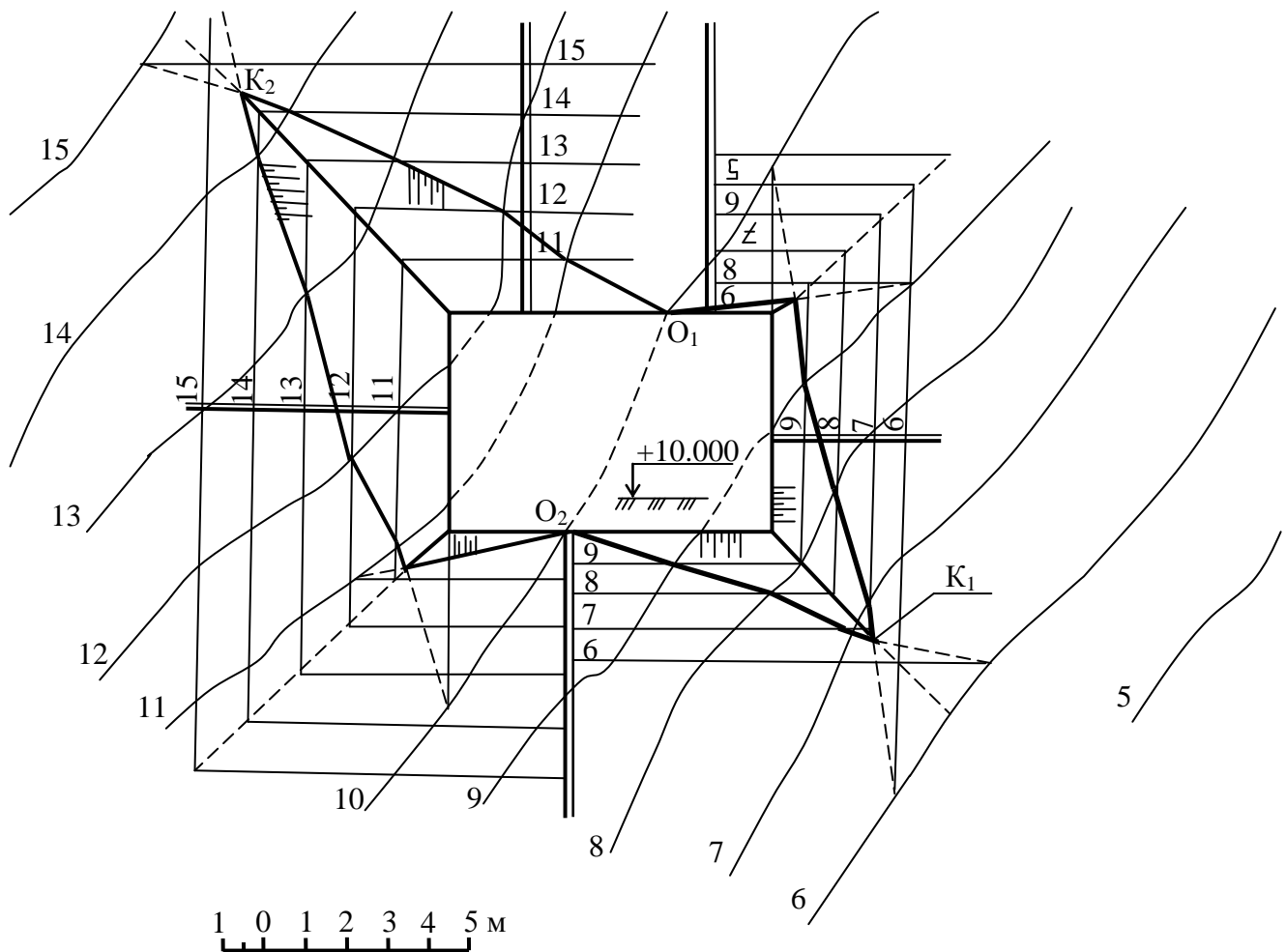


Рис. 13. Определение границ земляных работ по устройству насыпи и выемки

6.5. Построение графика масштабов уклонов для откосов насыпи и уклонов для откосов выемки, а также для проезжей части аппарели

Аппарелью называется наклонный въезд или съезд в выемках или насыпях, которые широко применяются при постройке земляных сооружений.

Для построения масштабов уклонов (рис. 14) строят масштабную квадратную сетку со стороной квадрата равной линейной единице. Количество квадратов сетки равно самой большой цифре знаменателей заданных уклонов.

Например, в задании задан уклон аппарели 1:6, 6 - самая большая цифра знаменателя уклонов. Поэтому необходимо строить сетку по горизонтали и вертикали из 6 квадратов, длина сторон квадратов равна 5 мм, то есть в масштабе 1:200 это составляет 1 м.

Горизонтальная ось масштаба уклонов - это линейный масштаб чертежа. На ней откладывают величину заложения. На *вертикальной оси* отложены линейные единицы масштаба (высоты).

Три наклонные прямые, проведенные на рис. 14 будут соответствовать заданным уклонам. Отрезки L_H , L_B , L_A , вынесенные вниз, с высоты 1 м являются

интервалами заложения откосов.

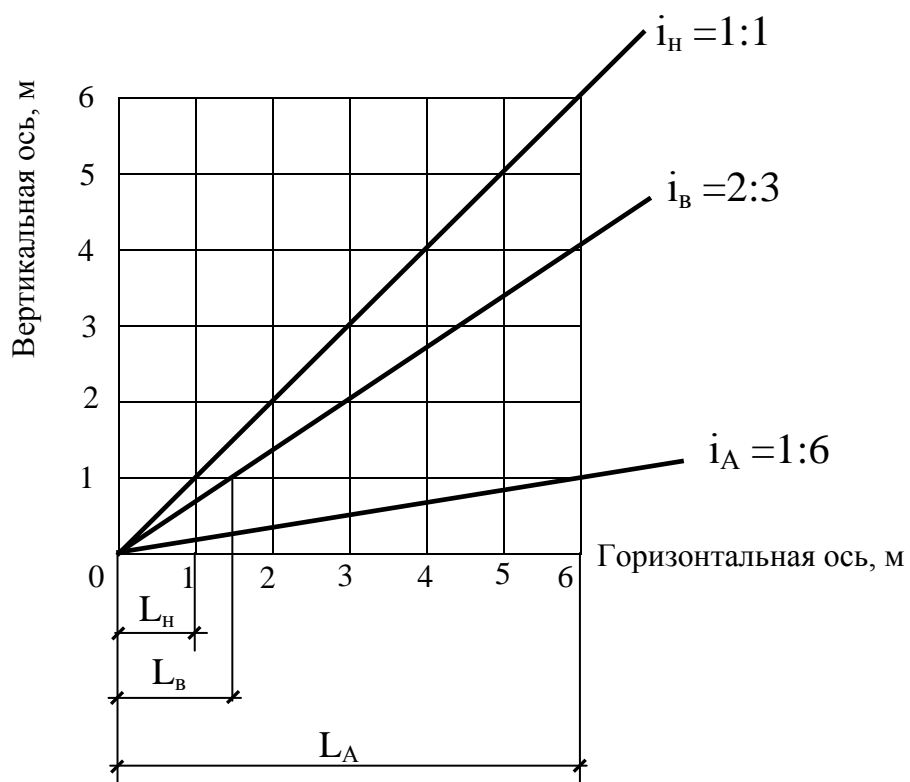


Рис. 14. Построение графика масштаба уклонов

РАЗДЕЛ 7

ЧЕРТЕЖИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

7.1. Общие понятия о железобетонных изделиях и конструкциях

Строительной конструкцией (ГОСТ 21.501 - 93) является часть здания или сооружения функционального назначения (каркас здания, покрытие, перекрытие и т.п.). Конструкция состоит из элементов, взаимно связанных в процессе строительных работ.

Строительным изделием считается элемент строительной конструкции (колонна, ригель, плита перекрытия, панель стены, арматурный каркас и т.п.), изготовленный не на месте установки.

Бетоном называется искусственный каменный материал, полученный в результате затвердевания смеси из вяжущего вещества с водой, крупного и мелкого заполнителей. Цемент и вода являются активными составляющими бетона: в результате реакции между ними образуется цементный камень, скрепляющий зерна заполнителей (песок и щебень) в единый монолит.

Положительными свойствами бетона являются его значительная прочность при сжатии, возможность придания выполняемой из него конструкции любой формы, огне- и водостойкость и др. Однако хорошо работая на сжатие, бетон хуже воспринимает растягивающие усилия (примерно в 10-15 раз). В Древней Греции, например, храмы строились из природного камня. Расстояние между колоннами (интерколумний) не могло быть большим, так как балки, которые укладывались на колонны, могли разрушиться под нагрузкой (рис. 1).

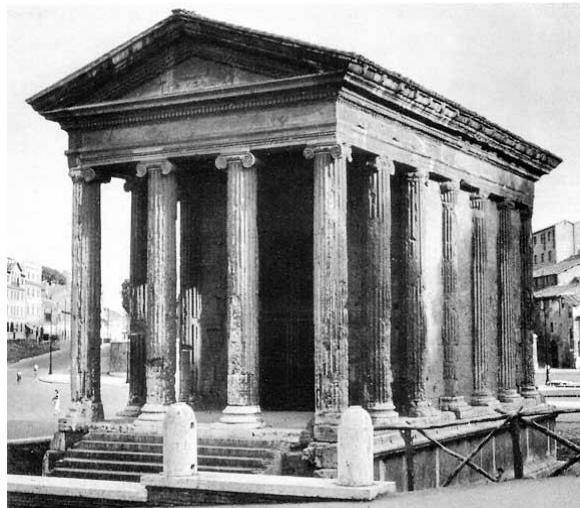


Рис. 1. Одна из первых каменных построек Древней Греции

Железобетоном называется комплексный строительный материал, состоящий из совместно работающих бетона и стали (арматуры). Появление железобетона совпадает с периодом ускоренного роста промышленности, торговли и транспорта во второй половине 19 века, когда возникла потребность в

строительстве большого количества фабрик, заводов, мостов и т.п.

