

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-
СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**



**Методические рекомендации
для самостоятельной работы
обучающихся по дисциплине
«Начертательная геометрия.
Инженерная графика»**

Специальность
20.05.01 Пожарная безопасность

Профиль
«Пожарная безопасность государства»

Иваново 2023

Зарубин В.П.

Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» (далее – методические рекомендации) по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность профиль «Пожарная безопасность государства» – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2023.– 64 с.

Методические рекомендации содержат краткое изложение дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность и основной профессиональной образовательной программы высшего образования по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины, пожелания по изучению отдельных тем курса, рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса, рекомендации по работе с литературой; советы по подготовке к промежуточной аттестации.

Методические рекомендации рассмотрены на заседании кафедры механики, ремонта и деталей машин.

Протокол № ____ от _____ 2023 г.

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании методико-педагогического совета Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Протокол № ____ от _____ 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование раздела	Стр.
1.	Введение	4
2.	Методические рекомендации по изучению тем дисциплины	5
3.	Раздел 1. Начертательная геометрия	5
3.1	Тема 1. Точка, прямая и плоскость на комплексном чертеже	5
3.2	Тема 2. Способы преобразования чертежа	22
3.3	Тема 3. Поверхности	28
4.	Раздел 2. Инженерная графика	37
4.1	Тема 4. Проекционное черчение	37
4.2	Тема 5. Виды изделий и конструкторских документов	44
4.3	Тема 6. Архитектурно-строительный чертеж	48
5.	Методические рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации	57
6.	Словарь терминов по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика»	61

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях к выпускникам технических вузов предъявляются следующие профессионально важные качества: склонность к инженерной деятельности, развитое пространственное мышление, умение ориентироваться в конструкторской и технологической документации, творческий подход к выполняемой работе. Профессиональная графическая компетентность будущего специалиста предполагает уровень осознанного применения графических знаний, умений и навыков, опирающийся на знания функциональных и конструктивных особенностей технических объектов; опыт графической профессионально ориентированной деятельности; отношение к успешной профессиональной деятельности и определенным инженерным задачам.

Дисциплина «Начертательная геометрия. Инженерная графика» состоит из двух структурно и методически согласованных разделов: «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика». Она относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки курсантов и студентов, обучающихся по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность профиль «Пожарная безопасность государства».

Целями освоения дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика» являются:

- формирование у обучающихся знаний о теории построения чертежа, способах построения изображений пространственных объектов на плоскости,
- развитие у обучающихся практических основ разработки и оформления проектно-конструкторской документации.

Изучение курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика» основывается на теоретических положениях раздела начертательной геометрии и нормативных документах, и государственных стандартах единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Форма отчетности по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» – зачет в 1-ом семестре и экзамен во 2-ом семестре.

К экзамену допускаются обучающиеся, полностью выполнившие графические работы и отчитавшиеся по ним.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Начертательная геометрия

Тема 1. Точка, прямая и плоскость на комплексном чертеже

Комплексный чертеж точки

Двухкартинный комплексный чертеж

Обратимость чертежа может быть обеспечена проецированием на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций (рис. 1.1а):

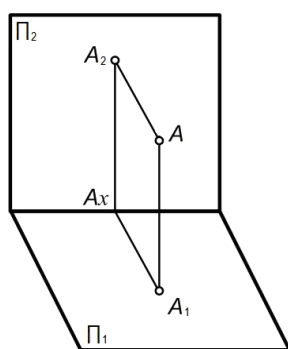
Π_1 – горизонтальная плоскость проекций,

Π_2 – фронтальная плоскость проекций.

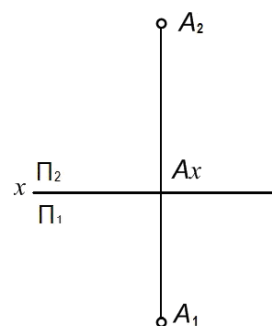
Ортогональной проекцией точки на плоскость называется основание перпендикуляра, опущенного из данной точки на эту плоскость:

A_1 – горизонтальная проекция точки A ,

A_2 – фронтальная проекция точки A .



а) пространственная модель



б) комплексный чертеж

Рисунок 1.1 – Двухкартинный комплексный чертеж точки

Зная горизонтальную A_1 и фронтальную A_2 проекции точку A находят в пересечении перпендикуляров, проведенных из проекций A_1 и A_2 к плоскостям Π_1 и Π_2 . Таким образом, две прямоугольные проекции точки вполне определяют ее положение в пространстве относительно данной системы взаимно перпендикулярных плоскостей проекций.

Совмещая плоскости проекций Π_1 и Π_2 вращением вокруг оси x на одну плоскость чертежа, получаем чертеж под названием эпюр (от франц. чертеж). Применение метода ортогонального проецирования было предложено французским ученым Гаспаром Монжем, поэтому описанный выше эпюр называют эпюром Монжа или *двухкартинным комплексным чертежом*. При этом проекции точки A_1 и A_2 расположатся на одном перпендикуляре к оси проекций x , который называют линией проекционной связи (рис. 1.1б).

Комплексным чертежом называется чертеж, состоящий из двух или более связанных между собой проекций оригинала.

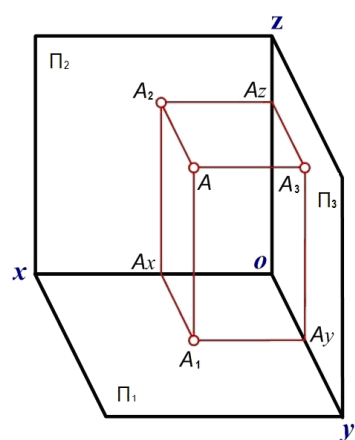
Перейдя к эюру, мы утратили пространственную картину расположения плоскостей и точки, но это обеспечивает точность и удобоизмеримость изображений при значительной простоте построений. Изложенный Монжем метод ортогонального проектирования, был и остается основным методом составления технических чертежей.

Трехкартинный комплексный чертеж точки

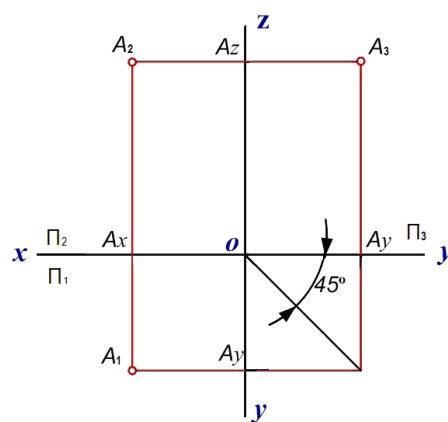
Для более точного изображения сложных геометрических объектов возникает необходимость использовать третью плоскость проекций, расположенную перпендикулярно горизонтальной Π_1 и фронтальной Π_2 плоскостям проекций:

Π_3 – профильная плоскость проекций (рис. 1.2а).

Плоскости проекций Π_1 и Π_2 пересекаются по оси x , плоскости Π_1 и Π_3 – по оси y , плоскости Π_2 и Π_3 – по оси z .



а) пространственная модель



б) комплексный чертеж

Рисунок 1.2 – Трехкартинный комплексный чертеж точки

Для преобразования модели в комплексный чертеж необходимо оставить фронтальную плоскость проекций Π_2 неподвижной, горизонтальную плоскость Π_1 вращать вокруг оси x , а профильную плоскость Π_3 – вокруг оси z до совмещения с плоскостью Π_2 (рис. 1.2б).

По положению в пространстве точки подразделяются на:

- точки общего положения, т.е. не принадлежащие ни одной из плоскостей проекций (рис 1.2);
- точки частного положения, т.е. принадлежащие какой-либо плоскости проекций (рис. 1.3).

Если одна из координат точки равна нулю, это означает, что точка принадлежит одной из плоскостей проекций. Если у точки две координаты равны нулю, точка принадлежит одной из осей координат.

Например, на рисунке 3.3 точки А и С – точки общего положения. Точка В принадлежит горизонтальной плоскости проекций Π_1 , а точка D – фронтальной плоскости проекций Π_2 .

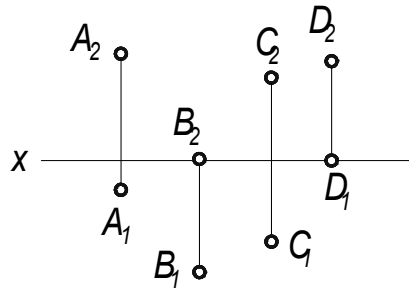


Рисунок 1.3 – Точки общего и частного положения

Классификация прямых

Для определения проекций прямой достаточно спроецировать две ее точки.

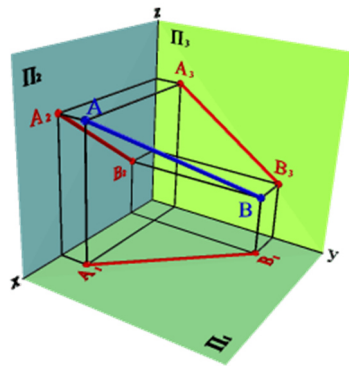
В зависимости от положения прямой по отношению к плоскостям проекций она может занимать как общее, так и частные положения (рис. 1.4).



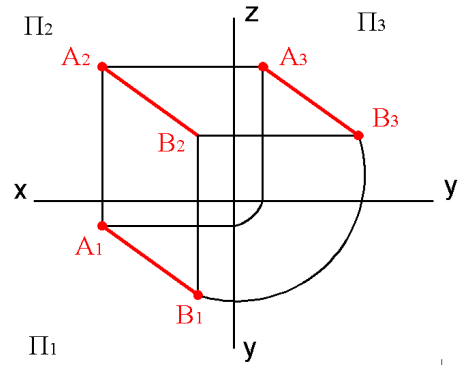
Рисунок 1.4 – Классификация прямых по положению относительно плоскостей проекций

Прямая общего положения

Прямую, не параллельную и не перпендикулярную ни одной из плоскостей проекций, называют *прямой общего положения* (рис. 1.5). Все точки прямой имеют различные координаты X , Y , Z , и ее проекции не параллельны осям проекций x , y , z .



пространственная модель



б) комплексный чертеж

Рисунок 1.5 – Прямая общего положения

Прямые частного положения

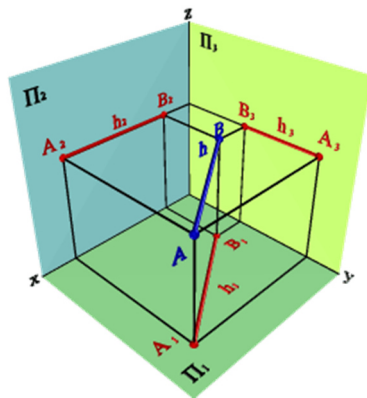
1. *Линии уровня* – это прямые, параллельные одной из плоскостей проекций. Таких прямых три.

а) *Горизонталь* – прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций Π_1 (рис. 1.6). Обозначается горизонталь h .

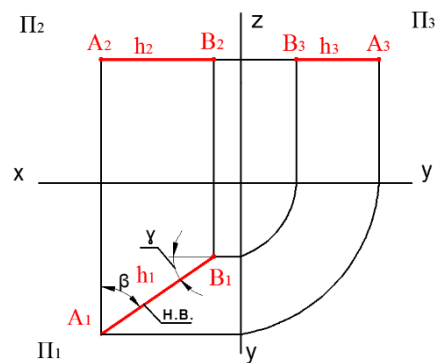
На горизонтальную плоскость проекций Π_1 такая прямая проецируется без искажения (в натуральную величину).

β – угол наклона горизонтали к плоскости проекций Π_2 ,

γ – угол наклона горизонтали к плоскости проекций Π_3 .



а) пространственная модель



б) комплексный чертеж

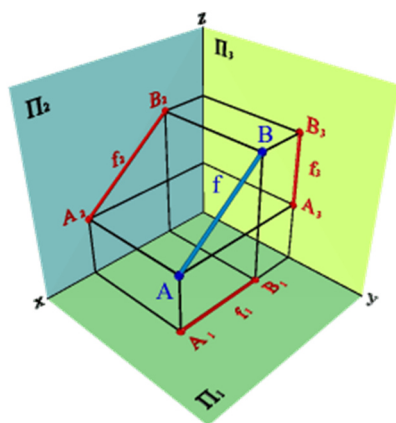
Рисунок 1.6 – Горизонталь

б) *Фронталь* – прямая, параллельная фронтальной плоскости проекций Π_2 (рис. 1.7). Обозначается фронталь f .

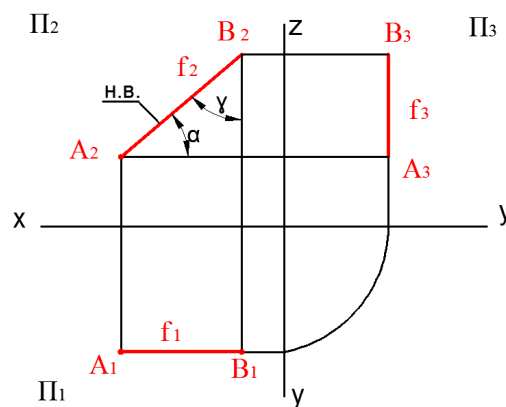
На фронтальную плоскость проекций Π_2 такая прямая проецируется без искажения (в натуральную величину).

α – угол наклона горизонтали к плоскости проекций Π_1 ,

γ – угол наклона горизонтали к плоскости проекций Π_3 .



а) пространственная модель



б) комплексный чертеж

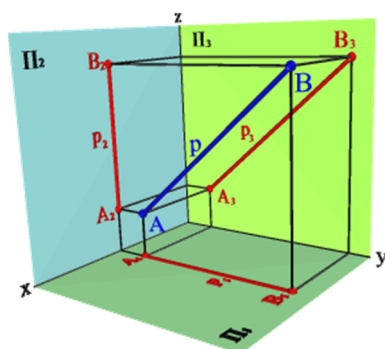
Рисунок 1.7 – Фронталь

в) *Профильная прямая* уровня – прямая, параллельная профильной плоскости проекций Π_3 (рис. 1.8).

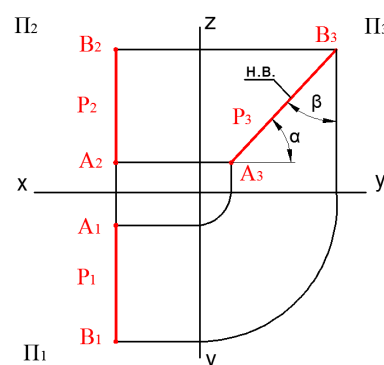
На профильную плоскость проекций Π_3 такая прямая проецируется без искажения (в натуральную величину).

α – угол наклона горизонтали к плоскости проекций Π_1 ,

β – угол наклона горизонтали к плоскости проекций Π_2 .



а) пространственная модель



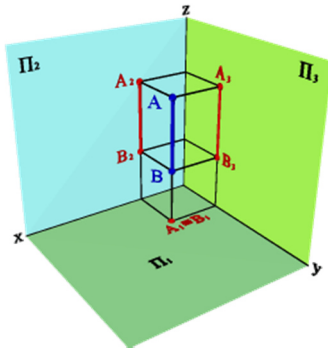
б) комплексный чертеж

Рисунок 1.8 – Профильная прямая уровня

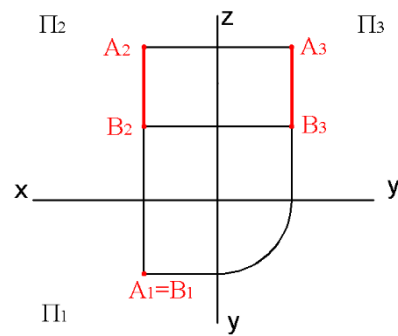
2. *Проецирующей прямой* называется прямая, перпендикулярная одной из плоскостей проекций.

Такая прямая проецируется в точку на ту плоскость проекций, к которой перпендикулярна. Две другие проекции прямой параллельны осям и проецируются в натуральную величину.

а) *горизонтально проецирующая прямая* – это прямая, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций Π_1 (рис. 1.9).



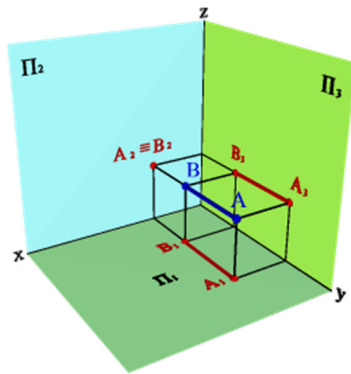
а) пространственная модель



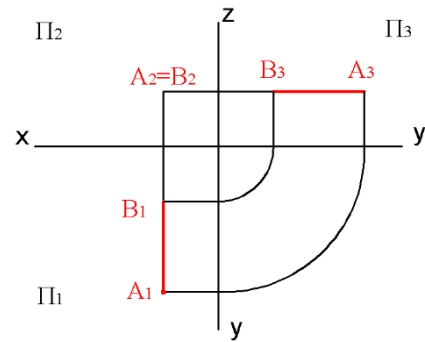
б) комплексный чертеж

Рисунок 1.9 – Горизонтально проецирующая прямая

б) *фронтально проецирующая прямая* – это прямая, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций Π_2 (рис. 1.10).



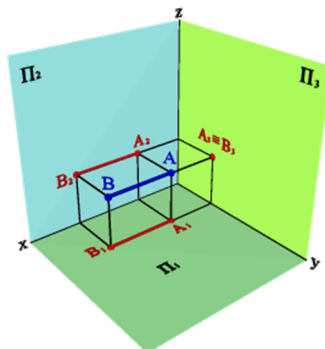
а) пространственная модель



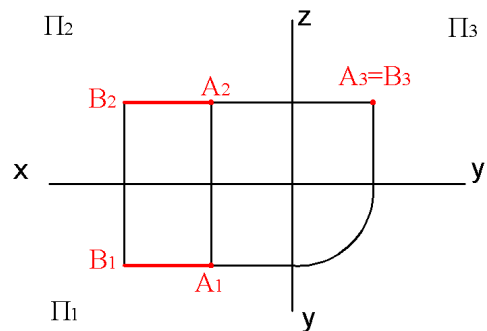
б) комплексный чертеж

Рисунок 1.10 – Фронтально проецирующая прямая

в) *профильно проецирующая прямая* – это прямая, перпендикулярная профильной плоскости проекций Π_3 (рис. 1.11).



а) пространственная модель



б) комплексный чертеж

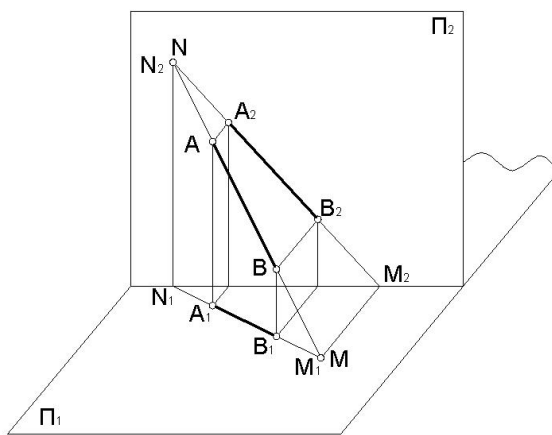
Рисунок 1.11 – Профильно проецирующая прямая

Следы прямой

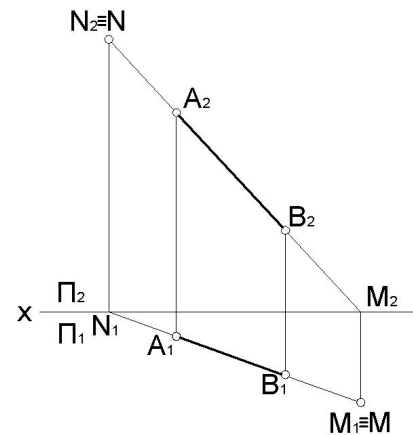
Точки пересечения прямой общего положения с плоскостями проекций называют *следами* (рис. 1.12). В зависимости от того с какой из плоскостей проекций пересекается прямая, различают: горизонтальный, фронтальный и профильный следы.