Железобетон позволяет избежать разрушения бетонного изделия при работе его на растяжение, так как в растянутую зону помещены стальные стержни- арматура, которая хорошо воспринимает растягивающие усилия (рис. 2).

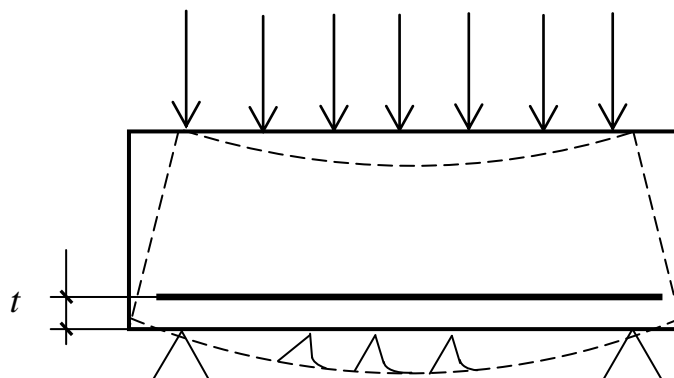


Рис. 2. Пример изображения бетонного изделия при его работе на растяжение

Кроме того, для стали в железобетоне создаются благоприятные условия, предохраняющие арматуру от коррозии и резких колебаний температуры.

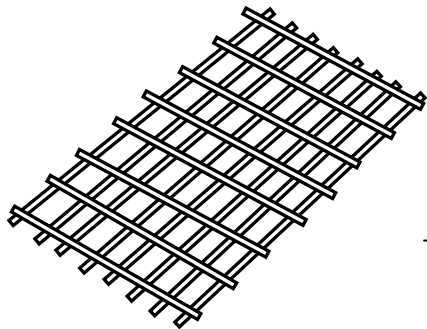
Расстояние от внешней плоскости конструкции до арматуры называется **защитным слоем бетона** (t). В зависимости от нагрузки на конструкцию и от среды, в которой она работает, толщина защитного слоя (рис. 2) может быть различной.

Таким образом, при растяжении **железобетонного изделия (железобетона)**, бетон будет растягиваться вместе с арматурой, но чрезмерное удлинение изделия может достигнуть величины, при которой в растянутой зоне бетона могут появиться трещины. Чтобы предотвратить это, бетон сжимают в этой зоне путем предварительного натяжения арматуры. В этом случае растягивающие усилия, возникающие при эксплуатационных нагрузках, поглощаются предварительным сжатием бетона. Железобетонные изделия, в которых арматуру натягивают до бетонирования, называют **изделиями с предварительным напряжением**.

Арматуру железобетонных конструкций выполняют чаще всего в виде сварных сеток и каркасов.

Применяют *плоские* и *рулонные* сварные сетки (рис. 3).

а) плоские сетки



б) рулонные сетки

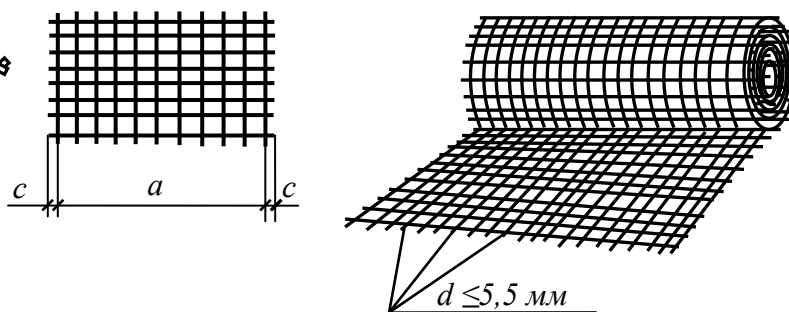


Рис. 3. Примеры изображения сварных сеток

Сварные каркасы (рис. 4) состоят из продольных и поперечных стержней, причем продольные стержни могут быть расположены в один или в два ряда. Пространственные каркасы образуют из отдельных плоских каркасов, соединяя их сваркой или сгибая плоские сетки.

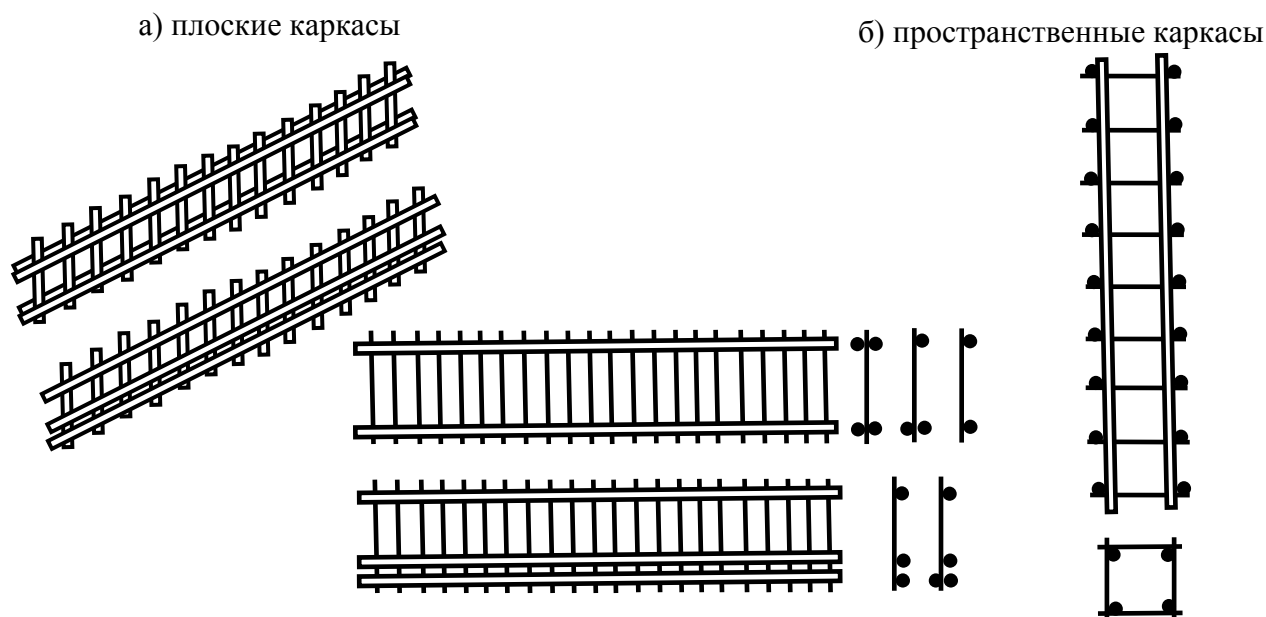


Рис. 4. Пример изображения каркасов

Закладные детали (рис. 5) представляют собой закрепленные в бетоне полосовую, угловую сталь или стержни и предназначены для соединения отдельных конструкций. Отдельные виды арматуры в железобетонной конструкции соединяют между собой с помощью специальной проволоки или сваркой.

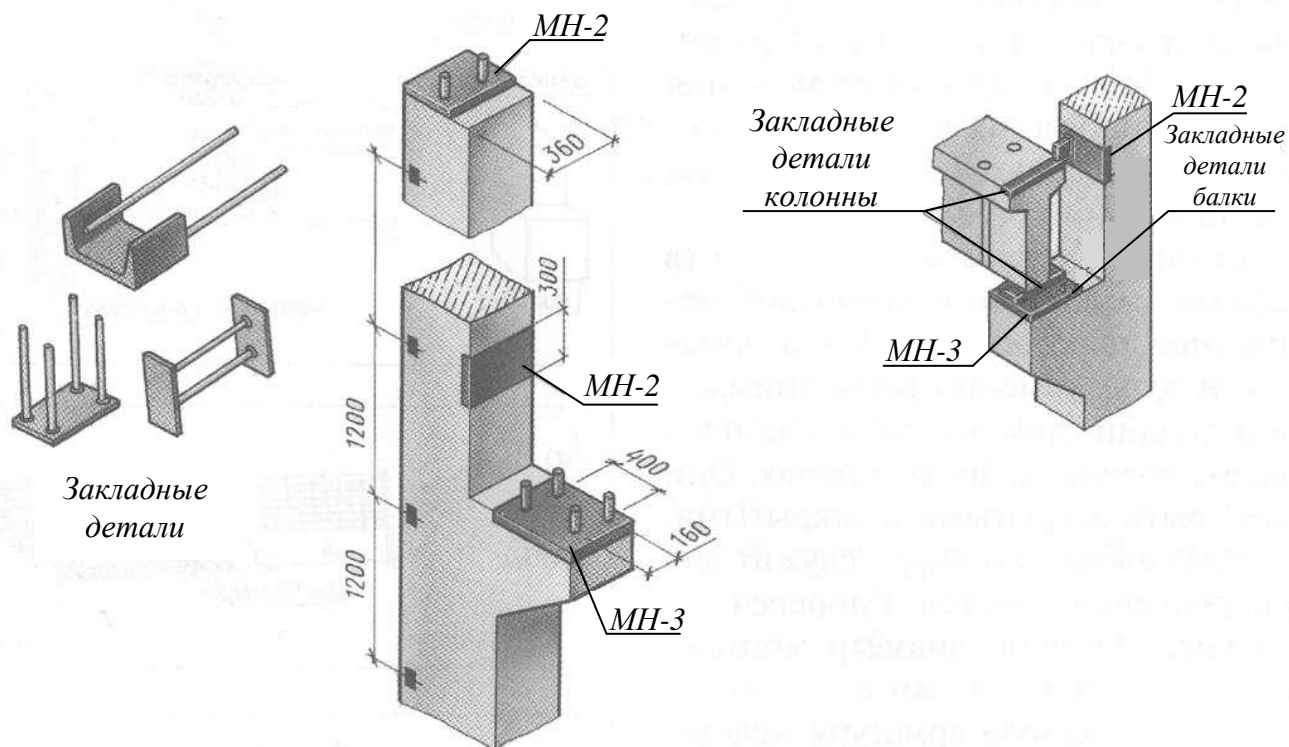


Рис. 5. Примеры изображения закладных деталей колонны и балки

Все железобетонные конструкции по способу изготовления делятся на **монолитные, сборные и сборно-монолитные**.

Монолитные конструкции и изделия выполняют полностью на строительной площадке в том месте здания или сооружения, где они предусмотрены проектом.

Сборные конструкции и изделия изготавливают на специальных заводах и доставляют к месту строительства в готовом виде. Конструкции сборного железобетона лучшего качества; их применение позволяет сокращать сроки строительства, хотя и несколько удорожает его.

Сборно-монолитные конструкции возводят из сборных элементов и монолитного бетона и укладывают непосредственно в конструкции здания. При возведении сборно-монолитных конструкций между сборными элементами оставляют швы шириной в несколько десятков сантиметров. В эти швы, в соответствии с проектом, закладывают дополнительную арматуру, соединяют ее с выпусками арматуры сборных конструкций и шов бетонируют (замоноличивают).

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Виды изделий:

- 1) детали;
- 2) сборочные единицы;
- 3) комплексы;
- 4) комплекты.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций. Например, к деталям относятся: металлический стержень, пластина из металлического листа, деревянный брус и т.д.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии – изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой и т.п.). К сборочным единицам относятся, например, железобетонные колонны, сварные сетки, металлические фермы, оконные блоки, автомобиль и т.п.

Комплекс – два изделия и более, не соединенных на предприятии – изготовителе сборочными операциями, но предназначенными для выполнения взаимосвязанных функций. Например, к одному комплексу относят: лифт, мусоропровод, контейнер для мусора.

Комплект - два изделия и более, не соединенных на предприятии – изготовителе сборочными операциями и представляющие собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение. Например, к комплекту относят комплект запасных частей.

7.2. Чертежи железобетонных изделий и конструкций

В состав документации на строительные изделия в общем случае включают спецификацию, сборочный чертеж, чертежи деталей и, при необходимости, технические условия.

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки.

Чертежом детали (монтажной петли, гнутого стержня и т.д.) является документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления. Чертеж можно выполнять на свободном поле сборочного чертежа. Чертеж детали не выполняют, если она простая (прямой стержень).

Технические условия - документ, содержащий требования к изделиям и их изготовлению.

В состав основного комплекта рабочих чертежей марки КЖ (конструкции железобетонные) входят чертежи элементов монолитных и сборных железобетонных изделий и конструкций. Они выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 21.503 - 80 и включают:

I. Схемы расположения элементов ж/б конструкций. Выполняются в масштабе М1:100, М1:200, М1:400, М1:500.

II. Сборочные (рабочие) чертежи монолитных и сборных ж/б конструкций (кроме чертежей арматурных изделий и закладных деталей, примененных в этих конструкциях), включают в себя:

а) изображения – виды, разрезы и сечения. Выполняются в масштабе М1:20, М1:50, М:100;

б) схемы армирования. Выполняются в масштабе М1:20, М1:50, М:100;

в) чертежи узлов. Выполняются в масштабе М1:5, М1:10, М1:15, М1:20.

III. Закладные и арматурные изделия. Выполняются в масштабе М1:5, М1:10, М1:15, М1:20, М1:50.

IV. Спецификации.

При этом под **схемой расположения** понимают чертеж (рис. 6), на котором показаны в виде условных или упрощенных изображений элементы конструкций и связи между ними. *На схемах расположения указывают:*

- координационные оси здания (сооружения), расстояние между ними и крайними осями;

- привязку поверхностей или осей конструкций к координационным осям;

- марки элементов сборных конструкций, монолитных участков и соединительных изделий;

- отметки подошвы фундаментов, верха консолей, стыков колонн и других наиболее характерных уровней элементов конструкций;

- ссылки на узлы.

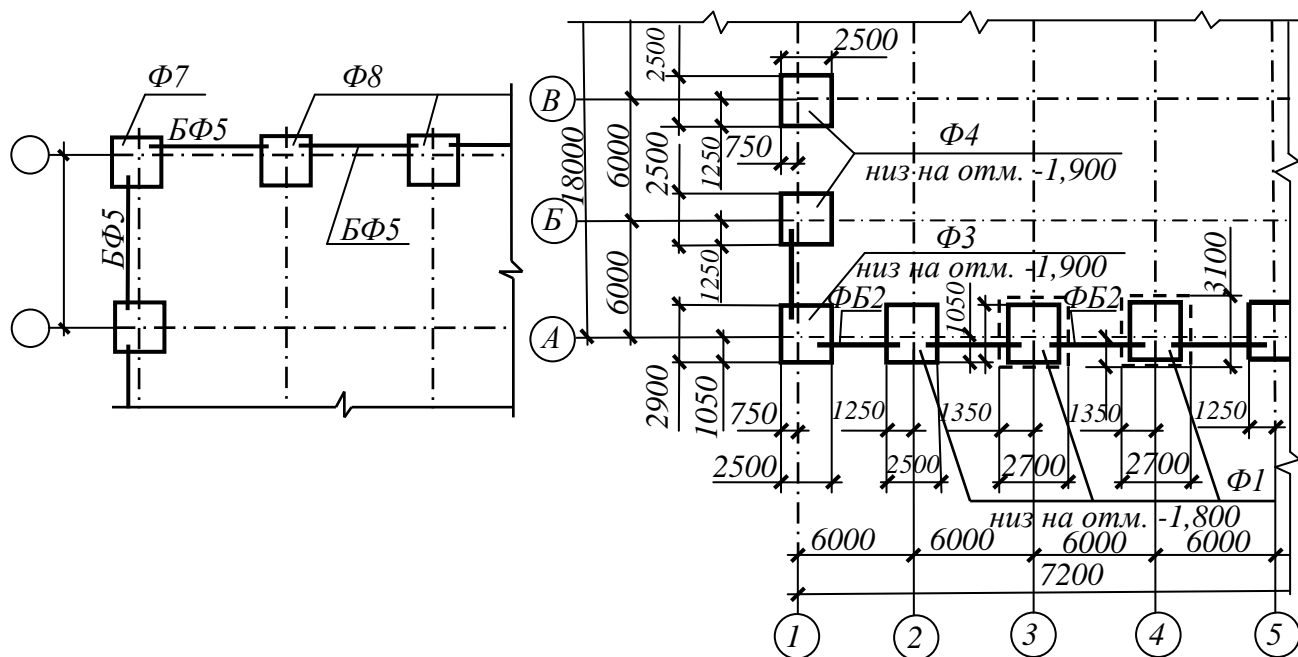


Рис. 6. Примеры схем расположения фундаментов и фундаментных балок

Схемы расположения составляют на группу конструкций, связанных последовательностью монтажа. Это могут быть:

- фундаменты, фундаментные балки и другие подземные конструкции;
- колонны, связи по колоннам, подкрановые балки и рамы ворот;
- фермы, балки и связи покрытия.

В состав схемы расположения могут входить планы, разрезы и фасады здания. В наименовании схем расположения, при необходимости, приводят сведения, определяющие положение конструкции в здании, например, «Схема расположения элементов перекрытия на отметке (например, +2700)». К схемам расположения выполняют спецификацию.

Разновидностью сборочных рабочих чертежей являются **изображения – виды, разрезы и сечения**. Они должны отвечать требованиям ГОСТ 2.305 - 68. При выполнении сборочного чертежа железобетонного изделия необходимо помнить следующую условность: бетон вычерчивается сплошной основной линией толщиной 0,6-0,7 мм. Арматура вычерчивается более толстой линией – толщиной до 1,4 мм. Толщина обводки арматуры не зависит от диаметра стержней.

При выполнении чертежей видов железобетонного изделия вычерчивают (рис. 7 а):

- 1) координационные оси и привязку к ним элемента;
- 2) внешний вид изделий (он имеет форму опалубки) и его размеры;
- 3) отметки наиболее характерных для данной конструкции уровней;
- 4) закладные изделия;
- 5) все отверстия и ниши;
- 6) при совмещении схемы армирования с изображением разреза – толщину

ну защитного слоя бетона от внешней поверхности стержней до ближайшей грани элемента.

Под **схемой армирования** понимают чертеж монолитных или сборных элементов железобетонных конструкций, на котором показывают расположение арматуры, закладных изделий, защитный слой бетона, контуры конструкций и т.п. На чертеже схемы армирования изображают (рис. 7 б):

- 1) контур изделия;
- 2) упрощенное или условное изображение арматуры – каркасов, сеток;
- 3) изображение закладных изделий и отдельных стержней (не входящих в каркас или сетки) внутри изделия;
- 4) указывают толщину защитного слоя бетона;
- 5) габаритные размеры арматурных изделий без указания диаметров, количества стержней и расстояний между ними.