Для построения горизонтального следа прямой необходимо продолжить ее фронтальную проекцию до пересечения с осью x и провести линию связи (перпендикулярно оси x) до пересечения с горизонтальной проекцией прямой. Таким образом горизонтальная проекция горизонтального следа совпадает с самим следом ($M = M_1$), а фронтальная его проекция M_2 лежит на оси x (рис. 1.12б).

Для построения фронтального следа прямой необходимо продолжить ее горизонтальную проекцию до пересечения с осью x и провести линию связи до пересечения с фронтальной проекцией прямой. Таким образом фронтальная проекция фронтального следа совпадает с самим следом ($N = N_2$), а горизонтальная его проекция N_1 лежит на оси x (рис. 1.12б).



а) пространственная модель



б) комплексный чертеж

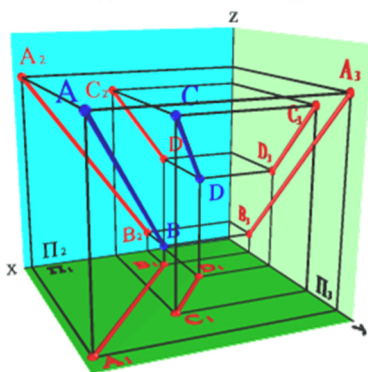
Рисунок 1.12 – Следы прямой АВ

Взаимное расположение двух прямых в пространстве. Метод конкурирующих точек

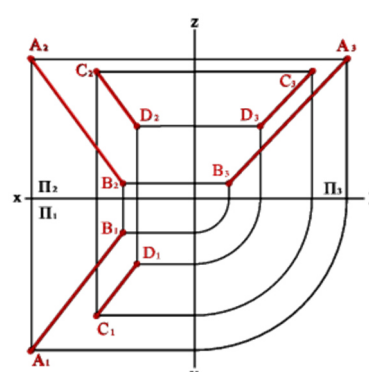
Прямые в пространстве могут быть параллельны, могут пересекаться и скрещиваться.

Параллельными называются две прямые, которые лежат в одной плоскости и не имеют общих точек.

Если в пространстве две прямые параллельны друг другу, то их одноименные проекции параллельны (рис. 1.13).



а) пространственная модель



б) комплексный чертеж

Рисунок 1.13 – Параллельные прямые

Пересекающимися называются две прямые лежащие в одной плоскости и имеющие одну общую точку.

Если две прямые пересекаются в пространстве, то на комплексном чертеже их одноименные проекции пересекаются в точках, расположенных на одной линии связи (рис. 1.14).

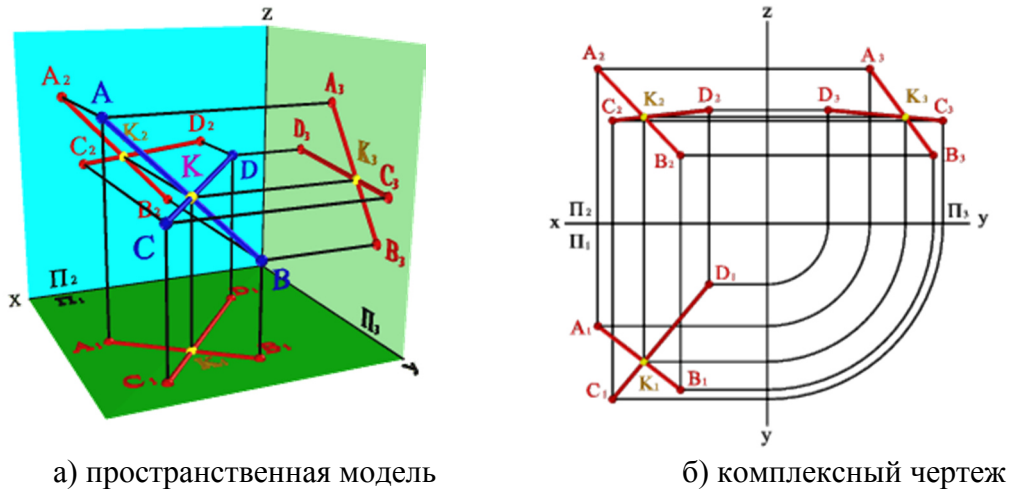


Рисунок 1.14 – Пересекающиеся прямые

Перпендикулярные прямые – это частный случай пересекающихся прямых.

Скрещивающимися называются две прямые, не лежащие в одной плоскости.

Если прямые скрещиваются в пространстве, то точки пересечения их проекций не расположены на одной линии связи (рис. 1.15).

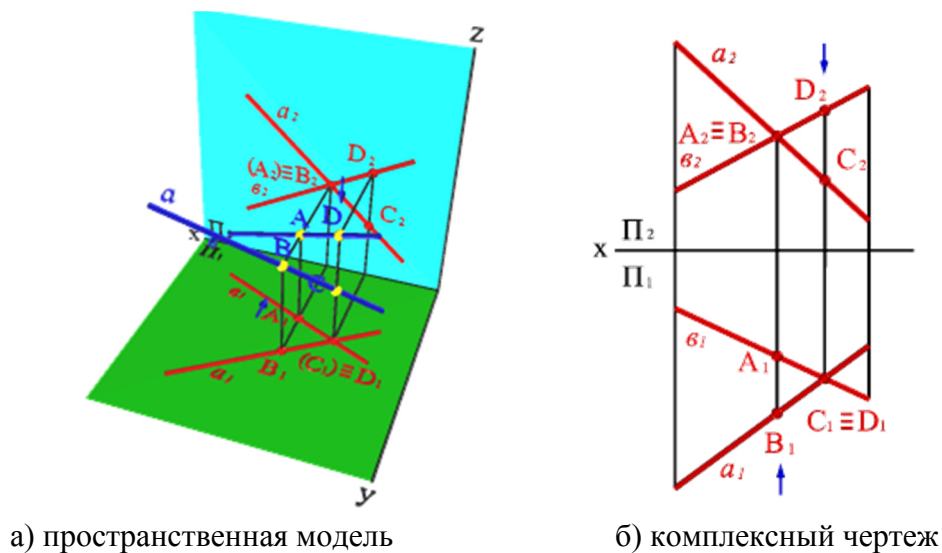


Рисунок 1.15 – Скрещивающиеся прямые

Метод конкурирующих точек

При решении позиционных задач для определения видимости геометрических объектов используется метод конкурирующих точек.

Точки, расположенные на одной проецирующей прямой, называются *конкурирующими*.

Рассмотрим комплексный чертёж скрещивающихся прямых a и b (рис. 1.15) и определим видимость прямых относительно плоскостей проекций.

Точка пересечения фронтальных проекций прямых представляет собой проекции двух точек A и B , одна из которых принадлежит прямой a , другая – прямой b . Точки A и B являются фронтально конкурирующими.

Видимой из них является та, которая дальше расположена от оси проекций. Например, точки A и B одинаково удалены от плоскости проекций Π_1 , но расстояния от плоскости проекций Π_2 различны: точка B , лежащая на прямой a , расположена дальше от оси x , поэтому фронтальная проекция точки B закрывает проекцию точки A , и точка B в плоскости Π_2 является видимой. Для горизонтально конкурирующих точек C и D решение аналогично.

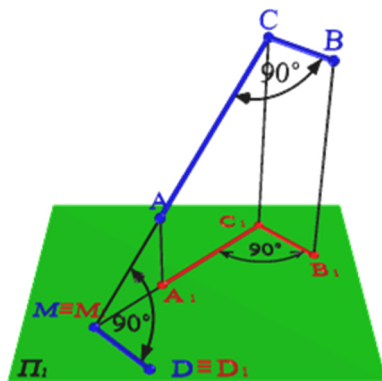
Теорема о проецировании прямого угла

Теорема. Если хотя бы одна из сторон прямого угла параллельна плоскости проекций, а другая не перпендикулярна ей, то на эту плоскость прямой угол проецируется без искажения (рис. 1.16).

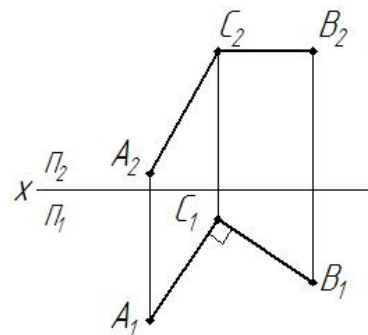
Из теоремы следует:

Горизонтальная проекция перпендикуляра к плоскости перпендикулярна к горизонтальной проекции горизонтали плоскости (рис. 1.16).

Фронтальная проекция перпендикуляра к плоскости перпендикулярна фронтальной проекции фронтали этой плоскости (рис. 1.17).



а) пространственная модель



б) комплексный чертёж

Рисунок 1.16 – Иллюстрация теоремы о проецировании прямого угла

Рассмотрим построение перпендикуляра на примере следующей задачи.

Задача. Из точки A опустить перпендикуляр на фронталь (рис. 1.17а).

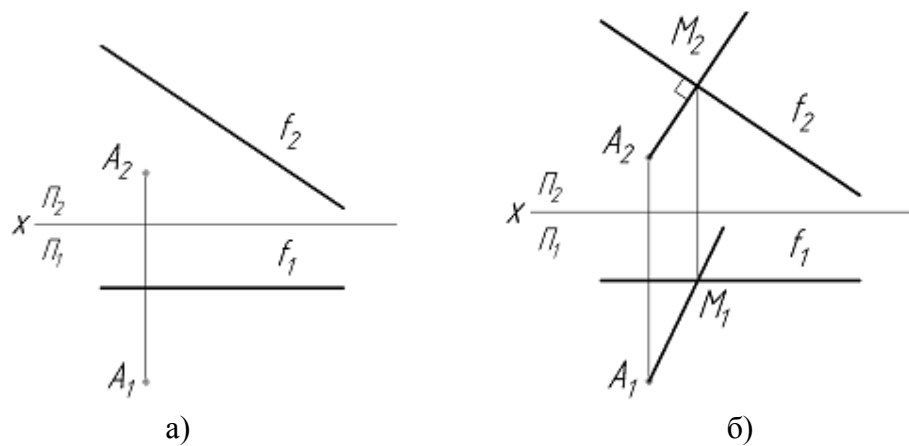


Рисунок 1.17 – Построение перпендикуляра

Решение.

Так как прямая, заданная в задаче, является фронталью, то по теореме о проецировании прямого угла фронтальную проекцию перпендикуляра проводим к фронтальной проекции фронтали. Из проекции A_2 проводим линию, перпендикулярную f_2 (рис. 1.17б). Для построения горизонтальной проекции перпендикуляра отмечаем точку M пересечения перпендикуляра с фронталью, определяем ее положение в горизонтальной плоскости и соединяем с A_1 .

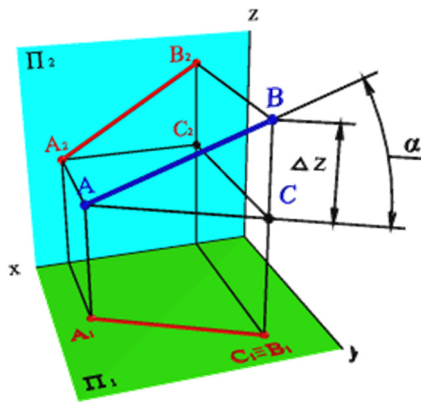
Метод прямоугольного треугольника

Отрезок прямой, параллельной какой-либо плоскости проекций (прямой частного положения), проецируется на данную плоскость без искажения (в натуральную величину). Угол наклона этого отрезка к плоскости проекций проецируются также в натуральную величину.

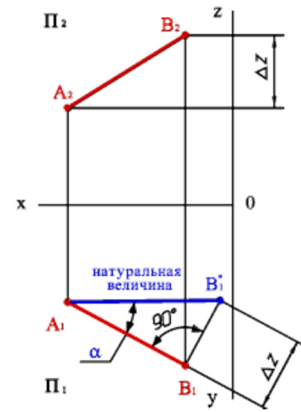
Отрезок прямой общего положения проецируется на плоскость проекций с искажением. Натуральную величину отрезка прямой общего положения и углов наклона его к плоскостям проекций можно определить методом прямоугольного треугольника (рис. 1.18 и 1.19).

Натуральная величина отрезка прямой – это гипотенуза прямоугольного треугольника, в котором одним катетом является проекция отрезка прямой (A_1B_1 или A_2B_2), а вторым катетом разность расстояний от концов отрезка прямой до соответствующей плоскости проекций (Π_1 или Π_2).

На рисунке 1.18 длина отрезка AB определяется из прямоугольного треугольника ABC . Для этого на эюре из B_1 под углом 90° проводим отрезок $B_1B_1^* = \Delta z$, полученная в результате построений гипотенуза $A_1B_1^*$ и будет натуральной величиной отрезка AB .



а) пространственная модель

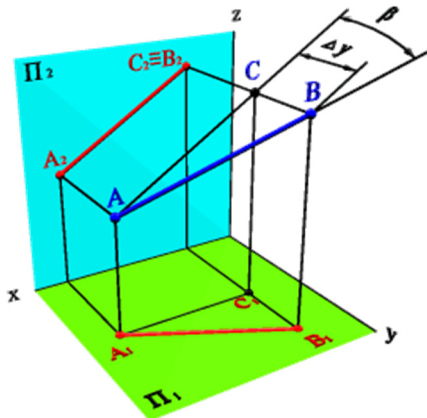


б) комплексный чертёж

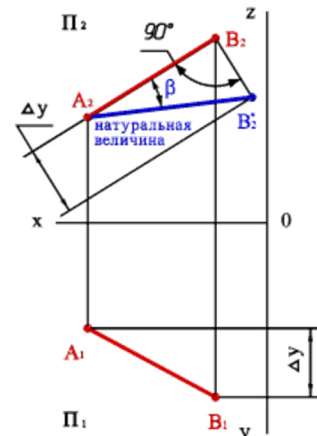
Рисунок 1.18 - Определение натуральной величины отрезка и угла его наклона к горизонтальной плоскости проекций

Угол, заключенный между проекцией отрезка A_1B_1 и его натуральной величиной $A_1B_1^*$ (угол $B_1A_1B_1^* = \alpha$) будет углом наклона отрезка AB к плоскости Π_1 (рис. 1.18).

Для определения β – угла наклона отрезка к плоскости Π_2 построения аналогичные (рис. 1.19). Только в треугольнике ABB^* сторона $BB^* = \Delta y$ и треугольник совмещается с плоскостью Π_2 .



а) пространственная модель



б) комплексный чертёж

Рисунок 1.19 – Определение натуральной величины отрезка и угла его наклона к фронтальной плоскости проекций

Способы задания плоскости на комплексном чертеже

Положение плоскости в пространстве можно определить:

1. Тремя точками, не лежащими на одной прямой (рис. 1.20);
2. Прямой линией и точкой, не принадлежащей этой прямой (рис. 1.21);
3. Двумя пересекающимися прямыми (рис. 1.22);
4. Двумя параллельными прямыми (рис. 1.23);
5. Плоской фигурой (например, треугольником – рис. 1.24);
6. Следами плоскости (рис. 1.25).

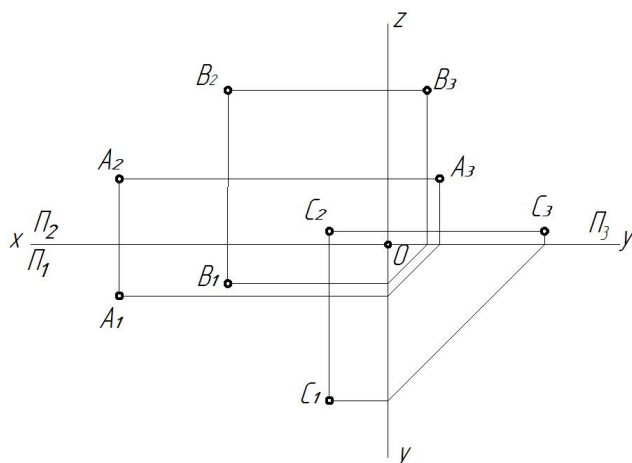


Рисунок 1.20 – Плоскость задана тремя точками, не лежащими на одной прямой

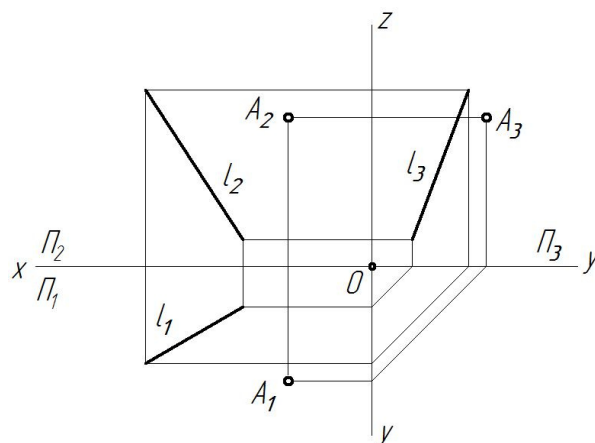


Рисунок 1.21 – Плоскость задана прямой и точкой, не принадлежащей этой прямой

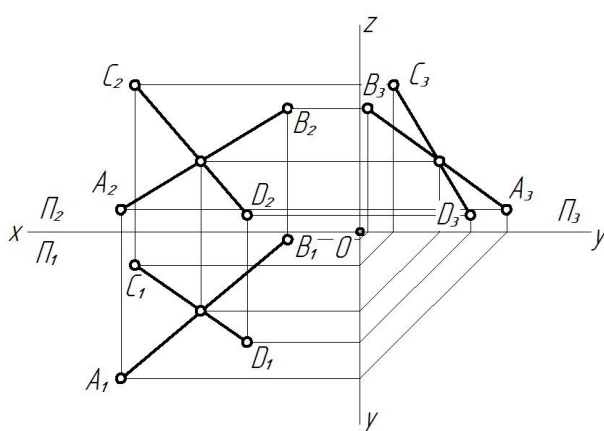


Рисунок 1.22 – Плоскость задана пересекающимися прямыми

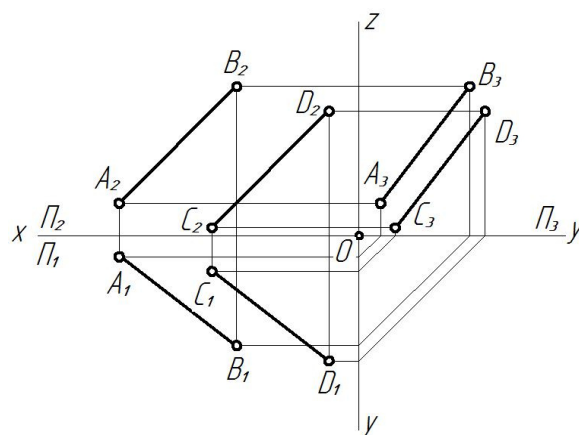


Рисунок 1.23 – Плоскость задана параллельными прямыми

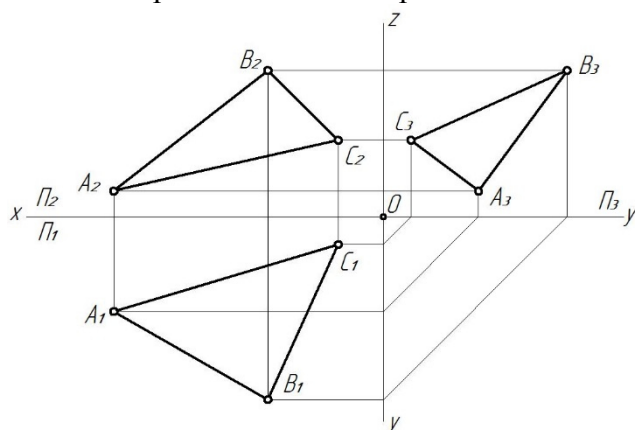


Рисунок 1.24 – Плоскость задана треугольником

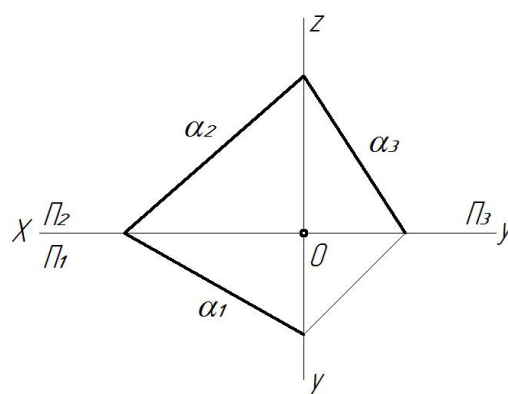


Рисунок 1.25 – Следы плоскости

Следом плоскости называется линия пересечения плоскости с плоскостями проекций (рис. 1.25). В зависимости от того с какой из плоскостей проекций пересекается данная плоскость, различают: горизонтальный, фронтальный и профильный следы плоскости.

Классификация плоскостей

Относительно плоскостей проекций плоскости могут занимать в пространстве общее и частное положение (рис. 1.26).

Плоскость, которая расположена наклонно ко всем плоскостям проекций, т.е. занимающая произвольное положение по отношению к плоскостям проекций, называется *плоскостью общего положения* (рис. 1.20-1.25).

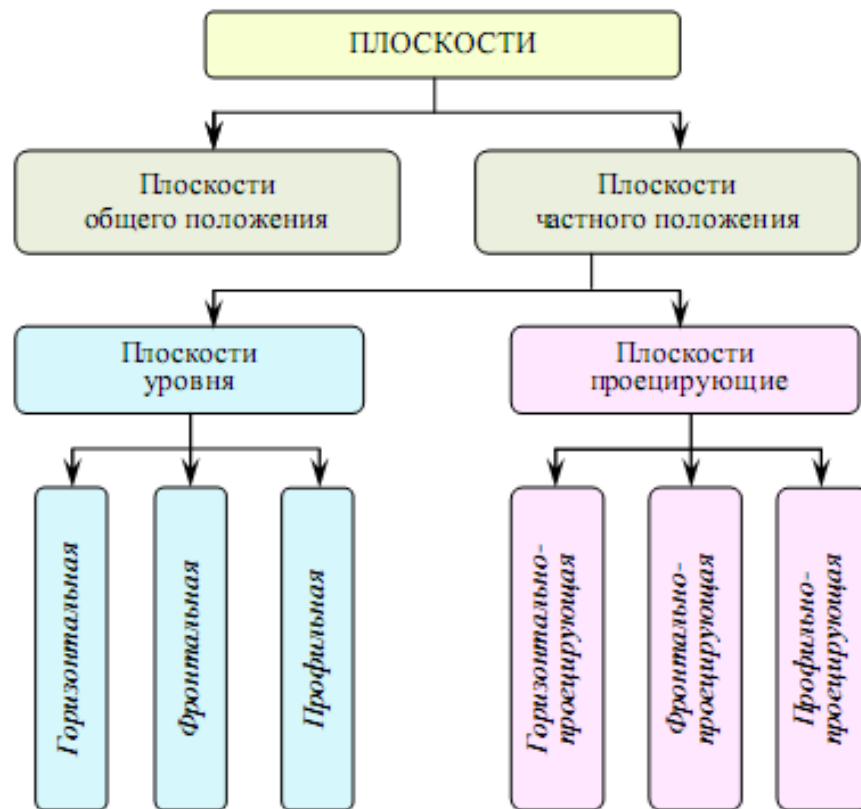


Рисунок 1.26 – Классификация плоскостей

Плоскости частного положения

1. *Проецирующей* называется плоскость, перпендикулярная к одной из плоскостей проекций. В зависимости от того, какой плоскости проекций перпендикулярна заданная плоскость, различают:

а) *Горизонтально проецирующая плоскость* – это плоскость, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций Π_1 (рис. 1.27). Горизонтальная проекция такой плоскости представляет собой прямую линию, которая одновременно является ее горизонтальным следом.

б) *Фронтально проецирующая плоскость* – это плоскость, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций Π_2 (рис. 1.28). Фронтальной проекцией плоскости является прямая линия, совпадающая со следом плоскости.

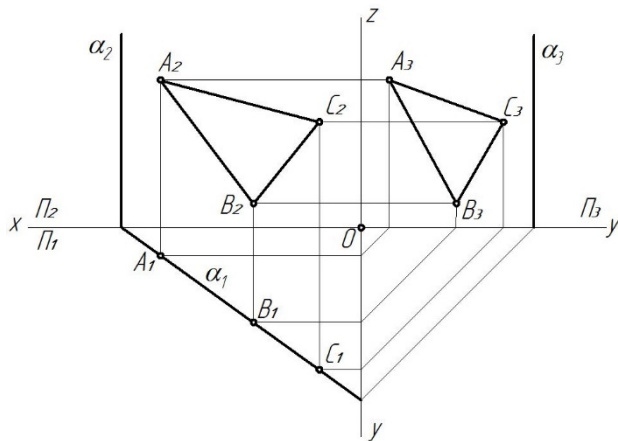


Рисунок 1.27 – Горизонтально проецирующая плоскость

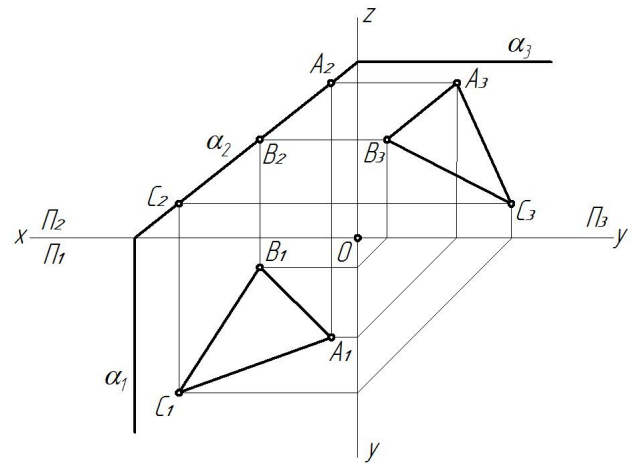


Рисунок 1.28 – Фронтально проецирующая плоскость

в) *Профильно проецирующая плоскость* – это плоскость, перпендикулярная профильной плоскости проекций Π_3 (рис. 1.29).

2. Плоскость, параллельная одной из плоскостей проекций, называется *плоскостью уровня*. В зависимости от того, какой плоскости параллельны исследуемая плоскость, различают:

а) *Горизонтальная плоскость уровня* – это плоскость, параллельная горизонтальной плоскости проекций Π_1 (рис. 1.30). Любая фигура в этой плоскости проецируется на плоскость Π_1 без искажения, а на плоскости Π_2 и Π_3 в прямые, параллельные осям проекций, – следы плоскости.

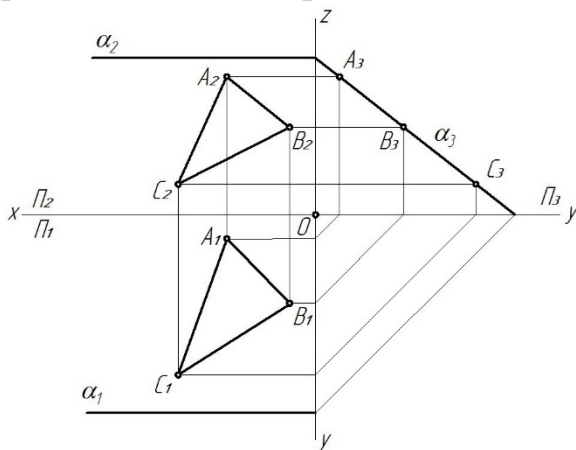


Рисунок 1.29 – Профильно проецирующая плоскость

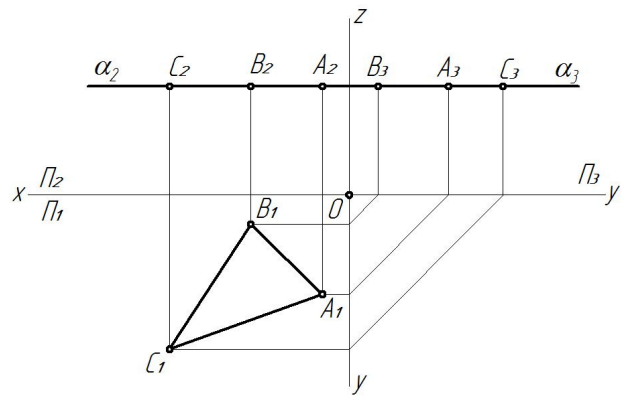


Рисунок 1.30 – Горизонтальная плоскость уровня

б) *Фронтальная плоскость уровня* – это плоскость, параллельная фронтальной плоскости проекций Π_2 (рис. 1.31). Любая фигура в этой плоскости проецируется на плоскость Π_2 без искажения, а на плоскости Π_1 и Π_3 в прямые, параллельные осям проекций, – следы плоскости α_{Π_1} и α_{Π_3} .

в) *Профильная плоскость уровня* – это плоскость, параллельная профильной плоскости проекций Π_3 (рис. 1.32). Любая фигура в этой плоскости проецируется на плоскость Π_3 без искажения, а на плоскости Π_1 и Π_2 в прямые, параллельные осям проекций, – следы плоскости α_{Π_1} и α_{Π_2} .

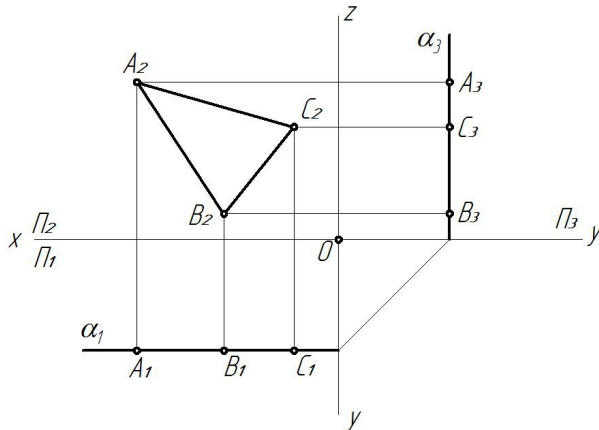


Рисунок 1.31 – Фронтальная плоскость уровня

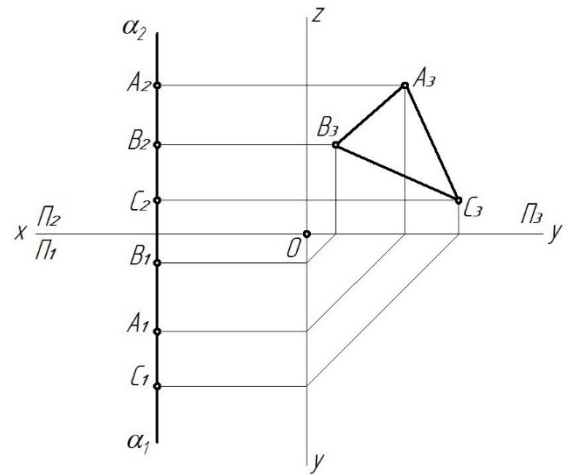


Рисунок 1.32 – Профильная плоскость уровня

Прямые особого положения плоскости

Среди прямых линий, принадлежащих плоскости, особое место занимают прямые, занимающие частное положение в пространстве.

1. Линии уровня плоскости

а) *Горизонталь* – прямая, лежащая в плоскости и параллельная горизонтальной плоскости проекций Π_1 (рис. 1.33).

б) *Фронталь* – прямая, лежащая в плоскости и параллельная фронтальной плоскости проекций Π_2 (рис. 1.34).

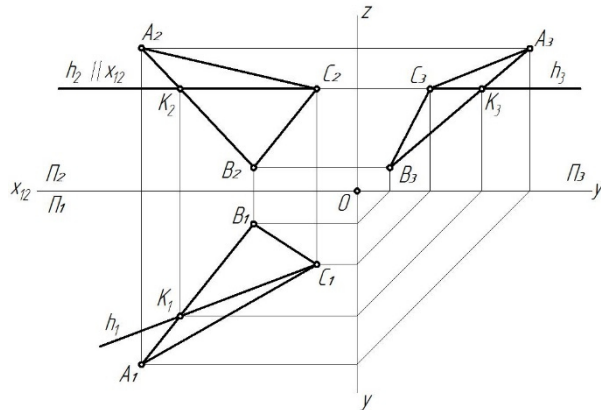


Рисунок 1.33 – Горизонталь в плоскости ΔABC

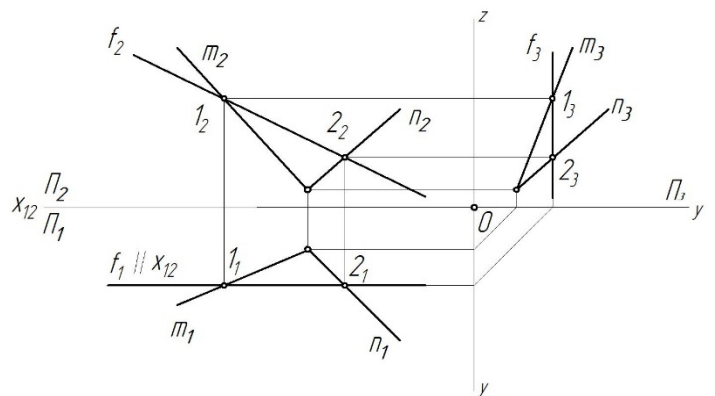


Рисунок 1.34 – Фронталь в плоскости ΔABC

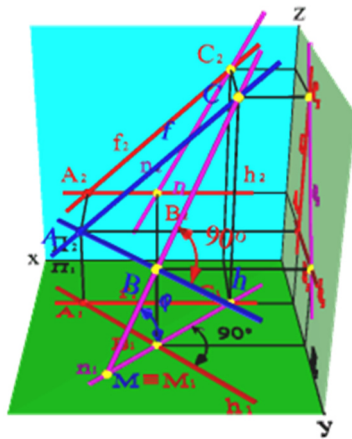
в) *Профильная прямая* – прямая, лежащая в плоскости и параллельная профильной плоскости проекций Π_3 .

2. *Линии наибольшего наклона* плоскости – это прямые плоскости, перпендикулярные к линиям уровня.

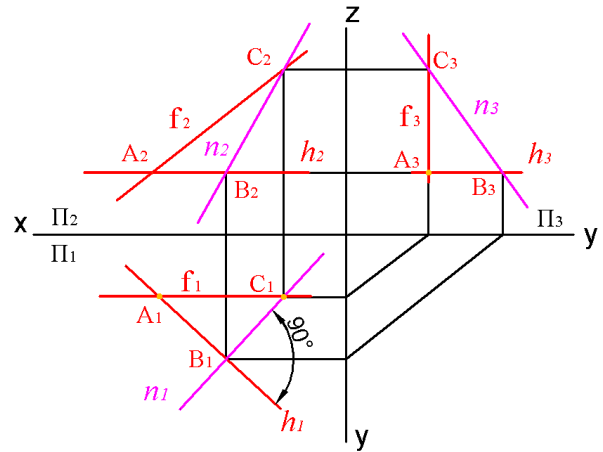
Прямая, перпендикулярная горизонтали, – это линия наибольшего наклона плоскости к горизонтальной плоскости проекций Π_1 (линия ската) (рис. 1.35).

Прямая, перпендикулярная фронтальной, – это линия наибольшего наклона плоскости к фронтальной плоскости проекций Π_2 .

Прямая, перпендикулярная профильной прямой уровня, – это линия наибольшего наклона плоскости к профильной плоскости проекций Π_3 .



а) пространственная модель



б) комплексный чертеж

Рисунок 1.35 – Линия ската

Определение точки пересечения прямой с плоскостью

Нахождение точки пересечения прямой линии и плоскости – одна из основных задач начертательной геометрии.

Алгоритм решения задачи на пересечение прямой общего положения с плоскостью общего положения состоит из следующей последовательности действий:

1. Построение вспомогательной секущей плоскости γ (в качестве вспомогательной плоскости γ рекомендуется брать одну из проецирующих плоскостей), которую проводят через прямую $a \in \gamma$.
2. Построение линии n пересечения вспомогательной плоскости γ и заданной плоскости α .
3. Определение искомой точки K , как точки пересечения двух прямых, заданной прямой a и полученной в результате пересечения плоскостей прямой n .
4. Определение видимости прямой a относительно плоскости α .

Рассмотрим построение точки пересечения прямой общего положения с плоскостью общего положения на примере задачи.

Задача. Даны плоскость ABC и прямая a . Требуется найти точку пересечения прямой с плоскостью и определить видимость прямой по отношению к плоскости (рис. 1.36).

Решение.

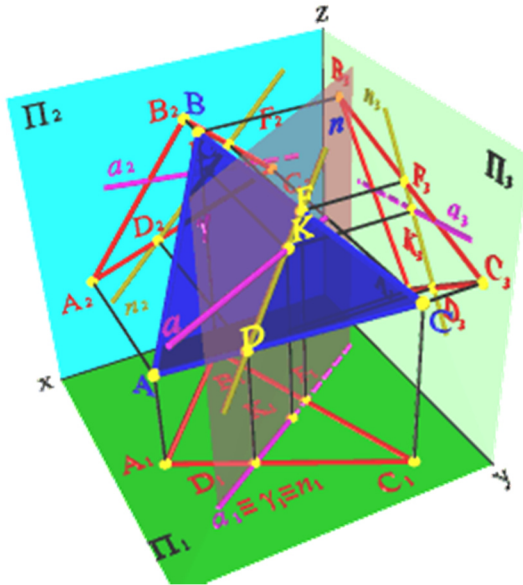
1. Заключение прямой a во вспомогательную плоскость горизонтально проецирующую плоскость γ ($\gamma \perp \Pi_1$, $a \in \gamma$). Тогда на горизонтальной плоскости проекций Π_1 проекция плоскости γ_1 совпадает с ее следом и содержит в себе горизонтальную проекцию линии n – линии пересечения плоскости γ с заданной плоскостью ABC (D_1F_1).

2. Горизонтальный след плоскости γ_1 пересекает проекцию плоскости $A_1B_1C_1$ в точках D_1 и F_1 , которые определяют положение горизонтальной проекции n_1 – линии пересечения плоскостей γ и ABC . Для нахождения фронтальной и

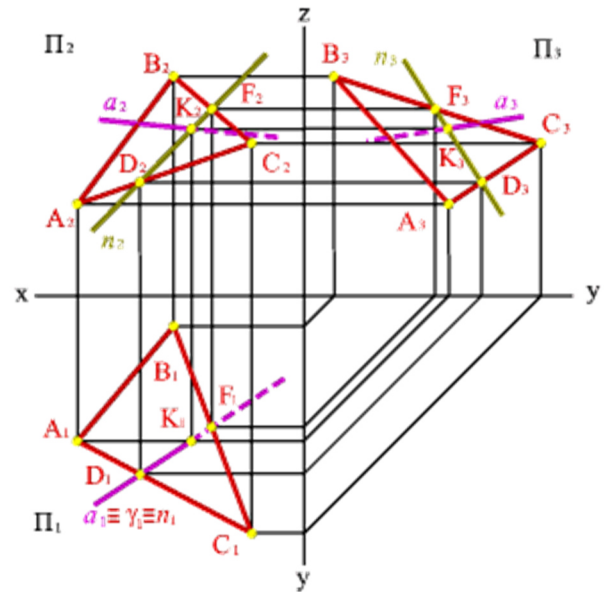
профильной проекции n спроецируем точки D и F на фронтальную и профильную плоскости проекций.

3. Построить точку встречи прямой a с плоскостью ABC как точку пересечения данной прямой a с построенной DF . На фронтальной и профильной проекциях линия пересечения плоскостей n пересекает проекции a в точке K , которая и является проекцией точки пересечения прямой a с плоскостью ABC , по линии связи находим горизонтальную проекцию K_1 .

4. Методом конкурирующих точек определяем видимость прямой a по отношению к плоскости ABC .



а) пространственная модель



б) комплексный чертеж

Рисунок 1.36 – Прямая, перпендикулярная плоскости

Тема 2. Способы преобразования чертежа

Принимают следующие способы преобразования комплексного чертежа:

1. Способ замены плоскостей проекции.
2. Способ вращения:
 - вращение вокруг проецирующей прямой;
 - вращение вокруг прямой уровня;
 - плоскопараллельное перемещение.
3. Способ совмещения с плоскостью проекции.