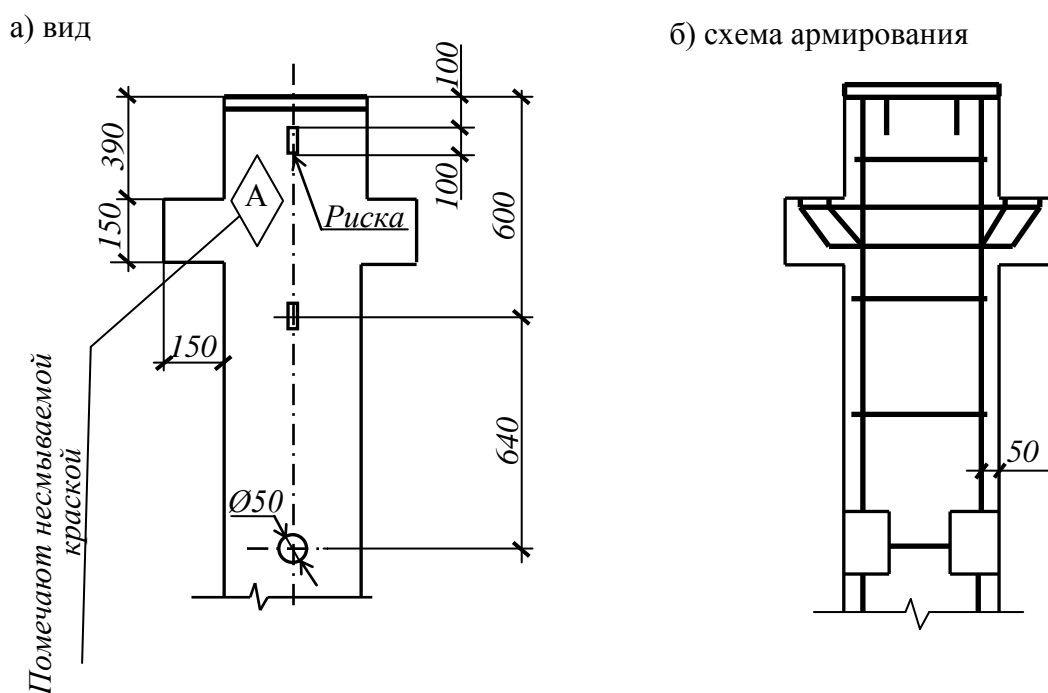


Рис. 7. Пример изображения вида железобетонного изделия и схемы его армирования

Схему армирования и относящиеся к ней сечения вычерчивают в условном предположении прозрачности бетона. По наиболее характерным местам конструкции выполняют сечения или разрезы, их располагают на одном листе со схемой армирования. На сечениях проставляют размеры (рис. 8). При вычерчивании несложных железобетонных изделий (закладные изделия, пробки, отверстия и т.п.) допускается наносить их на схему армирования. В этом случае как бы совмещается изображение «вида конструкции» со схемой армирования. Отдельно для этих конструкций изображение вида не дается.

Под **чертежом узла** понимают изображение соединения конструктивных элементов.

Фундаментная балка ФБ-9

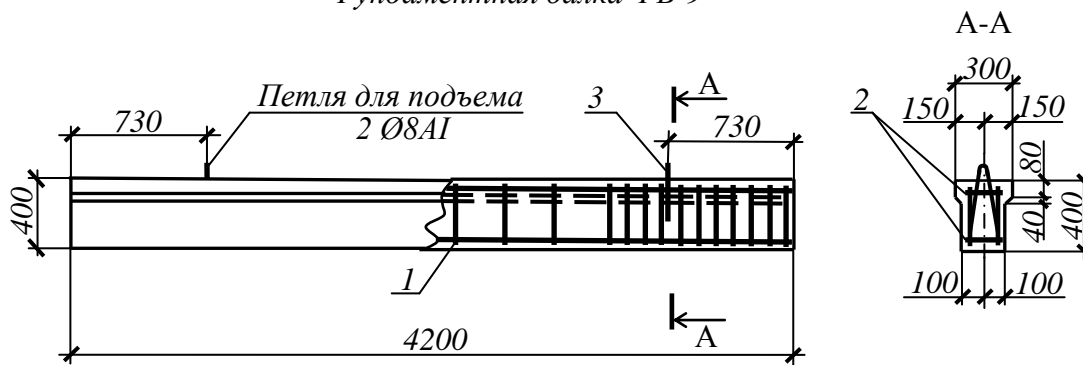


Рис. 8. Пример схемы армирования железобетонной фундаментной балки

При выполнении чертежей закладных и арматурных изделий их изображают очень толстой сплошной линией. Чертежи каркасов и сеток выполняют на отдельных листах вместе со спецификацией. Пример выполнения чертежа плоского каркаса приведен на рис. 9.

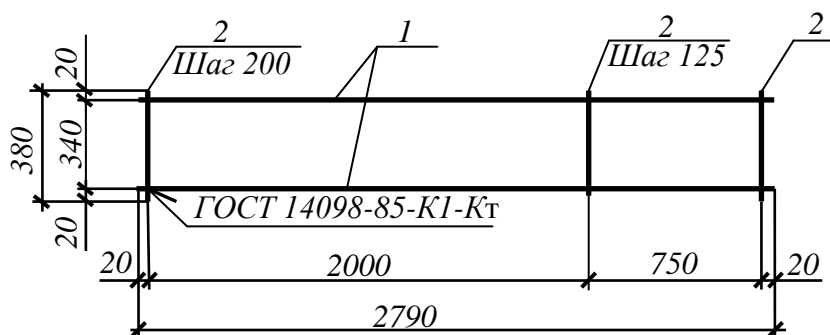


Рис. 9. Пример чертежа плоского каркаса

Полная информация о железобетонных и арматурных изделиях предоставляется в спецификациях. Спецификация представляет собой таблицу, которая включает перечень всех сборочных единиц и деталей, входящих в состав сборочной единицы (ж/б изделия), с их краткой характеристикой. Спецификацию располагают над основной надписью чертежа. В нее записывают номера позиций, обозначение сборочных единиц и деталей, их наименование и количество. Ее заполняют сверху вниз в порядке возрастания номеров позиций. На рис. 10 приведен пример спецификации и ее размеры.

Разделы спецификации в графе «Наименование» располагаются в следующем порядке:

1. Документация.
2. Сборочные единицы (каркасы, сетки, закладные изделия).
3. Детали (монтажные петли и отдельные стержни, не входящие в сборочные единицы).
4. Материал.

185						
	15	60	65	10	15	20
15	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Масса ед., кг</i>	<i>Примеч.</i>
8						
8						

Рис. 10. Форма и размеры спецификации

Заголовки разделов размещают между двумя пустыми строчками и подчеркивают тонкой линией.

Содержание раздела заполняется без пропуска строчек.

Как правило, спецификацию выполняют на отдельном листе формата А4. Однако также допускается совмещать спецификацию со сборочным чертежом.

Задание

Лист 1 (формат А3).

Выполнить сборочный чертеж железобетонного изделия в необходимом количестве видов и сечений (задача 1), спецификацию этого изделия (задача 2) и основную надпись (задача 3). Пример компоновки листа задания представлен на рис. 11.

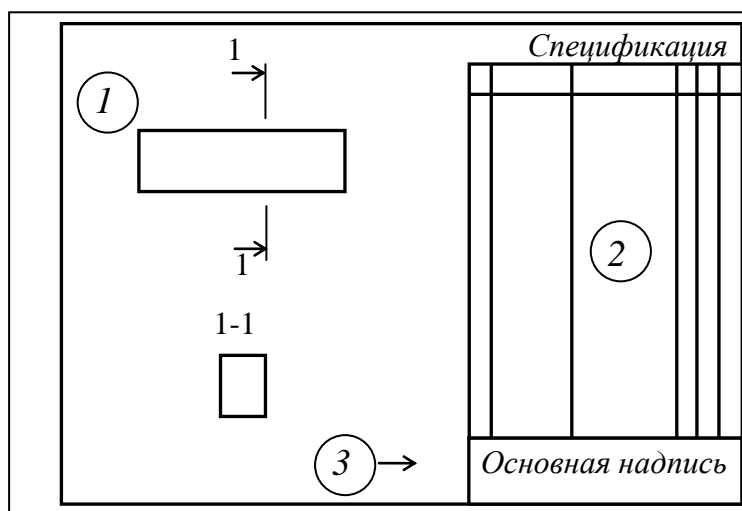


Рис. 11. Пример компоновки листа задания

Задача 1. В зависимости от варианта задания, Вам необходимо начертить: чертеж вида или схемы армирования, или чертеж, на котором вид совмещен со схемой армирования. Масштаб вычерчивания М1:10 или М1:20, в зави-

симости от размера изделия.

Выполнение данного задания рассмотрим на примере чертежа балки (рис. 12).

Данная балка содержит следующие арматурные изделия:

- 1) два плоских каркаса;
- 2) 4 стержня, соединяющих каркасы (для сохранения проектного положения каркасов в изделии при заливке бетонной смеси в форму);
- 3) 2 монтажные петли для подъема изделия.

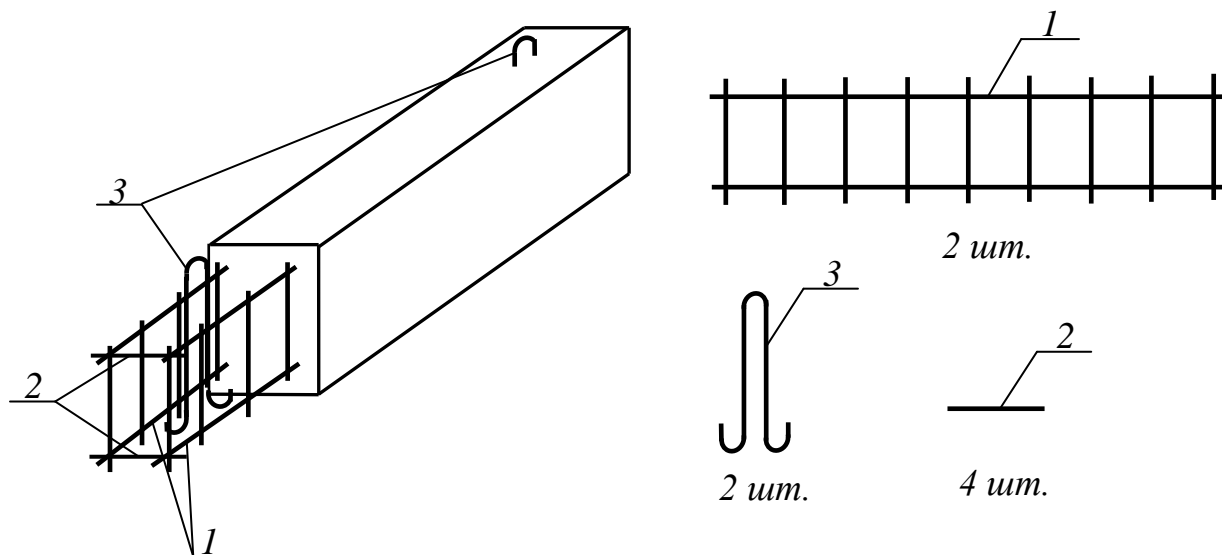


Рис. 12. Чертеж балки и входящих в нее арматурных изделий

На сборочном чертеже маркируются только изделия, то есть каркасы, сетки и отдельные стержни, не входящие в каркасы и сетки. Номера позиций проставляют на полке-выноске в следующем порядке:

- 1) каркасы пространственные;
- 2) каркасы плоские;
- 3) сетки;
- 4) изделия закладные;
- 5) отдельные стержни, не вошедшие в вышеперечисленные изделия.

Поскольку на рис. 12 пространственные каркасы отсутствуют, то вначале маркируются плоские каркасы - цифрой 1. Затем цифрой 2 маркируются отдельные стержни, а цифрой 3 маркируются монтажные петли.

На листе полученного вами задания маркировка выполнена по другому принципу. Там представлена сквозная нумерация, то есть замаркированы все стержни, входящие в каркасы, сетки и т.д. Причем номера позиций показаны в кружочках, в соответствии с требованиями устаревшего ГОСТ. Поэтому надо к своему заданию выбрать правильную маркировку. Обратите внимание также на правильность вычерчивания секущей плоскости для разрезов и сечений.

Сведения о количестве, диаметре и длине стержней, указанные в задании, на чертеже не показывают – эти данные заносят в спецификацию.

Каждый студент, в зависимости от габаритных размеров изделия, выбирает масштаб чертежа, количество разрезов и сечений. При необходимости изделие может быть вычерчено с разрывом. В нашем примере чертеж схемы армирования балки (рис. 13) выполнен с разрывом с целью лучшей компоновки листа. Каркас выполняют упрощенно - без показа промежуточных стержней.

Чертеж сначала вычерчивают в тонких линиях, наносят размеры, выполняют маркировку. Затем выполняется обводка чертежа.

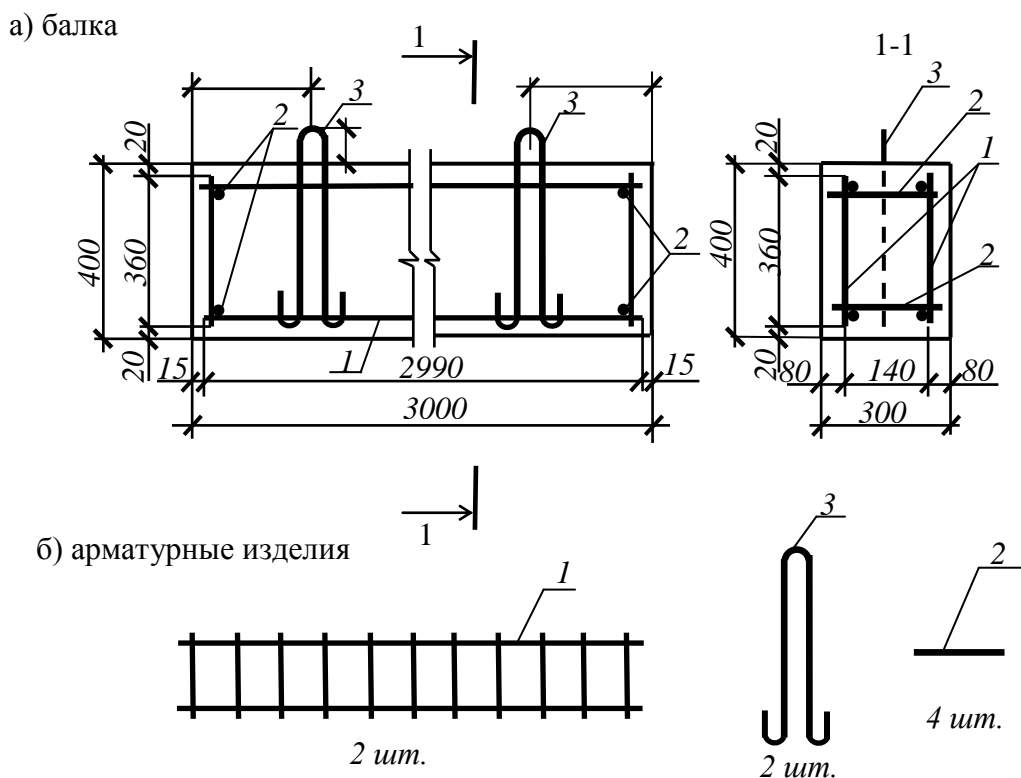


Рис. 13. Чертеж схемы армирования балки и ее арматурные изделия

Задача 2. Составить спецификацию на железобетонное изделие (балку).

Спецификация на сборочный чертеж схемы армирования составляется в соответствии с заданием. На чертеж вида спецификация не выполняется. Пример заполнения граф и разделов спецификации для балки *БА-1* представлен в табл. 7.1.

Заполнение спецификации начинают с раздела «Документация» (графа «Наименование»), поскольку графа «Позиция» для данного раздела не заполняется.

В учебных целях в качестве документации представлены методические указания. Поэтому в графе «Наименование» написано *Методические указания*, а в графе «Обозначение» - *МУ ВГАСУ 2012*, где *ВГАСУ* – учебное заведение, а *2012* – год выпуска методических указаний. Поскольку выполняется сбороч-

ный чертеж **на всю** балку, то в разделе «Документация» также записывается *Сборочный чертеж на балку БА-1*, а в графе «Обозначение» - записывают ее обозначение в соответствии с предметной системой построения обозначений.

Предметная система построения обозначений



Условные буквенные обозначения наименований основных элементов изделий и конструкций (базовое обозначение) включает:

- Б* – балки;
- БФ* – балки фундаментные;
- К* – колонны;
- Л* – лестницы;
- ЛМ* – лестничные марши;
- ЛП* – лестничные площадки;
- П* – плиты покрытий, перекрытий;
- ПР* – перемычки;
- ПК* – плиты карнизные;
- Р* – ригели;
- Ф* – фундаменты столбчатые;
- ФБ* – фундаментные блоки.

В качестве арматуры для ж/б элементов применяются следующие сборочные единицы:

- КП* – пространственный каркас;
- КР* – плоский каркас;
- С* – сетки арматурные;
- МН* – изделия закладные;
- МС* – изделия соединительные.

В графе «Обозначение» к Сборочному чертежу записываем следующее: *БА-1 000 СБ* (размещается в графе 1 основной надписи (задача 3)), где *БА -1* – базовое обозначение элемента конструкции;

000 – показывают обозначение всей балки, а не отдельных составляющих;

СБ – буквенно-цифровое обозначение сборочных чертежей.

Заполнение раздела *Сборочные единицы*.

В графе «Наименование» указывают наименование сборочной единицы: *Каркас Кр-1*. Слева от этой надписи в графе «Обозначение» пишется символическое обозначение каркаса по типу *БА-1 010*, где *1* - это обозначение простой сборочной единицы (согласно предметной системы построения обозначений). В графе «Позиция» в соответствии с обозначением каркаса на сборочном чертеже балки, пишем *1*. Так как в состав балки входят два каркаса, то в графе «Количество» пишем *2*.

Заполнение раздела «Детали».

В графе «Наименование» записываем: *Стержень Ø10 А-1 l=280* (эти данные берутся из задания на полке линии-выноски вместе с обозначением номера позиции). Смысл цифровой группы состоит в следующем:

Ø10 - диаметр стержня в мм; *А-1* – класс стали; *l=280* – длина стержня в мм.

Уточним, что эти стержни не входят в состав выше указанных каркасов, поэтому они записываются в разделе «Детали». Слева от этой надписи в графе «Обозначение» записывают символическое обозначение стержня по типу *БА-1 001*, где *1* - это обозначение детали (согласно предметной системы построения обозначений). В графе «Позиция» пишем *2*, в соответствии с обозначением стержня на сборочном чертеже балки. Так как в состав балки входят четыре стержня, соединяющие два каркаса, то в графе «Количество» пишем *4*.

Далее в графе «Наименование» без пропуска строчки записывают *Петля монтажная Ø6 А-1 l=1400*. Слева от этой надписи в графе «Обозначение» пишется символическое обозначение петли по типу *БА-1 002*, где *2* - это обозначение детали (согласно предметной системы построения обозначений). В графе «Позиция» пишем *3* в соответствии с обозначением петли на сборочном чертеже балки. Так как в состав балки входят две петли, то в графе «Количество» пишем *2*.

Заполнение раздела «Материал».

В графе «Наименование» записываем *В20*, где *В20* – класс бетона, который применяется для изготовления этой балки. В графу «Количество» записывают объем бетона, необходимого для изготовления балки. Для этого площадь сечения балки умножается на ее длину (единицы измерения – в метрах): $0,4 \times 0,3 \times 3,0 = 0,36 \text{ м}^3$. Допускается единицы измерения записывать в графе «Примечание».

Задача 3. В соответствии с ГОСТ 21101 – 97 (СПДС) выполнить основную надпись.

Основную надпись располагают под спецификацией в правом нижнем углу листа. Для ее обводки применяют сплошные толстые и тонкие линии, в соответствии с ГОСТ 2.303 – 68. Для студенческих работ допускается несколько измененное содержание граф основных надписей.

Пример выполнения основной надписи представлен на рис. 14.