При выполнении графической информации наиболее распространенными являются следующие способы преобразования чертежа:

- способ плоскопараллельного перемещения;
- способ замены плоскостей проекций.

Данные способы преобразования чертежа применяются при выполнении дополнительных и местных видов, разрезов (простых и сложных), сечений и выносных элементов.

Преобразования чертежа сводятся к решению одной из четырех задач:

1. Преобразование прямой общего положения в прямую уровня.
2. Преобразование прямой уровня в проецирующую прямую.
3. Преобразование плоскости общего положения в проецирующую плоскость.
4. Преобразование проецирующей плоскости в плоскость уровня.

Способ плоскопараллельного перемещения

Сущность способа – заключается в том, что плоскости проекции Π_1 и Π_2 остаются неподвижными в пространстве, а перемещаемый геометрический объект перемещается относительно плоскостей проекции так, что каждая из точек перемещения в плоскости параллельна одной из плоскостей проекции, относительно которой ведется перемещение.

Достаточно лишь, не изменяя вида и величины одной из проекций рассматриваемой фигуры, переместить эту проекцию в требуемое положение, а затем построить вторую проекцию, используя линии связи.

Примеры решения задач способом плоскопараллельного перемещения представлены на рисунках 2.1-2.4 (задачи 1-4).

Задача 1. Определить натуральную величину отрезка AB способом плоскопараллельного перемещения (рис. 2.1).

Решение.

Фронтальную проекцию отрезка AB , сохраняя длину ($A_2'B_2' = A_2B_2$), перемещаем до положения параллельного оси $x_{1,2}$. Горизонтальную проекцию $A_1'B_1'$ находим по линиям связи. В результате плоскопараллельного перемещения отрезок AB прямой общего положения преобразован в отрезок уровня, и $A_1'B_1'$ определяет натуральную величину отрезка AB .

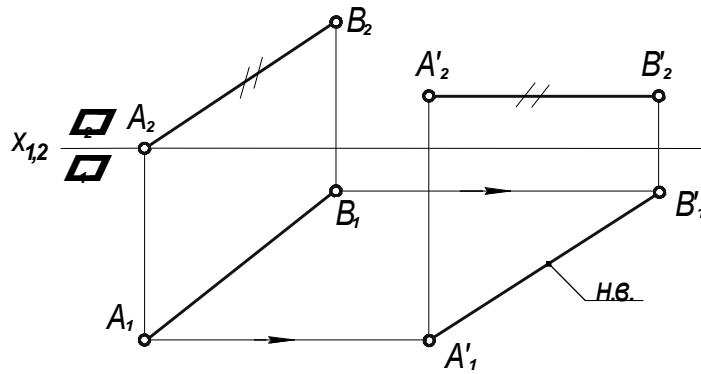


Рисунок 2.1 – Натуральная величина отрезка АВ

Задача 2. Преобразовать прямую AB общего положения в проецирующую (рис. 2.2).

Решение.

Сначала прямая AB преобразуем во фронтальную прямую уровня. Для этого горизонтальную проекцию отрезка AB , сохраняя длину ($A'_1B'_1 = A_1B_1$), перемещаем до положения параллельного оси. Фронтальную проекцию $A'_2B'_2$ находим по линиям связи.

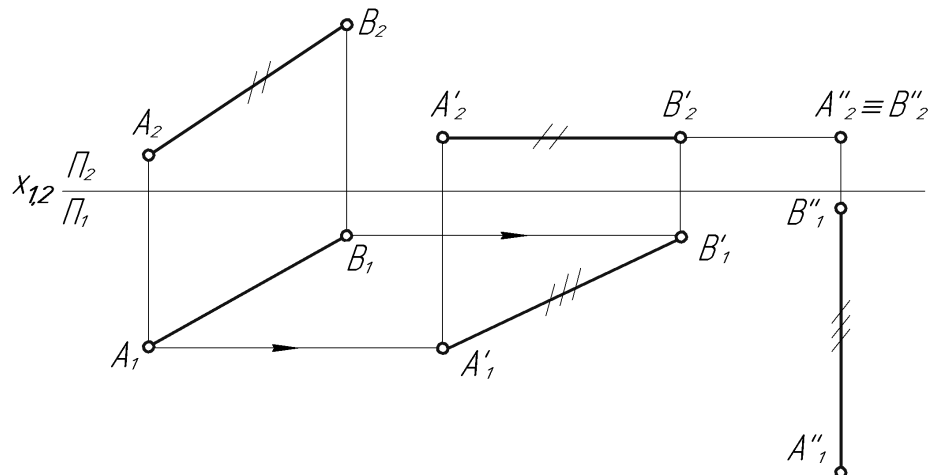


Рисунок 2.2 – Преобразование прямой общего положения в проецирующую

Затем прямую AB преобразуем в горизонтально проецирующую. Для этого проекцию $A'_2B'_2$ перемещаем до положения перпендикулярного оси $x_{1,2}$, сохраняя длину ($A''_2B''_2 = A'_2B'_2$). На горизонтальную плоскость проекций прямая спроецируется в точку $A''_1 \equiv B''_1$.

Задача 3. Определить кратчайшее расстояние от точки D до плоскости треугольника ABC способом плоскопараллельного перемещения (рис. 2.3).

Решение.

Для решения задачи плоскость α ($\triangle ABC$) преобразуем во фронтально проецирующую. Алгоритм решения задачи:

1. В плоскости α ($\triangle ABC$) строим горизонталь h .
2. Горизонтальную проекцию горизонтали h_1 располагаем перпендикулярно оси $x_{1,2}$, перемещаем $\triangle ABC$, сохраняя размеры и форму $\triangle A_1B_1C_1 = \triangle A'_1B'_1C'_1$. Положение проекций A'_1, C'_1 и D'_1 определяем засечками (например, из B'_1

проводим дугу радиуса $R = A_1B_1$, из I_1 проводим дугу радиуса $R = A_1I_1$, на пересечении находим A'_1).

3. Проекция $\Delta A'_2B'_2C'_2$ и D'_2 строим по линиям связи. Из D'_2 опускаем перпендикуляр на вырожденную проекцию плоскости, длина перпендикуляра и есть натуральная величина расстояния от точки D до α (ΔABC).

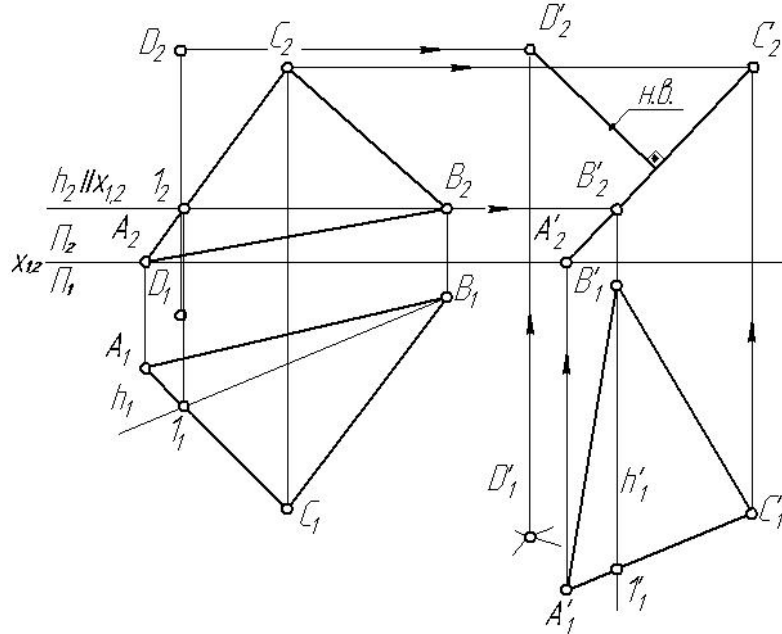


Рисунок 2.3 – Определение расстояния от точки до плоскости

Задача 4. Определить натуральную величину треугольника ABC способом плоскопараллельного перемещения (рис. 2.4).

Решение.

Сначала плоскость треугольника ABC преобразуем в проецирующую, затем в плоскость уровня.

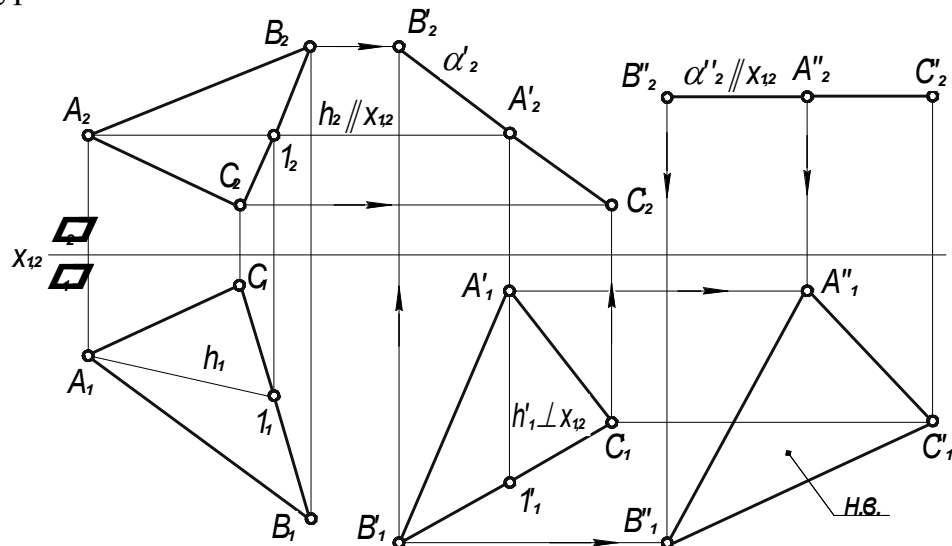


Рисунок 2.4 – Определение натуральной величины треугольника ABC

В плоскости α (ΔABC) строим горизонталь h (рис. 2.4). Горизонтальную проекцию горизонтали h_1 располагаем перпендикулярно оси $x_{1,2}$, т.е. горизонталь перемещается до положения фронтально-проецирующей прямой. Сохраняя форму и размеры $\Delta A_1B_1C_1 = \Delta A'_1B'_1C'_1$, перемещаем ΔABC в проецирующее положение.

Проекцию $\Delta A_2 B_2 C_2$ строим по линиям связи. В результате такого преобразования плоскость общего положения переводится в положение фронтально-проецирующей плоскости.

При втором преобразовании фронтально-проецирующая плоскость располагается параллельно горизонтальной плоскости проекций. Располагаем $A''_2 B''_2 C''_2$ параллельно оси $x_{1,2}$, при этом сохраняя величину фронтальной проекции $A'_2 B'_2 C'_2 = A''_2 B''_2 C''_2$. По линиям связи получаем горизонтальную проекцию $\Delta A''_1 B''_1 C''_1$, которая передает натуральную величину ΔABC .

Способ замены плоскостей проекций

Сущность способа замены плоскостей проекции заключается в том, что какой-то геометрический объект общего положения переходит от исходной системы взаимно перпендикулярных плоскостей Π_1 и Π_2 к новой системе двух взаимно перпендикулярных плоскостей проекций, например Π_1 и Π_4 , в которой геометрический объект займёт частное положение. Положение самого геометрического объекта в пространстве при этом остаётся не изменённым.

При использовании способа замены плоскостей проекций необходимо соблюдать *следующие правила* построения новых проекций:

1. Заменить одну из плоскостей проекций другой и провести новую ось – пересечение новой плоскости проекций с оставшейся.
2. Провести новые линии связи от незаменяемых проекций точек перпендикулярно новой оси.
3. Измерить расстояния от заменяемых проекций точек до старой оси и отложить их от новой оси (рис. 2.5).

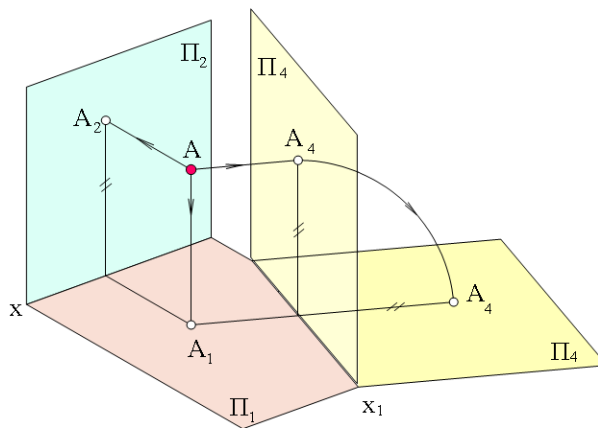


Рисунок 2.5 – Положение точки в новой плоскости проекций Π_4

Рассмотрим применение способа замены плоскостей проекций на примере решения следующих метрических задач.

Задача 1. Определить натуральную величину отрезка и угол наклона его к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций (рис. 2.6).

Решение.

Вводим новую плоскость проекций $\Pi_4 \perp \Pi_1$ и $\Pi_4 \parallel AB$, новая ось $x_{1,4} \parallel A_1 B_1$. Определяем положение точек в новой системе плоскостей проекций. Для этого

через горизонтальные проекции точек A_1 и B_1 проведем линии связи, перпендикулярные новой оси $x_{1,4}$. Расстояние от новой оси до новой проекции точки должно равняться расстоянию от предыдущей оси до заменяемой (преобразуемой) проекции точки.

Т.к. $AB \parallel \Pi_4$, то натуральная величина отрезка AB определяется отрезком A_4B_4 . Угол γ – это угол наклона AB к горизонтальной плоскости проекций Π_1 . Угол φ – это угол наклона AB к фронтальной плоскости проекций Π_2 .

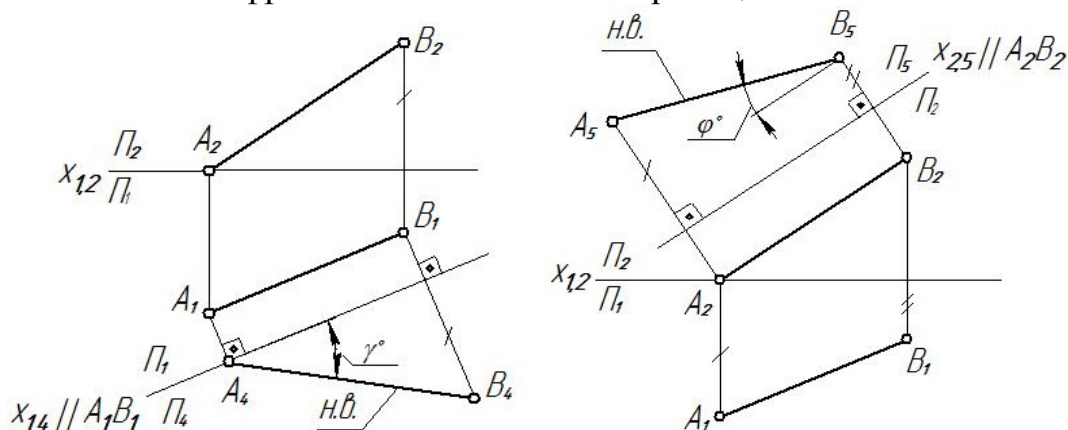


Рисунок 2.6 – Определение натуральной величины отрезка и угла наклона его к горизонтальной плоскости проекций

Задача 2. Способом замены плоскостей проекций определить натуральную величину расстояния между скрещивающимися прямыми (рис. 2.7).

Решение.

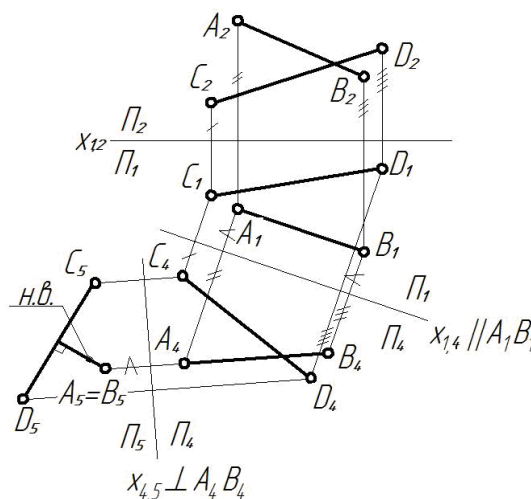


Рисунок 2.7 – Определение натуральной величины расстояния между скрещивающимися прямыми

Для определения кратчайшего расстояния между скрещивающимися прямыми удобно, чтобы одна из прямых располагалась перпендикулярно плоскости проекций. Для этого надо последовательно ввести две новые плоскости проекций, например Π_4 параллельно AB , а Π_5 перпендикулярно AB .

На плоскость Π_5 прямая AB проецируется в точку. Длина перпендикуляра, опущенного из этой точки на проекцию прямой, и определяет кратчайшее расстояние между двумя скрещивающимися прямыми AB и CD .

Задача 3. Способом замены плоскостей проекций определить натуральную величину треугольника (рис. 2.8).

Решение.

Для решения задачи необходимо выполнить два преобразования плоскости: сначала преобразовать плоскость общего положения в проецирующую, затем в плоскость уровня.

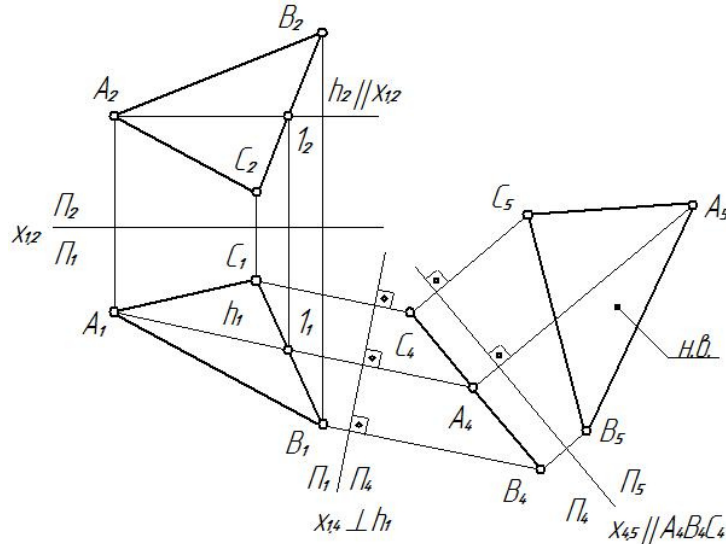


Рисунок 2.8 – Определение натуральной величины треугольника

Задача 4. Способом замены плоскостей проекций определить натуральную величину двугранного угла (рис. 2.9).

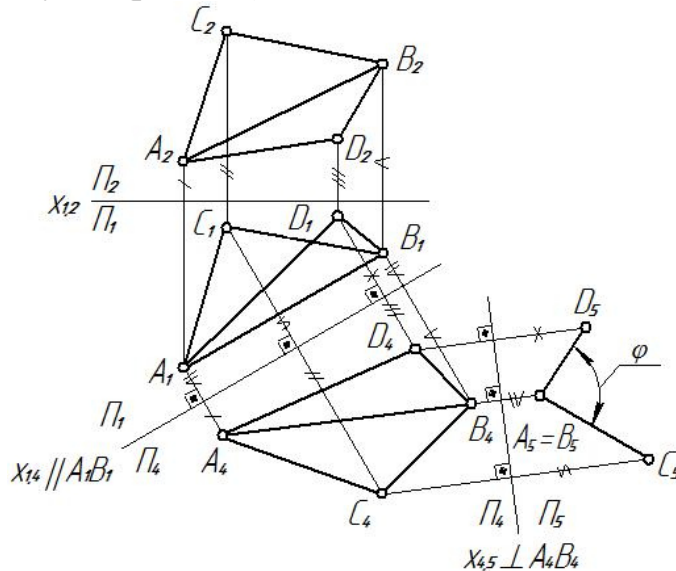


Рисунок 2.9 – Определение натуральной величины двугранного угла

Решение.