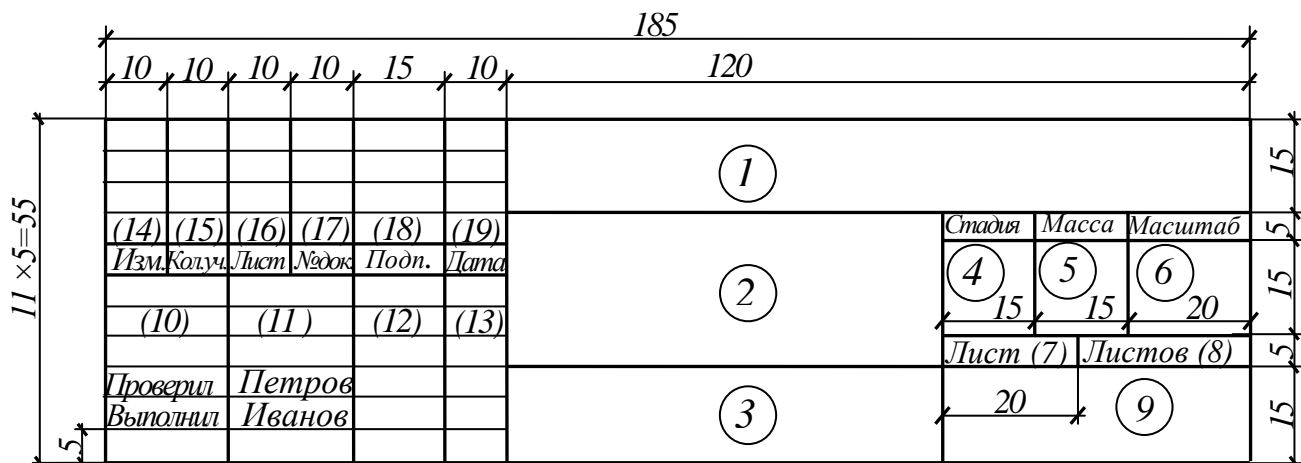


Рис. 14. Пример выполнения основной надписи

Заполнение основной надписи осуществляется следующим образом:

В графе 1 – указывают наименование учебного заведения, номер зачетной книжки (например, ВГАСУ 12-2-1-765), обозначение сборочного чертежа, то есть БА-1 000 СБ (шрифт №5).

В графе 2 – указывают наименование изделия, то есть Балка БА-1 (шрифт №5).

В графе 3 – указывают обозначение материала изделия, то есть железобетон (шрифт №5).

В графе 4 – ставится литера учебного чертежа У (шрифт №5).

В графе 5 – ставится масса изделия, на учебных чертежах обычно не указывают (шрифт №5).

В графе 6 – ставится масштаб, например, М1:20 (шрифт №5).

В графе 7 – порядковый номер листа. Для документов, состоящих из одного листа, графу не заполняют. Наше задание состоит из двух листов. Первый лист - формат А3, а второй лист – чертеж арматурного изделия каркаса - в формате А4. Поэтому пишем цифру 1 (шрифт №3,5).

В графе 8 – общее количество листов. Пишем цифру 2 (шрифт №3,5).

В графе 9 – слово Кафедра и ее сокращенное наименование: И и Г (шрифт №5), гр. 111б.

В графе 10 – Выполнил
Проверил } Шрифт №3,5

В графах 11, 12, 13 - соответственно, пишут Фамилия, Подпись, Дата (шрифт №5).

Графы 14-17 (верхняя часть основной надписи) - предназначены для отметок изменений, вносимых в чертежи (на учебных чертежах обычно остаются незаполненными).

14 – Изм. – Изменения (шрифт №3,5).

15 – Кол. уч. – Количество участков (шрифт №3,5).

16 – Лист (шрифт №3,5) – номер листа.

17 – № док. – Номер документа (шрифт №3,5).

18 – Подпись } Относятся как к нижней, так и к верхней части основной
19 – Дата } надписи (шрифт №3,5).

7.3. Виды арматуры

В зависимости от работы, которую выполняет арматура в железобетонных конструкциях, различают следующие ее виды (рис. 15) и профили (рис. 16).

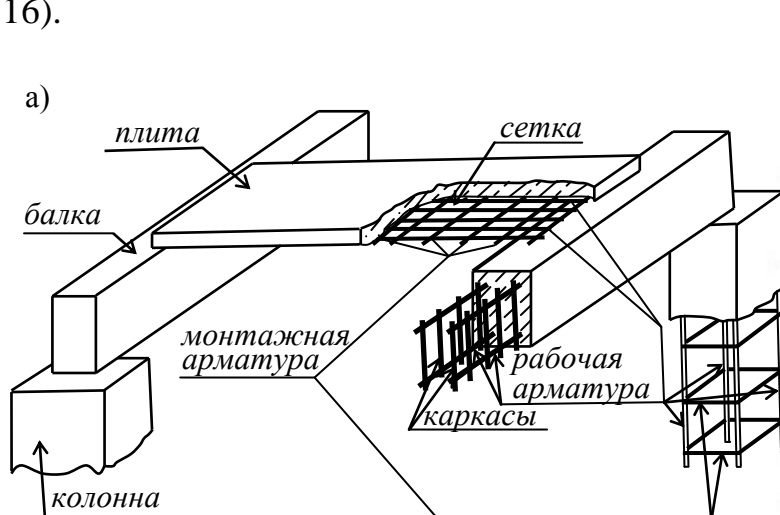


Рис. 15. Виды арматуры в железобетонной конструкции



Рис. 16. Примеры арматуры различных профилей

Рабочая арматура – это арматура, воспринимающая растягивающие усилия.

Распределительная арматура укладывается поперек рабочей и служит для более равномерного распределения нагрузки на рабочие стержни, сохранение их взаимного размещения при бетонировании.

Хомуты и поперечные стержни (в сварном каркасе) обеспечивают неизменное положение рабочей арматуры и одновременно воспринимают часть усилий. Хомуты применяются в балках, колоннах, арках и рамах. Они могут быть открытыми и закрытыми.

Монтажная арматура служит для прикрепления хомутов и поперечных стержней. Обычно диаметр монтажной арматуры 10-12 мм.

Арматура может быть **жесткой** – из прокатных профилей (швеллер, двутавр, рельс и т.п.) и **гибкой** – из стержней малого сечения круглого или перио-

дического профиля, передающего стержням лучшее сцепление с бетоном.

7.3.1. Основные виды арматурной стали

Обозначение некоторых видов арматурных сталей представлено в таблице 7.2.

Таблица 7.2

Виды арматурных сталей

<i>Вид арматуры</i>	<i>Класс арматуры</i>	<i>Марка стали</i>	<i>Диаметр, мм</i>	<i>Пример обозначения</i>
I. Стержневая горячекатаная (ГОСТ 5781-82) а) гладкая	A-I	Ст3сп3 Ст3пс3	6-40	4Ø18 A-I
	A-II A-III A-IV A-V A-VI	BСт5сп2 BСт5пс2	6-80	5Ø20 A-II
II. Обыкновенная арматурная проволока а) гладкая (ГОСТ 6727-80) б) периодического профиля	B-I	-	3-5	3Ø5 B-I
	Bp-II	-	3-5	4Ø5 Bp-I

7.3.2. Условные и упрощенные изображения каркасов и сеток на схемах армирования

1. На **упрощенных** изображениях каркасов или сеток вычерчивают только крайние стержни (без промежуточных). При этом неважно сколько в изделии стержней и на каком они находятся расстоянии (рис. 17).

схематическое изображение

упрощенное изображение

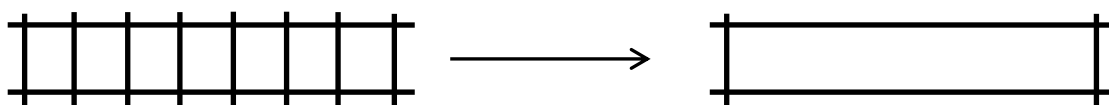
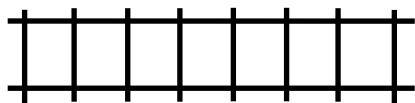


Рис. 17. Примеры изображения каркасов или сеток

2. На *условных* изображениях проводят контурную линию каркаса или сетки через выступающие концы стержней очень толстой линией, а затем диагональ сплошной тонкой линией (рис. 18).

схематическое изображение



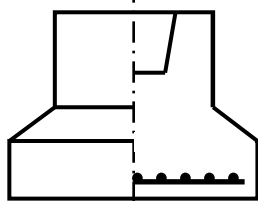
условное изображение



Рис. 18. Примеры изображения каркасов или сеток

3. На схеме армирования сетку допускается вычерчивать одной сплошной толстой линией без поперечных стержней, которые на чертеже проецируются в точки (рис. 19).

схематическое изображение



допустимое изображение

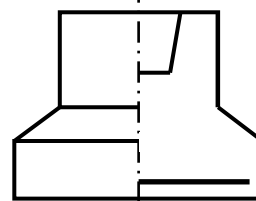


Рис. 19. Пример изображения сетки на схеме армирования фундамента

7.4. Чертежи арматурных изделий

Задание

Лист 2 (формат А4).

Выполнить чертеж арматурного изделия в необходимом количестве видов и сечений (задача 4), спецификацию этого изделия (задача 5) и основную надпись (задача 6).

Задача 4. Выполнить чертеж арматурного изделия. Масштаб вычерчивания М1:10 или М1:20, в зависимости от размера изделия в заданном варианте. Пример компоновки листа представлен на рис. 20.

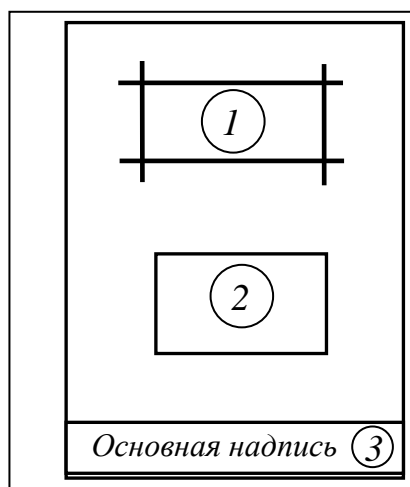


Рис. 20. Пример компоновки листа

1 – чертеж арматурного изделия; 2 – спецификация; 3 – основная надпись

После выбора масштаба вычерчивания арматурного изделия, необходимо выяснить расположение продольных стержней относительно поперечных (по одну или по обе стороны от поперечных). Если продольные стержни в каркасе расположены по одну сторону от поперечных стержней, то их вид сбоку (слева) *можно не вычерчивать*. Если продольные стержни расположены по обе стороны от поперечных стержней, то вид сбоку (слева) *надо вычерчивать обязательно*. Вид сбоку (слева) также обязательно вычерчивают, если изделие гнутое.

Чертеж арматурного изделия при большой длине стержней может быть выполнен с разрывом.

На рис. 21 представлен пример выполнения чертежа арматурной сетки из листа-задания с учетом требований ГОСТ. При вычерчивании сетки вид слева вычерчивать не обязательно.

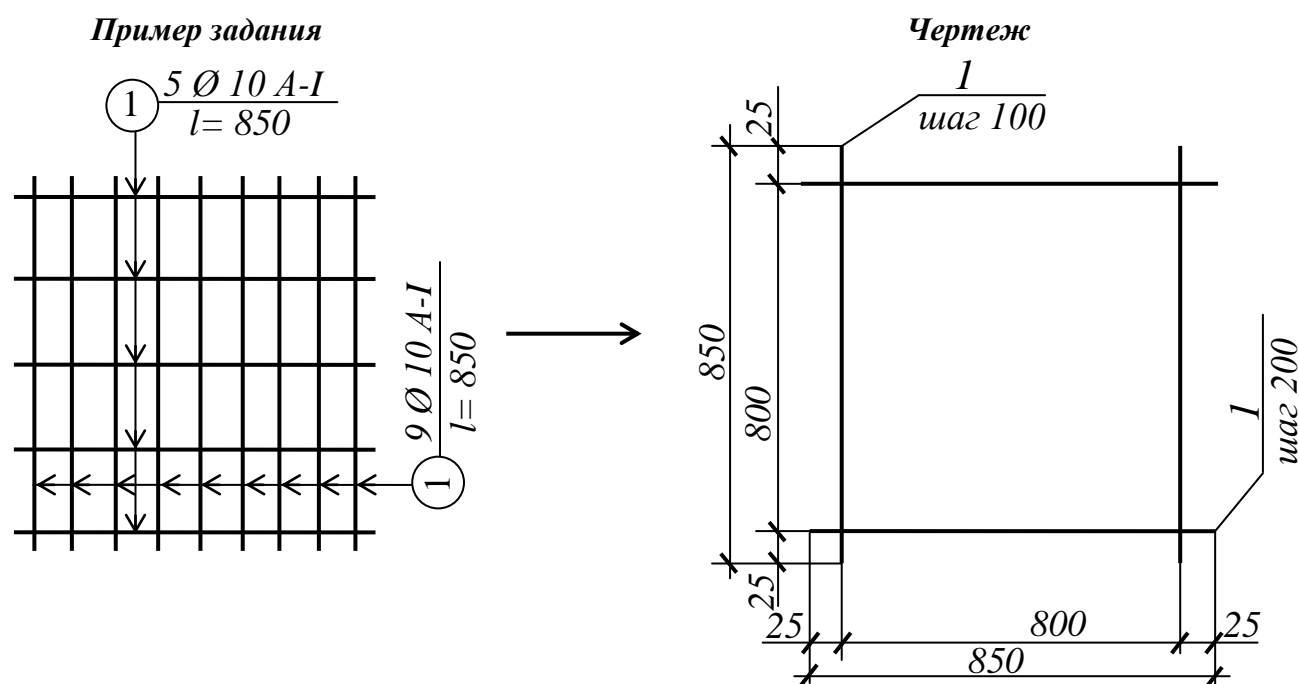


Рис. 21. Пример чертежа арматурной сетки

Маркировка стержней выполняется следующим образом. Если стержни в сетке или каркасе имеют один диаметр, один класс стали и одну длину, то им присваивается один номер позиции (рис. 21). При этом номер цифры, указывающий номер позиции, вычерчивается на один номер больше, чем номер размерных чисел на чертеже.

При вычерчивании каркаса или сетки показывают *не все* промежуточные стержни. Стержни, расположенные на равных расстояниях друг от друга (с одинаковым шагом), вычерчивают только по концам каркаса или сетки и в местах изменения шага стержней. В этом случае под полкой линии-выноски, на которой указана позиция стержня, приводится их шаг, а полка линии – выноски направлена в сторону распространения шага.

Задача 5. Выполнить спецификацию на сетку С-1.

Спецификацию выполняют под чертежом изделия. Пример оформления спецификации представлен на рис. 22.

15		<i>Поз.</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.дет.,</i>	<i>Масса</i>
8		1	$\varnothing 10 A-I \quad l=850$	14	
8			<i>Масса изделия</i>		
	10	60	10	15	
	95				

Рис. 22. Пример оформления спецификации на сетку С-1

Если стержни отличаются по любому из перечисленных параметров, они имеют различные номера позиций. Типовой чертеж арматурного каркаса из листа-задания представлен в верхней части рис. 23. Ниже представлен вариант выполнения чертежа с учетом требований ГОСТ. Если у каркаса сечение по типу 1-1, то оно вычерчивается на листе, если по типу 2-2, то сечение вычерчивать не обязательно. Пример выполнения спецификации к этому каркасу приведен на рис. 24.

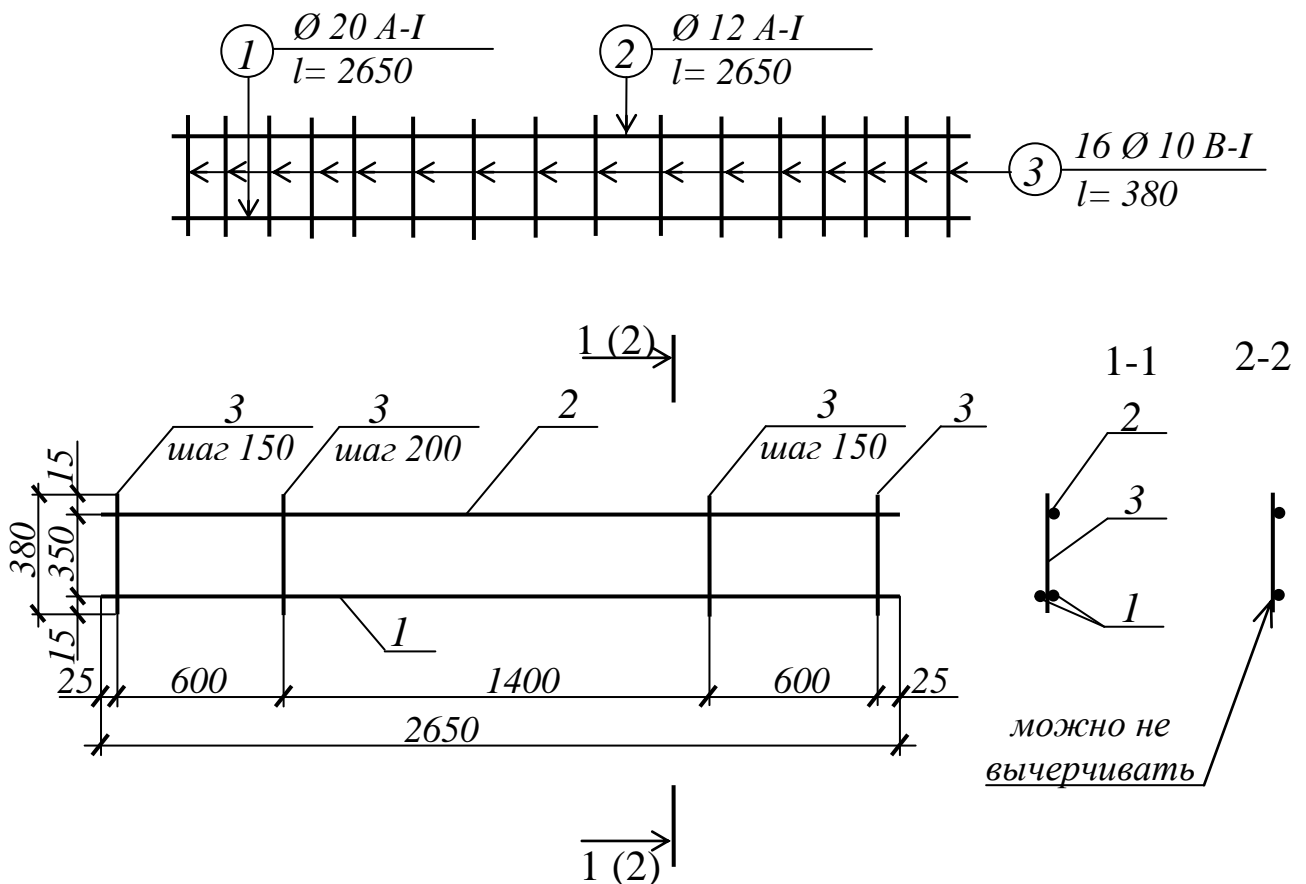


Рис. 23. Пример чертежа арматурного каркаса

Поз.	Наименование	Кол.	Масса 1 дет., кг
1	Ø 20 А-I l= 2650	2	
2	Ø 12 А-I l= 2650	1	
3	Ø 10 В-I l= 380	16	
	Масса изделия		

Рис. 24. Пример оформления спецификации на плоский каркас

В верхней части рис. 25 представлен чертеж другого вида арматурного каркаса, а в его нижней части приведен чертеж этого же каркаса с учетом требований ГОСТ.