Двугранный угол измеряют линейным углом, полученным в пересечении граней двугранного угла плоскостью, перпендикулярной обеим граням двугранного угла, а следовательно, и линии их пересечения, т.е. ребру двугранного угла. В приведенном примере это ребро АВ преобразовано в прямую уровня относительно плоскости Π_4 и в проецирующую прямую относительно плоскости $\Pi_5 - AB \perp \Pi_5$.

Тема 3. Поверхности

Определение точек на поверхности многогранников

Многогранником называется геометрическое тело, поверхность которого состоит из нескольких плоскостей. Плоские фигуры, ограничивающие многогранник, называются гранями. Грани пересекаются между собой по прямым линиям, которые называются ребрами. Ребра пересекаются в точках – вершинах многогранника. В общем случае изображение многогранника на комплексном чертеже сводится к построению его ребер и вершин.

Среди многогранников выделяют призмы и пирамиды.

Призмой называется многогранник, у которого боковые грани – прямоугольники или параллелограммы, а основаниями служат два равных многоугольника.

Пирамидой называется многогранник, у которого боковые грани – треугольники, имеющие общую вершину, а основание – плоский многоугольник.

На рисунке 3.1 дано изображение призм и пирамид, показано построение проекций точек, лежащих на поверхностях геометрических тел.

Определение проекций точек на поверхности призм не представляет затруднений, т.к. все грани призм являются плоскостями уровня или проецирующими плоскостями.

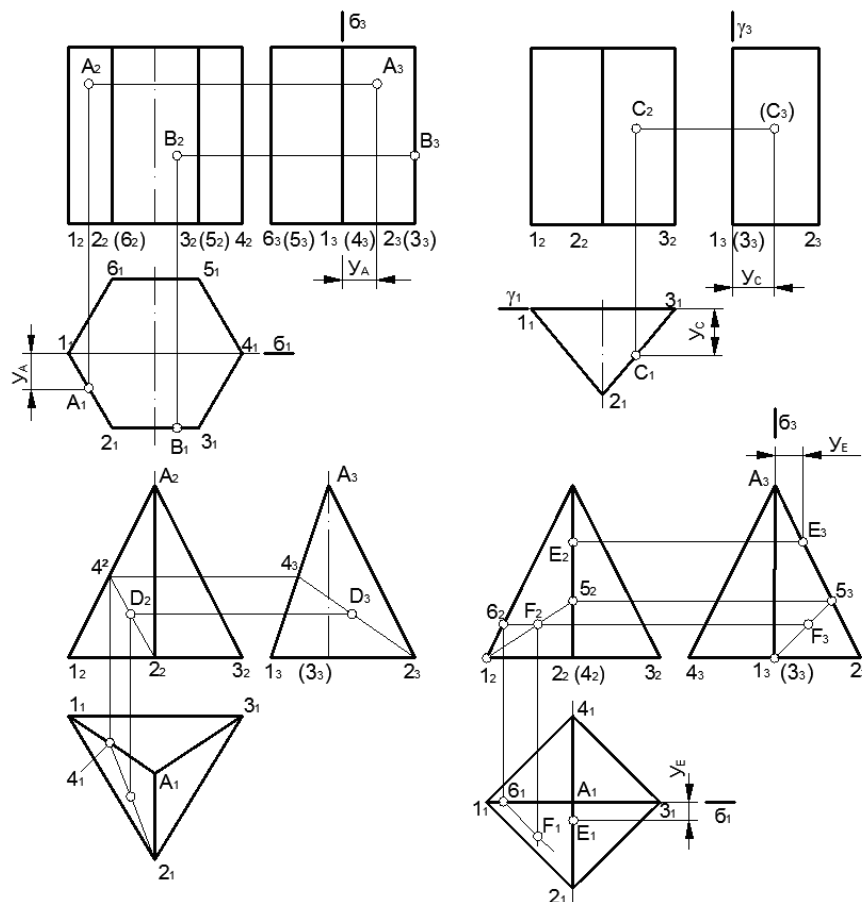


Рисунок 3.1 – Определение проекций точек на поверхностях многогранников:

- а) на поверхности шестиугольной призмы; б) на поверхности треугольной призмы;
- в) на поверхности треугольной пирамиды; г) на поверхности четырехугольной пирамиды

Определение проекций точек на гранях пирамид, являющихся плоскостями общего положения, проводится с помощью вспомогательных прямых (точка D на прямой 2-4 на рисунке 3.1в и точка F на прямой 1-5 на рисунке 3.1г) или методом вспомогательных секущих плоскостей (точка E на рисунке 3.1г). В качестве вспомогательных секущих плоскостей обычно выбирают плоскости уровня. В рассматриваемом случае выбрана горизонтальная плоскость, пересекающая ребро A1 в точке 6. В сечении такой плоскостью образуется фигура, подобная фигуре основания.

Сечение многогранников плоскостью

На рисунке 3.2 показано построение фигур сечения многогранников проецирующими плоскостями.

В результате пересечения многогранника плоскостью образуется плоская фигура, которая называется сечением многогранника. Линия, ограничивающая фигуру сечения, называется линией пересечения. Фигура сечения многогранника плоскостью представляет собой плоский многоугольник.

Общий прием построения проекций сечения многогранников плоскостью сводится к нахождению проекций точек пересечения ребер многогранников с данной плоскостью. При построении сечения многогранной поверхности плоскостью можно также находить линии пересечения граней многогранника (плоскостей) с секущей плоскостью.

Таким образом, в общем случае задачу нахождения линии пересечения поверхности многогранника плоскостью можно свести либо к задаче нахождения точки пересечения прямой с плоскостью, либо к задаче нахождения линии пересечения плоскостей.

В задачах часто требуется определить натуральную величину фигуры сечения многогранника плоскостью. Если секущая плоскость является плоскостью общего положения или проецирующей, то фигура сечения ни на одну из плоскостей не проецируется в натуральную величину. В этих случаях для нахождения натуральной величины фигуры сечения пользуются одним из способов преобразования проекций.

На рисунке 3.2 натуральная величина сечений призмы и пирамиды определена способом замены плоскостей проекций.

Взаимное пересечение многогранников

Линией пересечения многогранников является пространственная ломаная линия, состоящая из отрезков. Множество точек, общих для обоих многогранников, можно получить двумя способами, комбинируя их между собой или выбирая тот, который в зависимости от условий задания имеет более простые построения. Искомая линия может быть определена и с помощью точек пересечения ребер одного многогранника с гранями второго, соединяя их последовательно ломаной линией, и с помощью отрезков прямых, по которым пересекаются грани заданных многогранников.

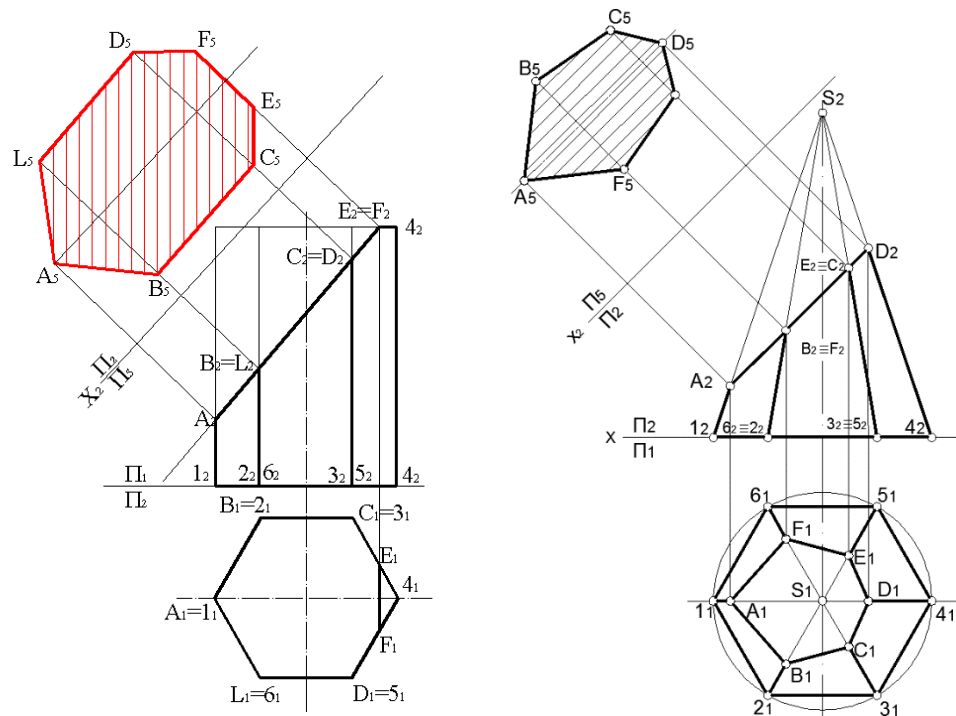


Рисунок 3.2 Определение величины сечения призмы и пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью

В качестве примера построения линии пересечения многогранников на рисунке 3.3 приведен пример построения двухкартинного чертежа треугольной пирамиды с призматическим отверстием.

Опорные точки заданного призматического отверстия отмечены на фронтальной проекции пирамиды (рис. 3.3). Положение горизонтальных проекций этих точек определено с помощью вспомогательных секущих плоскостей α , β и γ .

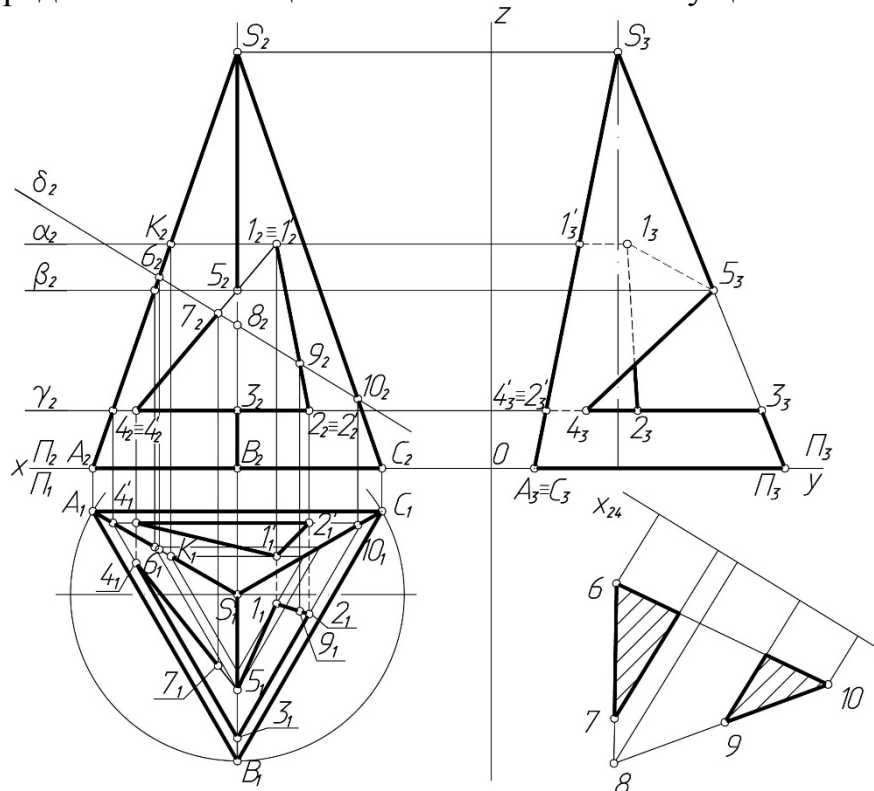


Рисунок 3.3 – Построение линии пересечения пирамиды с призматическим отверстием

Для построения точек 1 и 1' проведена вспомогательная горизонтальная плоскость α , которая пересекла грани пирамиды по прямым, образующим треугольник, подобный треугольнику ABC, лежащему в основании пирамиды. Для построения треугольника использовали точку K – точку пересечения секущей плоскости с ребром SA. На горизонтальной плоскости Π_1 проекция треугольника проходит через K_1 параллельно сторонам основания пирамиды. На пересечении линий связи, проведенных из 1_2 и $1'_2$, с горизонтальной проекцией найденного сечения получены 1_1 и $1'_1$.

Аналогично построены горизонтальные проекции остальных точек, чтобы найти точки 2, 2', 3, 4 и 4' проведена вспомогательная секущая плоскость γ , а для точки 5 – плоскость β . Полученные проекции точек соединены последовательно в ломаную линию.

Профильные проекции $1'_3$, $2'_3$, $3'_3$ определены по их принадлежности грани ASC, проекции 3_3 и 5_3 лежат на проекции ребра S_3B_3 , а проекции точек 1_3 и 4_3 построены с помощью ординат Δy или по линиям проекционной связи.

Натуральная величина фигуры сечения пирамиды фронтально проецирующей плоскостью определена также способом замены плоскостей проекций (рис. 3.3).

На рисунке 3.4 рассмотрен пример построения сквозного призматического отверстия для правильной четырехугольной призмы.

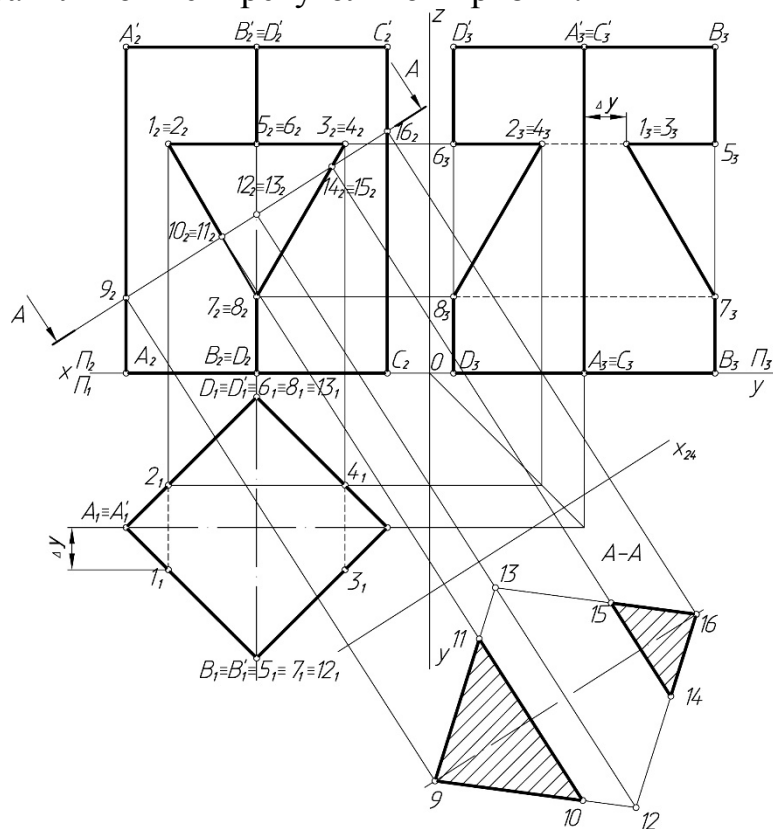


Рисунок 3.4 – Взаимное пересечение призмы с призматическим отверстием

Точки на поверхностях вращения

При большом разнообразии поверхностей вращения в машиностроении и архитектуре чаще всего встречаются следующие поверхности вращения: прямой круговой цилиндр; прямой круговой конус; сфера (шар); тор.

Поверхностью вращения называют поверхность, получаемую от вращения какой-либо образующей линии вокруг неподвижной прямой – оси поверхности.

Цилиндр – тело, ограниченное цилиндрической поверхностью и двумя параллельными основаниями. У прямого кругового цилиндра с вертикальной осью образующие перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций. Точки на поверхности цилиндра находят с помощью образующих и линий проекционной связи (рис. 3.5).

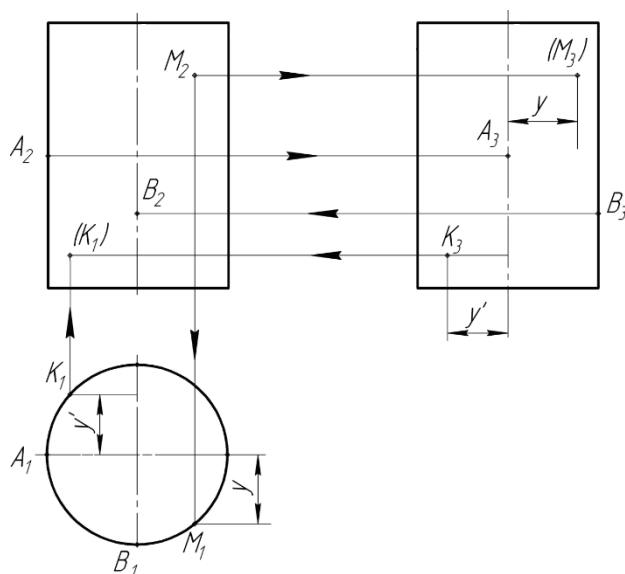


Рисунок 3.5 - Определение проекций точек на поверхности прямого кругового цилиндра

При определении положения проекций точек, расположенных на боковой поверхности цилиндра, следует учитывать их видимость при взгляде на плоскость проекций. При взгляде на плоскость проекций Π_1 все точки, расположенные на боковой поверхности прямого кругового цилиндра, считаются условно видимыми. При взгляде на плоскость проекций Π_2 видимы точки, расположенные ниже горизонтальной оси в плоскости Π_1 и справа от оси в плоскости Π_3 . При взгляде на плоскость проекций Π_3 видимы точки, расположенные слева от оси в плоскостях Π_1 и Π_2 . Невидимые проекции точек на рисунках заключены в скобки.

Прямой круговой конус можно рассматривать как тело, образованное вращением прямоугольного треугольника вокруг катета, принятого за ось вращения.

Проекции точек на поверхности конуса можно определять как с помощью образующих, так и методом вспомогательных секущих плоскостей горизонтальными плоскостями, образующими при пересечении с боковой поверхностью конуса окружности соответствующего диаметра (рис. 3.6).

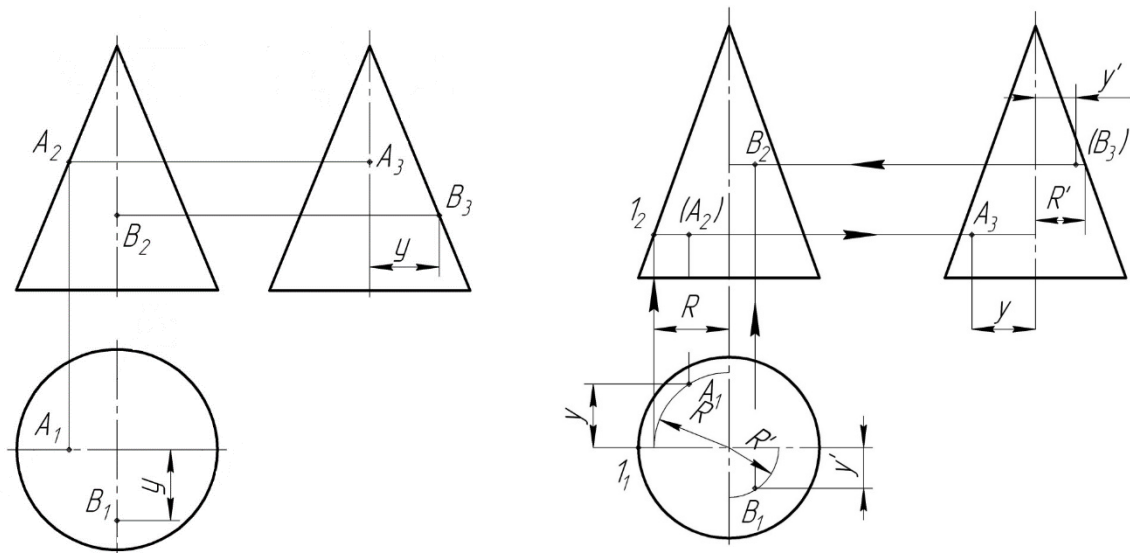


Рисунок 3.6 - Определение проекций точек на поверхности прямого кругового конуса

Сфера (шар) – поверхность, образованная множеством точек пространства, находящихся на равном расстоянии от данной точки (центра сферы). Сфера может быть образована вращением окружности вокруг диаметра.

Определение проекций точек на поверхности сферы проводят с помощью вспомогательных секущих плоскостей, параллельных плоскостям проекций (рис. 3.7).

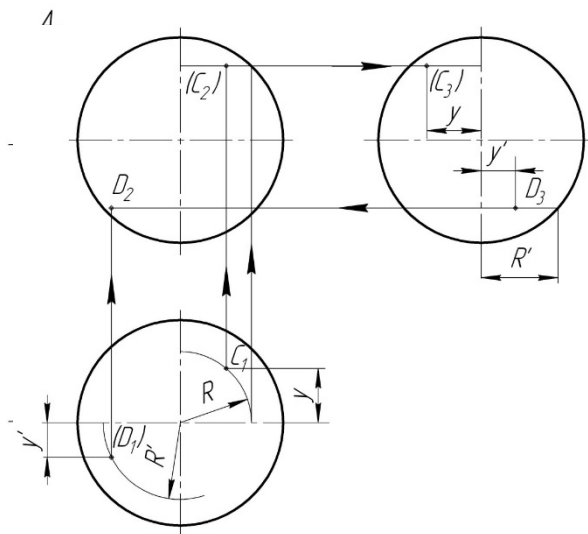


Рисунок 3.7 - Определение проекций точек на поверхности сферы.

В отличие от поверхности цилиндра и конуса для точек, расположенных на поверхности сферы, необходимо определять видимость при взгляде на горизонтальную плоскость проекций Π_1 . На плоскости Π_1 видимы точки, расположенные над экватором, в плоскостях Π_2 и Π_3 перед фронтальным и профильным меридианом соответственно.

Сечение тел вращения плоскостью

Сечение цилиндра плоскостью

При пересечении цилиндра вращения плоскостью, параллельной оси вращения, получается прямоугольник (рис. 3.8 а). Если секущая плоскость перпендикулярна к оси вращения, в результате сечения цилиндра этой плоскостью получается окружность (рис. 3.8 б). В общем случае, когда секущая плоскость наклонена к оси цилиндра, в сечении получается эллипс (рис. 3.8 в).

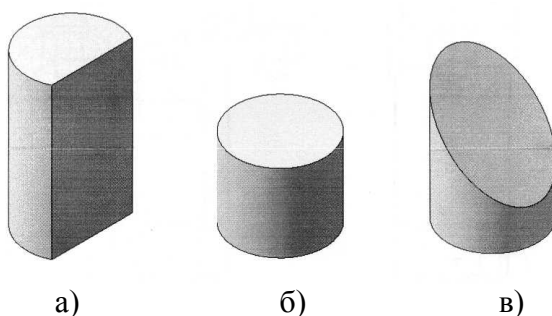


Рисунок 3.8 – Сечения цилиндра

Натуральную величину сечения определяют одним из способов преобразования чертежа. Определение натуральной величины фигуры сечения цилиндра на рисунке 3.9 выполнено способом замены плоскостей проекций.

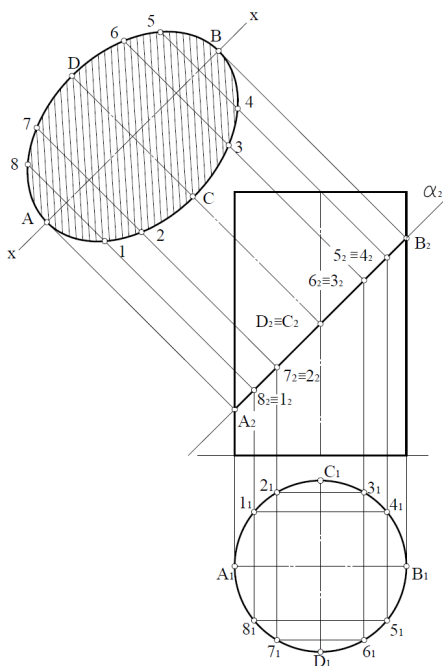


Рисунок 3.9 – Сечение цилиндра фронтально-проецирующей плоскостью

Сечение конуса плоскостью

На рисунке 3.10 представлены сечения конуса:

- а – треугольник, если секущая плоскость проходит через вершину конуса;
- б – круг, если секущая плоскость перпендикулярна оси конуса;
- в – эллипс, если секущая плоскость пересекает все образующие;
- г – парабола, если секущая плоскость параллельна только одной образующей;
- д – гипербола, если секущая плоскость перпендикулярна основанию.

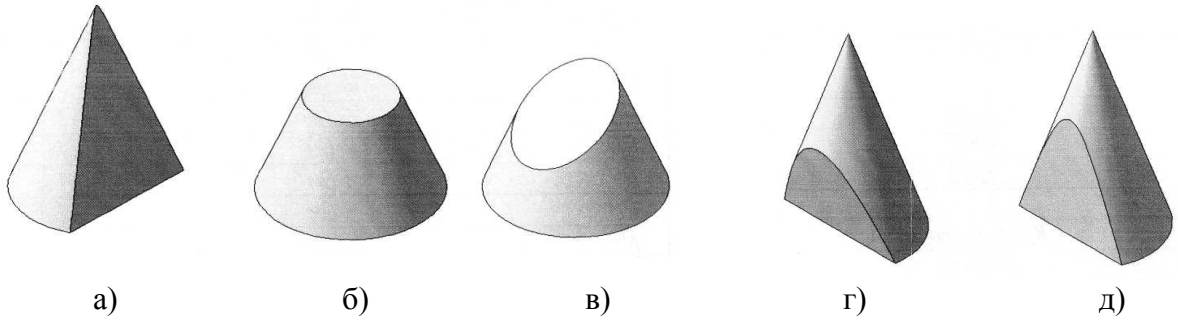


Рисунок 3.10 – Сечения конуса плоскостями

Определение натуральной величины фигуры сечения конуса на рисунке 3.11 выполнено способом замены плоскостей проекций.

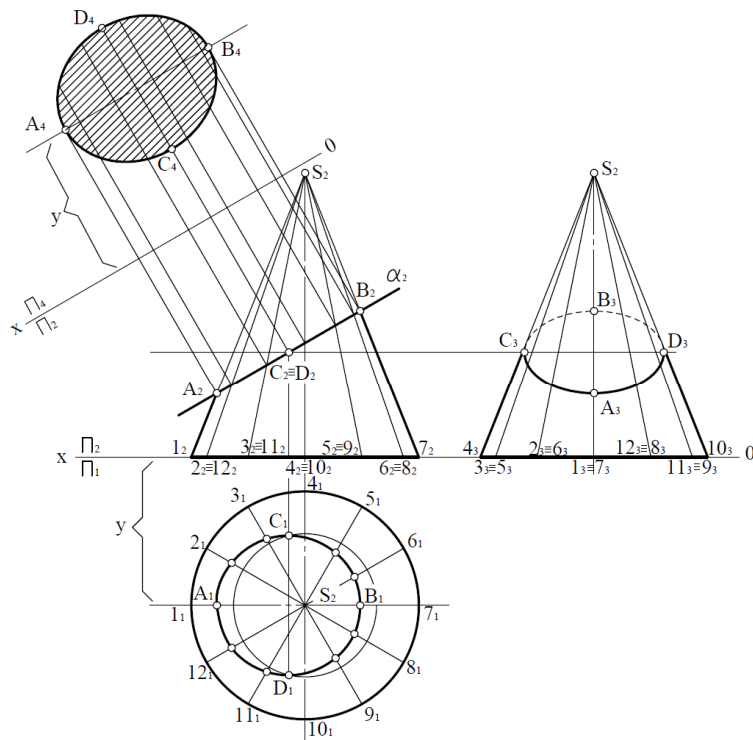
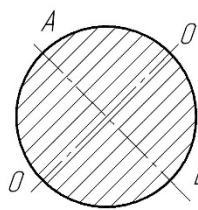
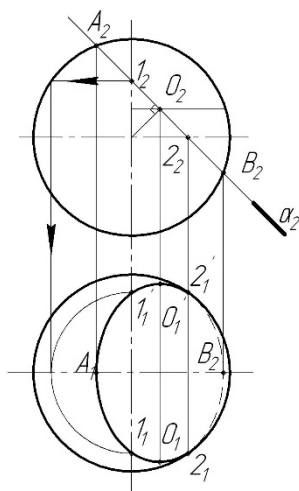


Рисунок 3.11 – Сечение конуса фронтально-проецирующей плоскостью

Сечение сферы плоскостью



При пересечении сферы любой плоскостью в сечении всегда получается окружность. На рис. 3.12 показано построение сечения сферы фронтально-проецирующей плоскостью α .

Радиус окружности сечения определяется с помощью перпендикуляра, опущенного из центра проекции сферы на секущую плоскость. Радиус сечения $R = A_2O_2 = B_2O_2$.

Рисунок 3.12 – Сечение сферы

Пересечение тел вращения с многогранником

На рисунке 3.13 приведен пример построения линии пересечения прямого кругового конуса с призматическим сквозным отверстием.

Пересечение поверхности конуса с гранями отверстия дает дуги окружности 1-2 и 1-2', отрезки параболы 2-3 и 2-3', отрезки эллипса 3-4 и 3-4', отрезки гиперболы 1-4 и 1-4'.

Опорными точками являются: точка 1, лежащая на фронтальном меридиане, и точки 5, 5', 11 и 11', находящиеся на профильном меридиане, остальные точки линии пересечения находят с помощью метода вспомогательных секущих плоскостей. Для рассматриваемой задачи проводим горизонтальные плоскости α , β , γ , δ и σ , пересекающие поверхность конуса по окружностям соответствующего радиуса, например, плоскость α пересекает поверхность конуса по окружности радиуса R_1 , а плоскость δ – радиуса R_2 . Точки линии пересечения отверстия с конусом находят на пересечении соответствующих окружностей с горизонтальными проекциями линий пересечения вспомогательных секущих плоскостей с гранями отверстия, например, точки 2-2' от плоскости α , точки 6, 6', 7, 7' от плоскости β , точки 8, 8', 9, 9' от плоскости γ и т.д.

Найденные точки переносят на профильную проекцию конуса, соединяют соответствующие точки и определяют видимость проекций линии пересечения.

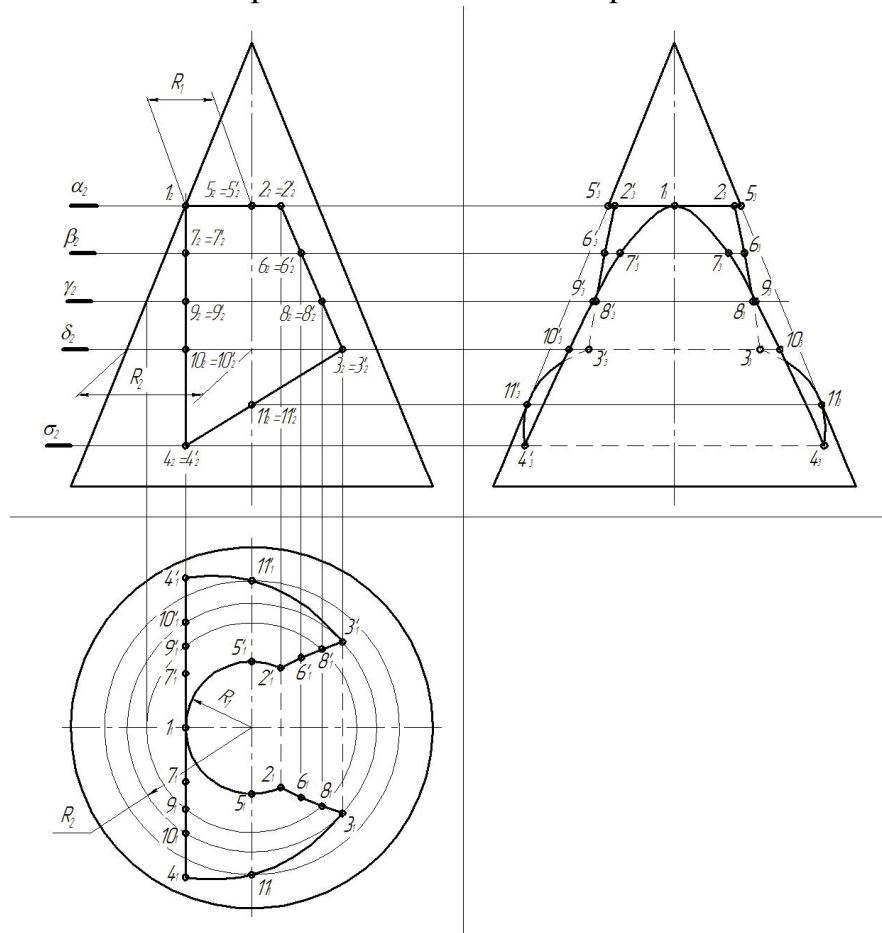


Рисунок 3.13 – Пересечение конуса с призматическим отверстием

Раздел 2. Инженерная графика

Тема 4. Проекционное черчение

Общие правила выполнения чертежей

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, разработке, изготовлении, контроле, приёмке, эксплуатации, ремонте, утилизации). Основные положения этой системы содержит ГОСТ 2.001-2013.

Стандарт ЕСКД – это нормативный документ, устанавливающий единые правила выполнения и оформления конструкторских документов для всех отраслей промышленности, строительства, транспорта и учебных заведений.

В единую систему конструкторской документации входят такие важнейшие категории документов, как правила выполнения чертежей, эксплуатационные документы, правила учёта и хранения и многие другие.

Форматы

При выполнении чертежей пользуются форматами, установленными ГОСТ 2.301-68. Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать значениям, указанным в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841 x 1189
A1	595 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

Основные форматы получают путем последовательного деления на две равные части параллельно меньшей стороне формата площадью 1 кв. м с размерами сторон 1189 x 841 мм (рис. 4.1).

Форматы A0, A1, A2, A3 могут располагаться как длинной, так и короткой стороной по горизонтали. Формат A4 располагают только короткой стороной по горизонтали.

На всех форматах отчеркивается рамка: 20 мм слева, по 5 мм со всех других сторон (рис. 4.2). Левая сторона формата служит для подшивки чертежей. Рамка чертится основной сплошной линией.

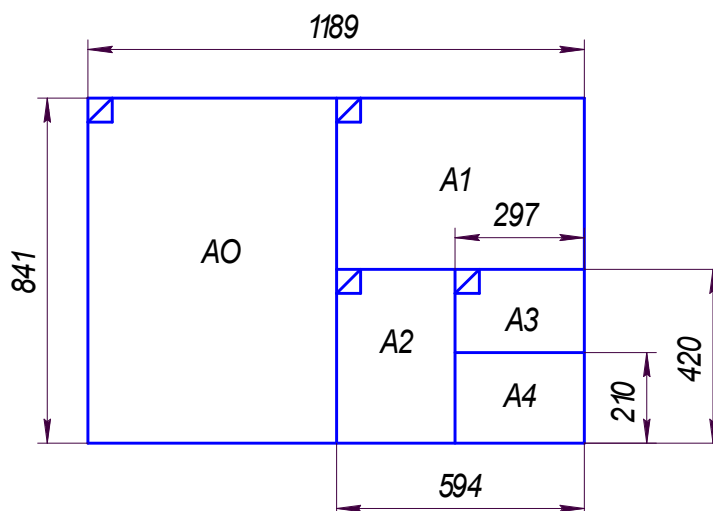


Рисунок 4.1 – Схема деления форматов

Основная надпись

В соответствии с ЕСКД (Единой системой конструкторской документации) каждый чертеж должен сопровождаться основной надписью, содержащей общие сведения об изображенном объекте. Формы, размеры, содержание и порядок заполнения основной надписи устанавливает ГОСТ 2.104-2006.

Основную надпись располагают в правом нижнем углу конструкторских документов (рис. 4.2).

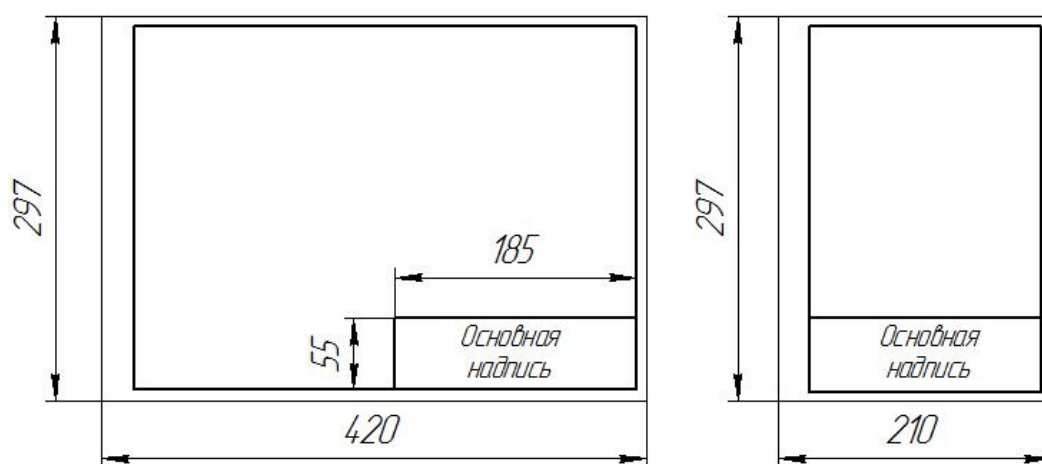


Рисунок 4.2 – Расположение основной надписи на листах формата А3 и А4

Основную надпись на чертежах можно располагать как вдоль длинной стороны, так и вдоль короткой стороны формата за исключением формата А4, на нем по ГОСТ 2.301-68 основную надпись можно располагать только вдоль короткой стороны листа.

Основная надпись, дополнительные графы к ней и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

На чертежах и схемах основная надпись и дополнительные графы к ней выполняются по форме 1, которая представлена на рис. 4.3. Графы основной надписи и дополнительные графы заполняются следующим образом:

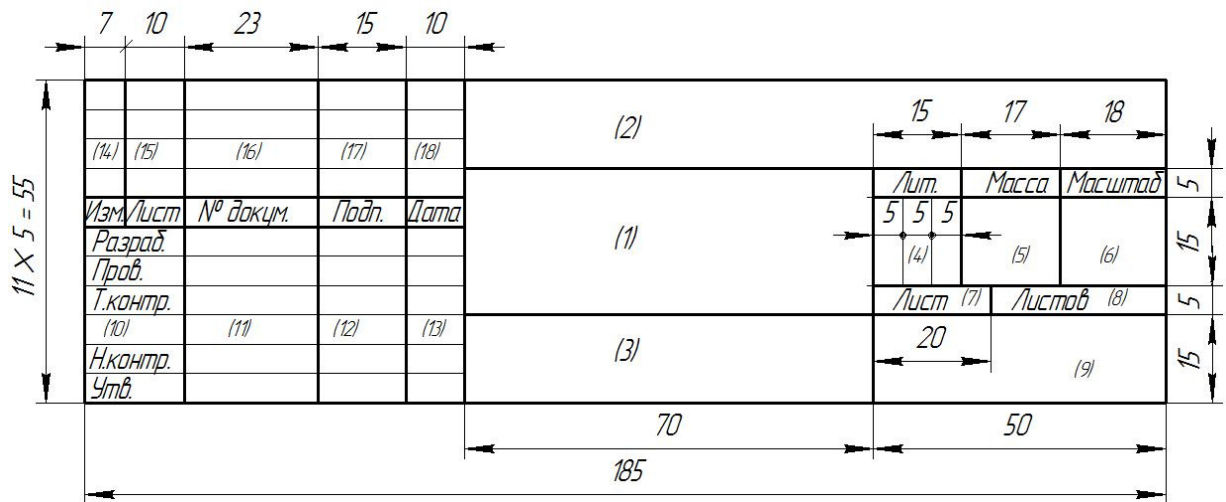


Рисунок 4.3 – Содержание основной надписи (форма 1)




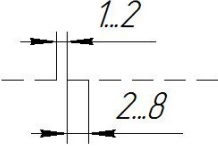
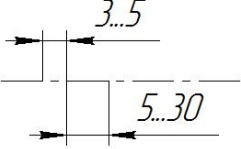
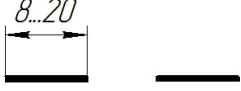
- графа 1 – название чертежа или наименование изделия;
- графа 2 – обозначение документа. Для учебных чертежей обозначение состоит из индекса раздела курса черчения (например, МЧ - машиностроительное черчение), номера задания и номера варианта;
- графа 3 – обозначение материала изделия (для чертежей деталей);
- графа 4 – литера, которая присвоена данному документу по ГОСТ 2.103-68 (заполняется последовательно, начиная с крайней левой клетки); для учебных заведений – У, для дипломного проектирования – Д;
- графа 5 – масса изделия (ГОСТ 2.109-73);
- графа 6 – масштаб (ГОСТ 2.302-68 и 2.109-73);
- графа 7 – порядковый номер листа (в документах, состоящих из одного листа, не заполняется);
- графа 8 – общее число листов документа (заполняется только на первом листе);
- графа 9 – наименование организации или название учебного заведения и номер группы;
- графа 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, например, «Выполнил», «Проверил» и т.п.;
- графа 11 – фамилии лиц, подписавших документ;
- графа 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- графа 13 – дата подписания документа;
- графы 14-18 – сведения об изменениях, которые заполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503. Графы 14, 15, 16, 17, 18 в учебных чертежах не заполняются.