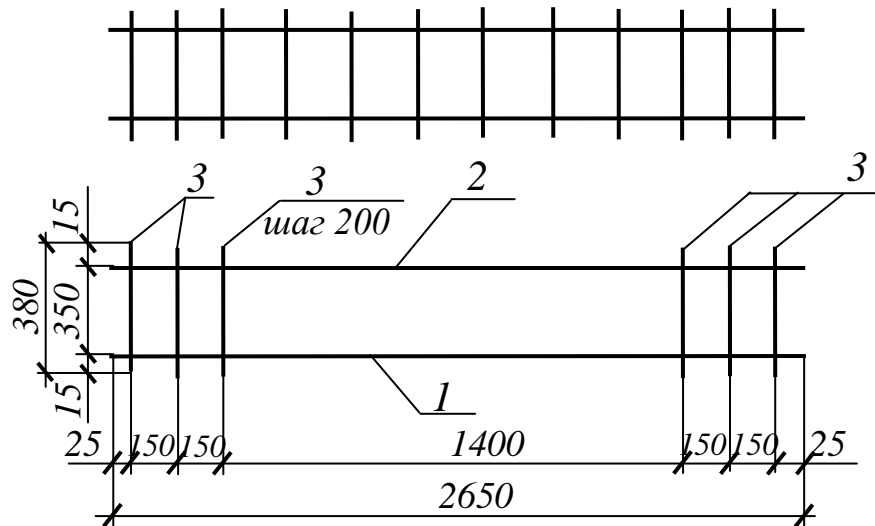


Рис. 25. Пример чертежа арматурного каркаса

Задача 6. Выполнить заполнение основной надписи ГОСТ 21101 – 97 (СПДС) чертежа арматурного изделия.

Основную надпись располагают под спецификацией в нижней части листа. Для обводки основной надписи применяют сплошные толстые и тонкие линии в соответствии с ГОСТ 2.303 – 68. Для студенческих работ допускается несколько измененное содержание граф основных надписей. Пример выполнения основной надписи для чертежа арматурного изделия приведен на рис. 26.

185										
20		20		15		10		110		10
Выполнил		Петров						БА-1 010		Лист
Принял		Иванов								2
Изм.	Кол. уч.	№ док.	Лист	Подп.	Дата					
15										

Рис. 26. Пример выполнения основной надписи для плоского каркаса балки БА-1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебное пособие написано в соответствии с рабочей программой дисциплины «Инженерная графика» и предназначено для студентов специальности «Землеустройство и кадастры» дневной и заочной форм обучения.

В пособии собран и систематизирован обширный материал по начертательной геометрии, инженерной графике, техническому и строительному черчению, проекциям с числовыми отметками, начиная с основ построения изображений точек, прямых, плоскостей, способов построения изображений простых предметов и заканчивая построением чертежей зданий, конструкций, построением железобетонных конструкций и проектированием различных земляных сооружений, что имеет важное значение в подготовке и творческом развитии будущих землеустроителей.

Наличие в учебном пособии большого количества иллюстративного материала существенно облегчит студентам изучение конкретных вопросов учебного плана, грамотно выполнять чертежи и читать конструкторскую документацию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чекмарев А.А. Инженерная графика / А.А. Чекмарев. – М.: Высшая школа, 1998. – 365 с.
2. Гордон В.О. Курс начертательной геометрии / В.О. Гордон, М.А. Семенов-Огиевский. – М.: Издательство "Наука", 1977. – 368 с.
3. Будасов Б.В. Строительное черчение / Б.В. Будасов, О.В. Георгиевский, В.П. Каминский. – М.: Стройиздат, 2002. – 456 с.
4. Власов М.П. Инженерная графика / М.П. Власов. – М.: Машиностроение, 1979. – 280 с.
5. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учеб. для немаш. спец. вузов / А.А. Чекмарев. – М.: Высшая школа, 2007. – 365 с.
6. Георгиевский О.В. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей / О.В. Георгиевский. – М.: "Интербук-бизнес", 1996. – 80 с.
7. Бриллинг Н.С. Справочник по строительному черчению / Н.С. Бриллинг, С.Н. Балягин, С.И. Симонин. – М.: Стройиздат, 1887. – 448 с.
8. Платежова Е.В. Строительное черчение: методические указания к решению расчетно-графических задач и контрольные задания для студентов 2-го курса строительных специальностей заочной формы обучения / Е.В. Платежова, Л.Н. Шерстюкова, Т.Г. Сидорова. – Воронеж, 2008. – 45 с.
9. Каминский В.П. Чертежи строительные / В.П. Каминский. – Воронеж, 2002. – 186 с.

10. Каминский В.П. Начертательная геометрия. Курс лекций / В.П. Каминский. – Воронеж, 2006. – 142 с.
11. Короев Ю.И. Черчение для строителей / Ю.И. Короев. – М.: Высшая школа, 1987. – 256 с.
12. Гордон В.О. Курс начертательной геометрии / В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский. – М.: Высшая школа, 1988. – 487 с.
13. Крылов Н.Н. Начертательная геометрия / Н.Н. Крылов. – М.: Высшая школа, 1984. – 224 с.
14. ЕСКД. Государственные стандарты. – М., 1984.
15. СПДС. Государственные стандарты. – М., 1977.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
РАЗДЕЛ 1.	
ПРЕДМЕТ И МЕТОД НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ	4
1.1. Метод проекций.....	4
1.1.1. Проекция точки.....	4
1.1.2. Проекция точки на две плоскости проекций.....	5
1.1.3. Пространственная система координат.....	8
1.1.4. Проекция точки. Система трех плоскостей проекций.....	10
1.1.5. Проекция прямой линии.....	12
1.1.6. Прямая общего положения.....	13
1.1.7. Прямая частного положения.....	15
1.1.8. Проецирующие прямые	17
1.1.9. Прямые, лежащие на плоскостях проекций.....	19
1.2. Взаимное положение двух прямых.....	20
1.2.1. Параллельные прямые.....	20
1.2.2. Пересекающиеся прямые.....	20
1.2.3. Скрещивающиеся прямые. Конкурирующие точки.....	21
1.3. Плоскость. Способы задания плоскости на чертеже	23
1.3.1. Плоскости перпендикулярные только одной плоскости проекций.....	24
1.3.2. Плоскости перпендикулярные двум плоскостям проекций и параллельные третьей. Плоскости дважды проецирующие. Плоскости уровня.....	26
РАЗДЕЛ 2.	
КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ЕЕ ОФОРМЛЕНИЕ.....	29
2.1. Единая система конструкторской документации	29
2.2. Стандарты оформления чертежей.....	30
2.2.1. Форматы.....	30
2.2.2. Масштабы.....	31
2.2.3. Шрифты.....	32
2.2.4. Расположение надписей на поле чертежа.....	33
2.2.5. Типы линий.....	33
РАЗДЕЛ 3.	
ИЗОБРАЖЕНИЕ МНОГОГРАННИКОВ. ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ.....	35
3.1. Поверхности и геометрические тела.....	35
3.1.2. Призма.....	36
3.1.3. Пирамида.....	37
3.2. Поверхности вращения. Конус и цилиндр.....	38
3.2.1. Коническая поверхность. Образование конической поверхности.....	38
3.2.2. Цилиндрическая поверхность. Образование цилиндрической поверхности.....	39
3.3. Аксонометрические проекции.....	39
3.3.1. Прямоугольная изометрия. Построение изометрического овала, конуса, цилиндра.....	42
РАЗДЕЛ 4.	
ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРЕДМЕТОВ - ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ.....	44
4.1. Основные положения и определения.....	44
4.2. Виды.....	45

4.2.1. Главный и основные виды.....	46
4.2.2. Дополнительные виды.....	47
4.2.3. Местный вид.....	48
4.3. Разрезы и сечения.....	48
4.3.1. Виды разрезов.....	50
4.3.2. Соединение половины вида с половиной разреза.....	52
4.3.3. Соединение части вида с частью разреза.....	53
4.3.4. Местные (частичные) разрезы.....	53
4.3.5. Сложный разрез.....	54
РАЗДЕЛ 5.	
СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ.....	56
5.1. Типы зданий и стадии проектирования.....	56
5.2. Конструктивные элементы и схемы зданий.....	57
5.3. Архитектурно-строительные чертежи.....	62
5.4. Планы, разрезы и фасады зданий.....	62
5.4.1. План здания.....	62
5.4.2. Последовательность вычерчивания плана.....	64
5.4.3. Чертежи разрезов зданий.....	70
РАЗДЕЛ 6.	
ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ.....	75
6.1. Проекция точки и прямой линии.....	75
6.1.2. Проекция прямой.....	76
6.1.3. Уклон и интервал прямой.....	76
6.1.4. Градуирование прямой.....	77
6.1.5. Относительное положение прямых.....	78
6.2. Плоскость.....	78
6.2.1. Задание плоскости.....	78
6.2.2. Пересечение плоскостей.....	79
6.2.3. Пересечение плоскости с топографической поверхностью.....	80
6.3. Проектирование земляного сооружения.....	81
6.4. Примеры решения некоторых практических задач.....	82
6.5. Построение графика масштабов уклонов для откосов насыпи и уклонов для откосов выемки, а также для проезжей части аппарели.....	84
РАЗДЕЛ 7.	
ЧЕРТЕЖИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ.....	86
7.1. Общие понятия о железобетонных изделиях и конструкциях.....	86
7.2. Чертежи железобетонных изделий и конструкций.....	90
7.3. Виды арматуры.....	101
7.3.1. Основные виды арматурной стали.....	102
7.3.2. Условные и упрощенные изображения каркасов и сеток на схемах армирования.....	102
7.4. Чертежи арматурных изделий.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	107
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	107

Учебное издание

**Золотарева Наталия Леонидовна
Менченко Людмила Владимировна**

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Учебное пособие
для студентов специальности «Землеустройство и кадастры»
дневной и заочной формы обучения*

Отпечатано в авторской редакции

Подписано в печать 2013. Формат 60×84 1/8. Уч.- изд. л. 7,0. Усл. -печ.л. 7,1.
Бумага писчая. Тираж 100 экз. Заказ № 267.

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии
издательства учебной литературы и учебно-методических пособий
Воронежского ГАСУ
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84