Линии чертежа

Для изображения предметов на чертежах ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания и основные назначения линий (табл. 4.2).

Толщина сплошной основной линии S должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Таблица 4.2

№	Наименование линии, ее изобра- жение	Толщина по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1	Сплошная толстая основная 	S	Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2	Сплошная тонкая 	От S/3 до S/2	Линии контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях
3	Сплошная волнистая 	От S/3 до S/2	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
4	Штриховая 	От S/3 до S/2	Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
5	Штрихпунктирная тонкая 	От S/3 до S/2	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6	Разомкнутая 	От S до 1,5 S	Линии разрезов и сечений

Шрифты чертежные

Каждый чертёж содержит различные надписи, состоящие из букв и цифр.

Все надписи на чертежах выполняют стандартным шрифтом согласно ГОСТ 2.304-81.

Размер шрифта **h** - величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Устанавливаются следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Для оформления графических работ чаще пользуются шрифтом типа Б с наклоном (рис. 4.4).



Рисунок 4.4 – Шрифт типа Б с наклоном

Построение изображений на чертежах

Изображения составляют основу любого чертежа, поэтому ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» является одним из основополагающих стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). В соответствии с ГОСТ 2.305-2008 изображения делятся на виды, разрезы, сечения.

Изображения выполняются на чертежах по методу ортогонального (прямоугольного) проецирования. При этом за основные плоскости проекций принимаются шесть взаимно перпендикулярных граней куба, одна из которых совмещается с фронтальной плоскостью проекций.

Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Виды делятся на основные, дополнительные и местные.

Основными видами называются проекции находящегося внутри куба предмета на шесть его граней (рис. 4.5). При этом предмет располагают таким образом, чтобы на фронтальной плоскости проекций получался вид, дающий наиболее полное представление об изображаемом предмете. Этот вид принимается на чертеже в качестве главного вида.

При «раскрытии граней куба» основные виды располагают как показано на рис. 4.6.

Количество видов (точнее изображений) на чертеже должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное и однозначное представление об изображаемом предмете. В ряде случаев на чертеже может быть достаточно одного изображения, например, для деталей типа «плоский контур» или для деталей типа «вал».

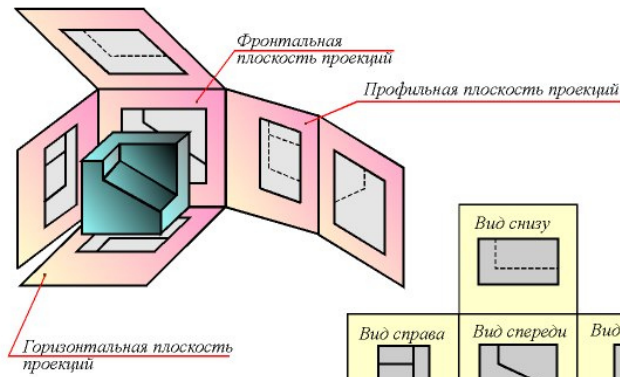


Рисунок 4.5 – Плоскости

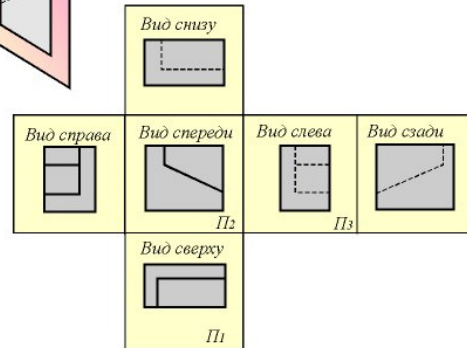


Рисунок 4.6 – Основные виды

Разрезы

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями, на котором показывают конфигурацию предмета в плоскости сечения и изображении предмета, находящегося за секущей плоскостью. При этом конфигурация предмета в секущей плоскости штрихуется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.306-68 «Графическое обозначение материалов».

Разрезы разделяются:

- 1) в зависимости от числа секущих плоскостей на:
 - а) простые (при одной секущей плоскости);
 - б) сложные (при двух и более секущих плоскостях);
- 2) в зависимости от положения секущей плоскости в пространстве на:
 - а) вертикальные, из которых наиболее часто применяются фронтальные (рис. 4.7 – разрез А-А) и профильные (рис. 4.7 – разрез Б-Б);
 - б) горизонтальные;
 - в) наклонные.

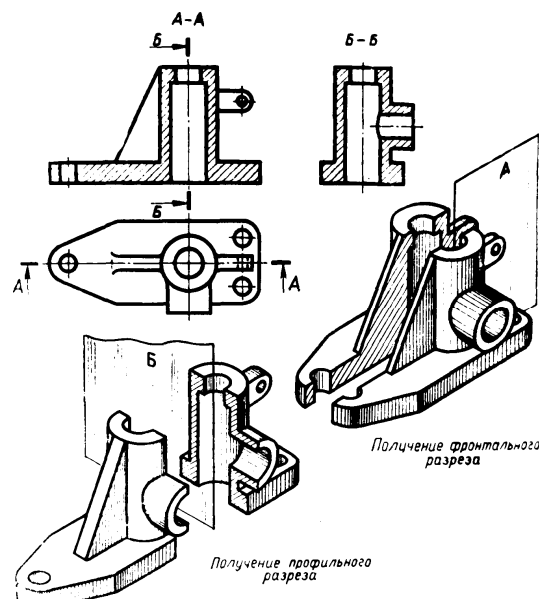


Рисунок 4.7 – Разрезы простые

Местный разрез (также относящийся к простым разрезам) служит для выявления внутреннего устройства лишь в отдельном ограниченном месте (рис. 4.8). Его отделяют от нерассечённой части детали сплошной волнистой линией. Эта линия не должна сливаться с контурной, осевой и другими линиями изображения (рис. 4.8). Местные разрезы не обозначают.

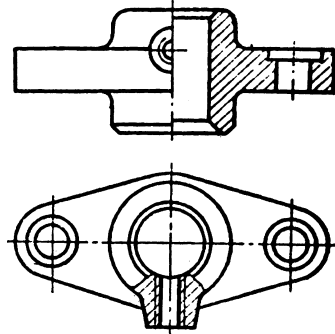


Рисунок 4.8 – Соединение вида с разрезом. Местный разрез

Сечения

На чертежах часто бывает необходимо показать поперечный профиль той или иной детали, того или иного предмета, не имеющего каких-либо внутренних элементов. Эта задача решается с помощью сечений.

Сечение – это изображение предмета, мысленно рассеченного секущей плоскостью, на котором показывается только конфигурация предмета в секущей плоскости.

Как и в разрезе конфигурация предмета в секущей плоскости штрихуется.

Вынесенные сечения – те, которые располагаются вне изображения предмета (рис. 4.9). Вынесенные сечения являются предпочтительными. Контуры вынесенных сечений выполняют сплошными толстыми (основными) линиями.

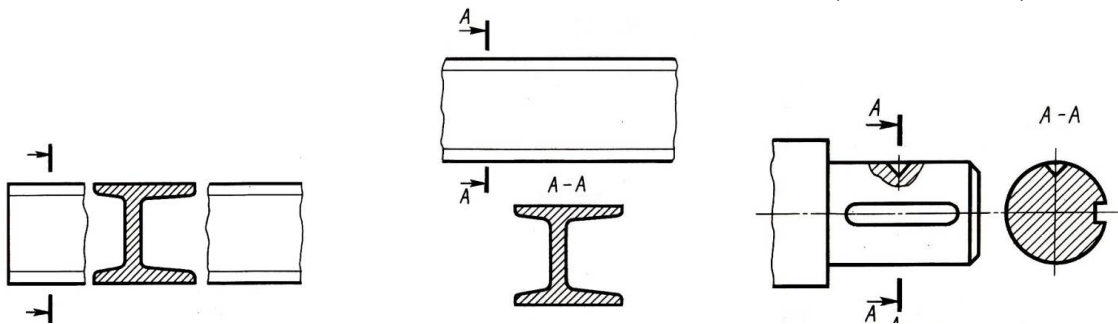


Рисунок 4.9 – Вынесенные сечения

Наложенные сечения – те, которые совмещают с соответствующим видом предмета (рис. 4.10). Контуры наложенных сечений выполняют сплошными тонкими линиями толщиной, при этом контур изображения на месте наложенного сечения не прерывают.

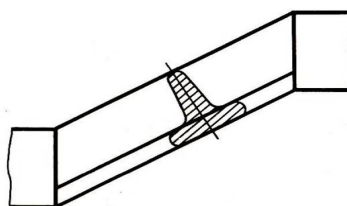


Рисунок 4.10 – Наложённые сечения

Тема 5. Виды изделий и конструкторских документов

Виды изделий

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

Виды изделий при выполнении конструкторской документации устанавливает ГОСТ 2.101-68, который различает следующие 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.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе путем сборочных операций (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, развальцовкой и т.п.).

На выполнение технологической операции «Сборка изделия» разрабатывается комплект документов. В этот комплект документов входят:

1) спецификация, содержащая перечень составных частей, из которых собирается изделие;

2) сборочный чертеж, содержащий изображение изделия (сборочной единицы) и показывающий взаимодействие этих составных частей.

Сборочный чертеж

Сборочный чертеж – конструкторский документ, содержащий изображение изделия (сборочной единицы), дающий представление о расположении и взаимной связи соединяемых по данному чертежу составных частей изделия (сборочной единицы) и обеспечивающий возможность осуществления сборки и контроля этого изделия.

Спецификация – это текстовый конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы. Спецификацию выполняют на листах формата А4. Составные части, из которых состоит изделие, записывают в спецификацию по разделам. В общем случае спецификация состоит из разделов, располагаемых в такой последовательности: 1) документация, 2) комплексы, 3) сборочные единицы, 4) детали, 5) стандартные изделия, 6) прочие изделия, 7) материалы, 8) комплекты. Наличие тех или иных разделов определяет состав изделия.

Сборочный чертеж должен содержать:

1. *Изображения (виды)* сборочной единицы, дающие представление о конструкции, расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу.

2. *Размеры.*

3. *Номера позиций* составных частей, входящих в изделие. Каждая деталь, входящая в изделие, должна иметь свой номер.

4. *Основные характеристики изделия.* Над основной надписью могут быть указаны технические требования, условия, примечания.

Изображения на сборочном чертеже

Изображения на сборочных чертежах выполняются по ГОСТ 2.305-2008.

Изображения сборочного чертежа должны решать три задачи:

- 1) показывать взаимосвязь составных частей изделия, заявленных в спецификации;
- 2) обеспечить возможность простановки на чертеже необходимых для сборочного чертежа размеров;
- 3) обеспечить возможность простановки номеров позиций всех составных частей изделия, заявленных в спецификации.

При этом число изображений на сборочном чертеже должно быть наименьшим, обеспечивающим решение поставленных задач.

В качестве главного изображения, как обычно, принимают изображение, дающее наиболее полное представление о форме и устройстве изображаемой сборочной единицы. Главным изображением чаще всего является фронтальный разрез, главный вид или соединение вида с фронтальным разрезом.

Изображение простых изделий следует ограничивать одним видом или разрезом, если его достаточно для осуществления заявленных выше задач (рис. 5.1).

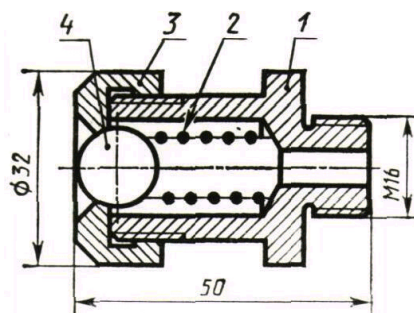


Рисунок 5.1 – Пример выполнения сборочного чертежа

На рисунке 5.2 для пояснения формы отдельных деталей и нанесения соответствующих размеров выполнены разрезы А-А, Б-Б, В-В и вид Г.

Размеры на сборочных чертежах

На сборочных чертежах проставляют:

1. Размеры габаритные (длина, ширина и высота изделия).
2. Размеры установочные, характеризующие поверхности и устройства, с помощью которых изделие устанавливается на фундаменты, опоры и т.д. Отметим, что для ряда изделий установочные размеры отсутствуют.
3. Размеры присоединительные – размеры элементов изделия (сборочной единицы) для присоединения другого изделия (сборочной единицы) или присоединения к другому изделию (рис. 5.2 – размер резьбы G2 для крепления вентиля на трубопроводе);
4. Размеры справочные – размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу.

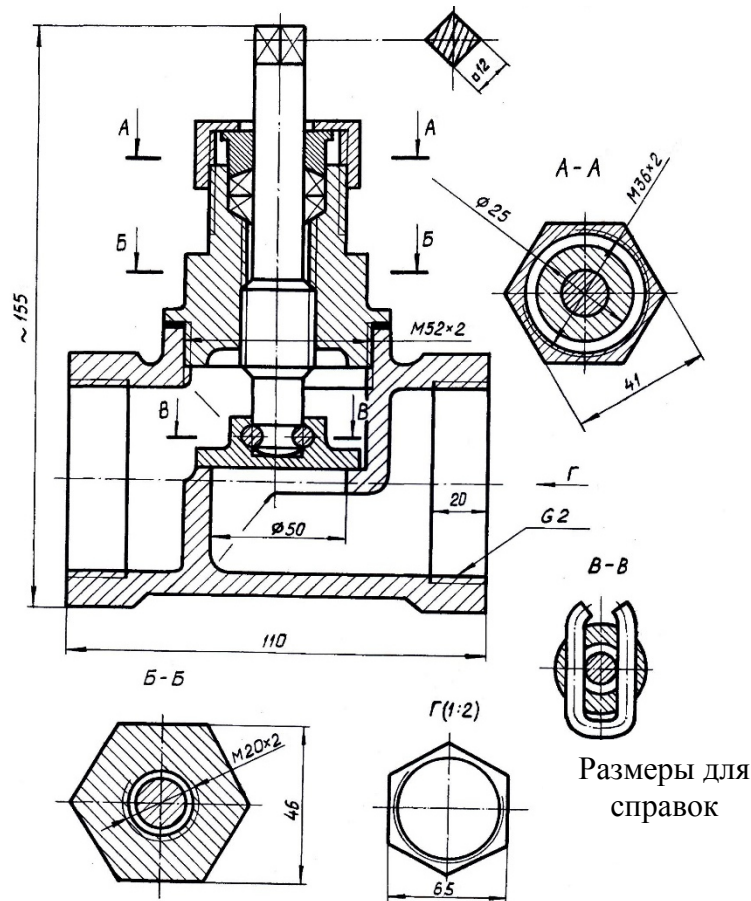


Рисунок 5.2 – К построению изображений и нанесению размеров на сборочном чертеже «ВЕНТИЛЬ»

Номера позиций на сборочных чертежах

Все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображения составных частей (рис. 5.3). Одним концом линия-выноска должна заходить на изображения указываемой составной части изделия и заканчиваться точкой, другим – соединяться с горизонтальной полкой.

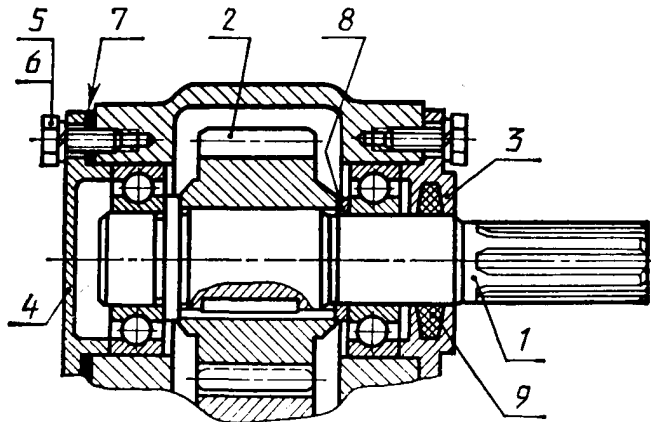


Рисунок 5.3 – Нанесение номеров позиций на сборочных чертежах

Полки располагают параллельно основной надписи вне контура изображения и группируют в колонки и строчки. Линии-выноски и полки проводят тонкими линиями.

Деталирование сборочных чертежей

Часто по сборочным чертежам приходится выполнять рабочие чертежи деталей. Процесс разработки и выполнения рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу называется **деталированием**.

Рабочий чертеж детали – конструкторский документ, содержащий изображение детали, ее размеры, обозначение шероховатости поверхностей и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Эскиз детали – выполненный от руки рабочий чертеж детали. Эскиз детали выполняется с соблюдением всех требований ЕСКД, предъявляемых к чертежам деталей за исключением масштаба. Масштаб при выполнении эскиза допускается не соблюдать, однако эскиз должен быть выполнен с соблюдением пропорциональности элементов.

Следует отметить, что выполнение чертежей деталей по сборочному чертежу – задача более сложная, чем выполнение чертежей деталей (эскизов) по натурному образцу детали. Сложность заключается в том, что при деталировании чертежа вначале необходимо этот чертеж прочитать.

Выявить форму той или иной детали, изображенной на чертеже общего вида, часто мешает то обстоятельство, что нередко изображения детали закрываются изображениями других деталей. При чтении чертежа необходимо как бы «вычленить» нужную деталь из сборочной единицы, сформировать ее образ вне других деталей. Часто решению этой задачи способствует мысленная разборка изделия на составные части (детали).

Еще одна сложность при деталировании чертежей общего вида (сборочных) возникает в связи с тем, что на этих чертежах многие элементы вычерчиваются в соответствии с действующими стандартами упрощенно, а в ряде случаев и условно, например, фаски, стандартные крепежные детали и т.д. При выполнении чертежей деталей необходимо все показанные упрощенно или не показанные вовсе элементы вычертить без упрощений.

Следует помнить при деталировании сборочного чертежа, что главное изображение отдельной детали может и не совпадать с расположением этой детали на главном изображении сборочного чертежа.

Тема 6. Архитектурно-строительный чертёж

Конструктивные элементы здания

Конструктивным элементом (рис. 6.1) называется отдельная самостоятельная часть здания и сооружения: фундамент, стены, перегородки, цоколь, отмостка, перекрытие, покрытие и т. д.

Фундамент – подземная часть здания, которая передает нагрузку на грунт.

Стены – по назначению и расположению в здании разделяют на наружные, которые ограждают помещение от влияний среды и защищают их от атмосферных воздействий, и внутренние, которые отделяют одни помещения от других.

Цоколь – нижняя, обычно утепленная часть наружной стены, над фундаментом до уровня пола первого этажа, предохраняющая стену от атмосферных влияний и механических повреждений.

Перегородки – внутренние ограждающие конструкции, разделяющие смежные помещения в здании.

Перекрытие – внутренняя горизонтальная ограждающая конструкция, разделяющая здания по высоте на этажи. Перекрытия бывают надподвальные, междуэтажные, чердачные, цокольные (между первым этажом и подвалом).

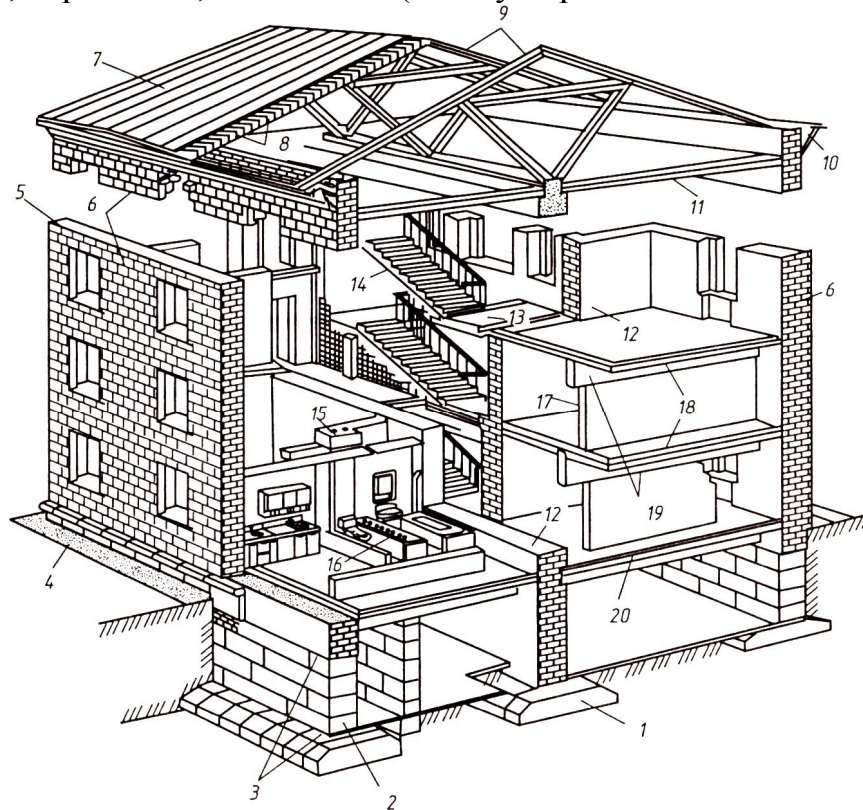


Рисунок 6.1 – Конструктивные элементы многоэтажного здания:

- 1 – фундамент, 2 – стены подвала, 3 – гидроизоляция, 4 – отмостка, 5 – наружные стены,
- 6 – облицовочные плиты, 7 – кровля, 8 – обрешетка, 9 – деревянные стропила, 10 – карниз,
- 11 – чердачное перекрытие, 12 – внутренние стены, 13 – лестничная площадка,
- 14 – лестничный марш, 15 – вентиляционный блок, 16 – санитарно-технический блок,
- 17 – перегородки, 18 – междуэтажные перекрытия, 19 – ригели, 20 – цокольные перекрытия

Лестницы – представляют собой несущие конструкции, состоящие из наклонных ступенчатых элементов – маршей и горизонтальных плоскостных элементов – лестничных площадок и перил.

Крышей – называется верхняя ограждающая конструкция здания, защищающая его от атмосферных воздействий и солнечного излучения.

По конструкции крыши бывают чердачные, состоящие из кровли и обрешетки или сплошного настила, который опирается на стропила или строительные фермы.

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

Нанесение координационных осей и размеров на строительных чертежах

Здание или сооружение в плане разделяются осевыми линиями на ряд элементов. Эти оси определяющие расположение основных несущих конструкций (стен и колонн), называются координационными осями продольного и поперечного направления.

Расстояние между координационными осями в плане здания называется *шагом*, который может быть продольным (вдоль здания) и поперечным. Координационные оси проводят на плане по несущим наружным и внутренним стенам. Чтобы определить взаимное расположение несущих стен, конструкций перекрытия, перегородок, лестничных площадок и др., на плане здания наносят сетку осей (рис 6.2). Она является размерной основой, позволяющей при производстве строительных работ, точно заложить фундамент здания и возвести капитальные стены.

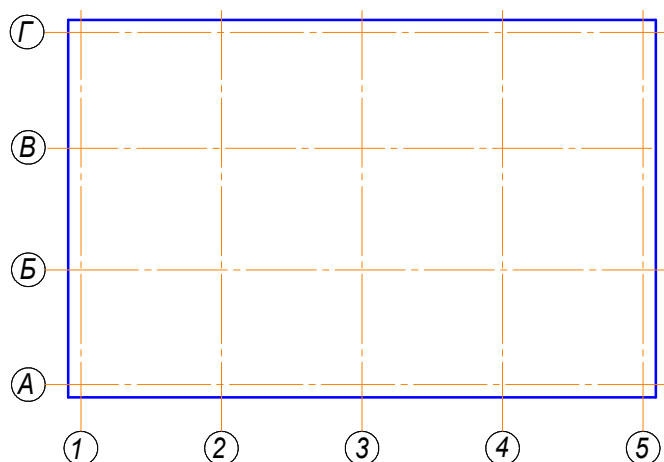


Рисунок 6.2 – Маркировка координационных осей

Продольные и поперечные оси проводят на чертежах штрих пунктирными линиями и обозначают марками в кружках (рис 6.2). Для маркировки координационных осей используют арабские цифры и прописные буквы. Маркировку, как правило, располагают по левой и нижней сторонам плана здания. Последовательность маркировки применяют слева направо и снизу вверх.

Нанесение размеров на строительных чертежах производится на основе общих требований нанесения размеров на чертежах с учетом дополнений, предусмотренных ЕСКД и ГОСТ 21.105–79. Размеры на строительных чертежах наносят в миллиметрах без обозначения единиц измерения. Допускается указывать размеры в сантиметрах и метрах с обозначением единиц измерения или без их обозначения, но с указанием их в технических требованиях.

Размеры на строительных чертежах наносят в виде замкнутой цепи (рис. 6.3). Размеры допускается повторять.

На пересечениях размерных линий с выносными или осевыми линиями проставляют вместо стрелок засечки в виде короткой сплошной основной линии длиной 2...4 мм под углом 45° к размерной линии (рис. 6.3).

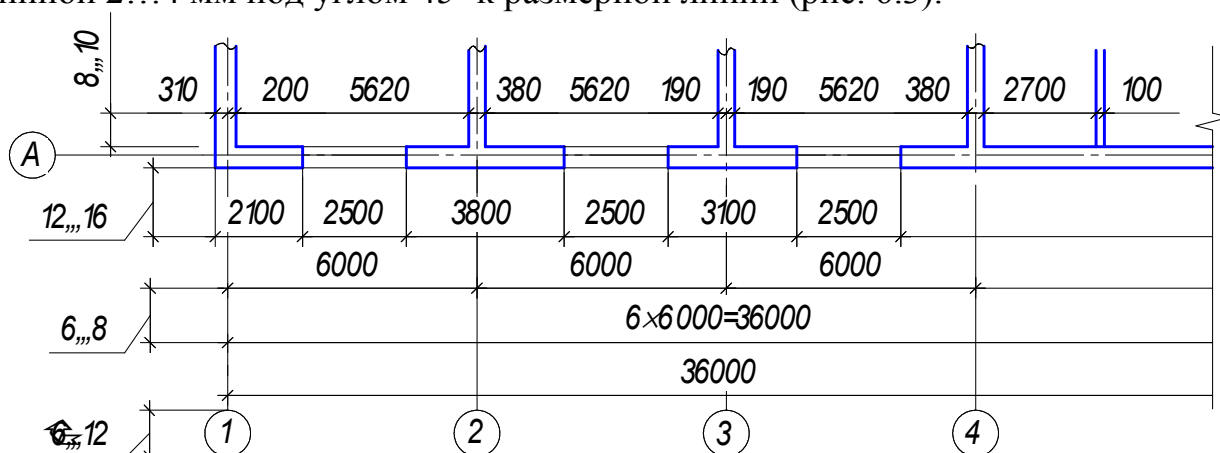


Рисунок 6.3 – Нанесение размеров на чертеже плана здания

Отметки уровней (высота, глубина заложения фундаментов) от нулевого (уровня чистого пола первого этажа) в соответствии с ГОСТ 21.105-95, помещают на выносных линиях (или линиях контура) и обозначают соответственным знаком. Знак отметки уровня (рис. 6.4) представляет собой стрелку в виде прямого угла, опирающегося своей вершиной на выносную линию, с короткими (2...4 мм) сторонами, проведенными толщиной основной линии под углом 45° к выносной линии соответствующей поверхности. Вертикальный отрезок и горизонтальную полку знака выполняют тонкими линиями.

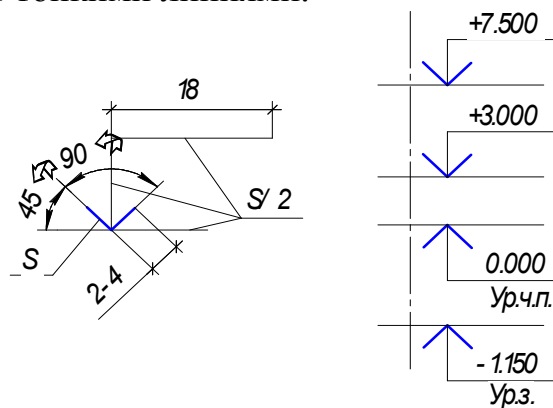


Рисунок 6.4 – Нанесение знака отметки уровней

Отметки уровней указывают в метрах с тремя десятичными знаками (рис. 6.4). Условную нулевую отметку обозначают ± 0.000 , отметки ниже условной нулевой обозначают со знаком минус, выше условной – со знаком плюс (рис. 6.4).

Чертежи планов зданий

Планом здания называют изображение здания, мысленно рассеченного горизонтальной плоскостью на уровне оконных и дверных проемов и спроецированного на горизонтальную плоскость проекции, при этом часть здания между глазом наблюдателя и секущей плоскостью считается удаленным. Таким образом, план здания является его горизонтальным разрезом. На чертеже плана здания показывают то, что получается секущей плоскостью и что расположено под ней (рис. 6.5). По правилам выполнения строительных чертежей план здания располагают под фасадом на линиях проекционных связей.

План здания дает представление о его размерах и форме в плане, расположение отдельных помещений, лестничных площадок и маршей, перегородок и т. д. На плане здания показывают оконные и дверные проемы, расположение лестниц, лифтов, несущих стен и перегородок, санитарно-технического оборудования и т. д.

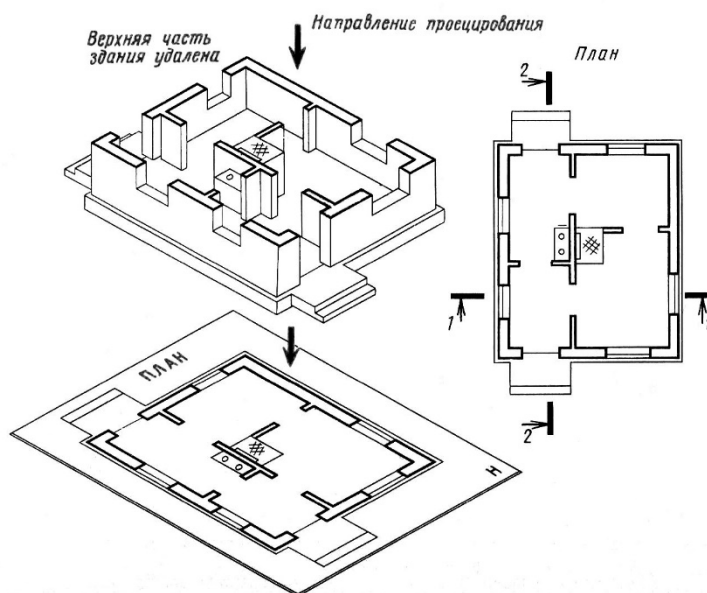


Рисунок 6.5 – Образование плана здания

Методика вычерчивания плана здания

Вычерчивание плана здания рекомендуется в следующей последовательности:

1. Тонкой штрихпунктирной линией наносят продольные и поперечные координационные оси (рис. 6.6 а).
2. Вычерчивают тонкими линиями все наружные и внутренние стены, (рис. 6.6 б), а также наносят тонкими линиями перегородки (рис. 6.6 в).
3. Вместо расположенных на схеме буквенных обозначений окон и дверей тонкой сплошной линией показывают их условное графическое изображение по ГОСТ 21.501-93 (рис. 6.6 г).

Наружные двери по противопожарным нормам должны открываться наружу, а двери с лестничной площадки в квартиру – внутрь квартиры. Открывание дверей в пределах квартиры, зависит от ее планировки и удобствами эксплуатации помещений.

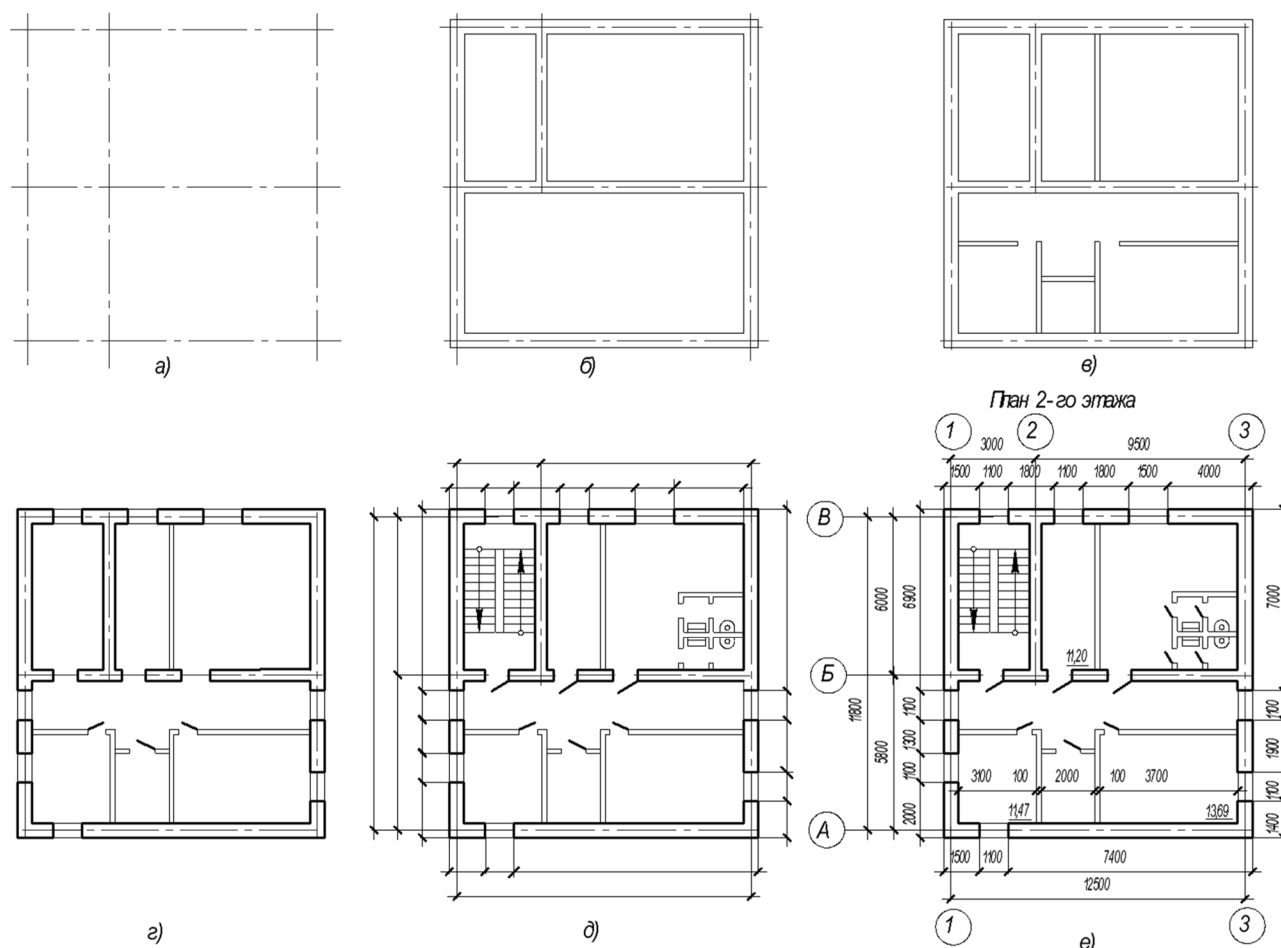


Рисунок 6.6 – Последовательность вычерчивания плана здания

4. Вычерчивают санитарно-технические приборы (рис. 6.6 д) и лестницу по предварительным расчетам.

Вычерчивание окон, дверей, санитарно-технических и нагревательных приборов (умывальник, раковина, унитаз, ванна, газовая плита, газовая колонка), а также каналов для вытяжки отходящих газов от газовых приборов и вентиляционных каналов производят в соответствии с требованиями ГОСТ 2.726-70* и ГОСТ 21.501-93.

5. На чертеже наносят выносные и размерные линии (рис. 6.6 е), проставляют все необходимые размеры, делают соответствующие надписи. Площади отдельных помещений проставляют в правом нижнем углу в квадратных метрах (без указания единиц измерения) с двумя десятичными знаками после запятой и чертой внизу.

Вычерчивание чертежей фасадов здания

Фасадами называют виды зданий спереди, сзади, сбоку. Вид здания сверху называют планом крыши.

На чертежах фасадов зданий показывают внешний вид здания, расположение окон, дверей, балконов, наличников и т. п. (рис. 6.7).

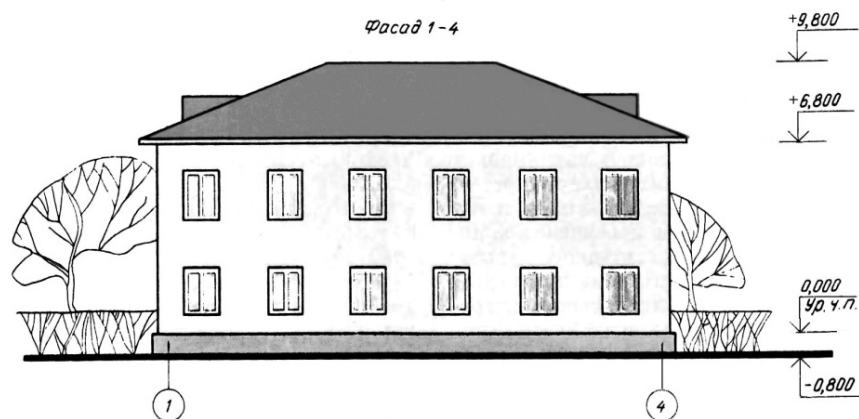


Рисунок 6.7 – Фасады зданий

Методика вычерчивания фасада

1. Над чертежом плана здания наносят горизонтальную линию, обозначающую линию уровня земли (рис. 6.8а).
2. Наносят крайние координационные оси и общий контур здания, а также выступающие его части (рис. 6.8 б).

Для этого от уровня земли последовательно откладывают величину цоколя, высоту помещения 1-го этажа, толщину междуэтажного перекрытия, высоту помещения 2-го этажа, толщину чердачного перекрытия.

Цокольная часть здания, располагающаяся на уровне пола 1-ого этажа, выходит за плоскость стены на 30-40 мм.

3. Вычерчивают архитектурные элементы фасада (оконные и дверные проемы, козырек над входной дверью, карниз, крышу) (рис. 6.8 в).
4. Крышу на фасаде вычерчивают с плана крыши методом проецирования линий коньков и ребер по их длине и уклону.

Вычерчивают оконные переплеты, двери, проставляют знаки высотных отметок. Справа и слева от изображения на расстоянии 10-15 мм проставляют высотные отметки уровня земли, цоколя, низа и верха проемов, карниза и верха кровли.

Размеры на чертежах фасада не наносят, показывают только координационные оси стен, расположенных по углам здания.

Чертежи фасадов именуют по крайним координационным осям, например, ФАСАД 1-7, или по одной оси, например, ФАСАД по оси А.

5. Проверяют соответствие фасада с планом и окончательно обводят фасад.

Видимые контуры на чертежах фасадов выполняют тонкой сплошной линией, а линию контура земли, выходящую за пределы фасада, показывают толстой сплошной линией.

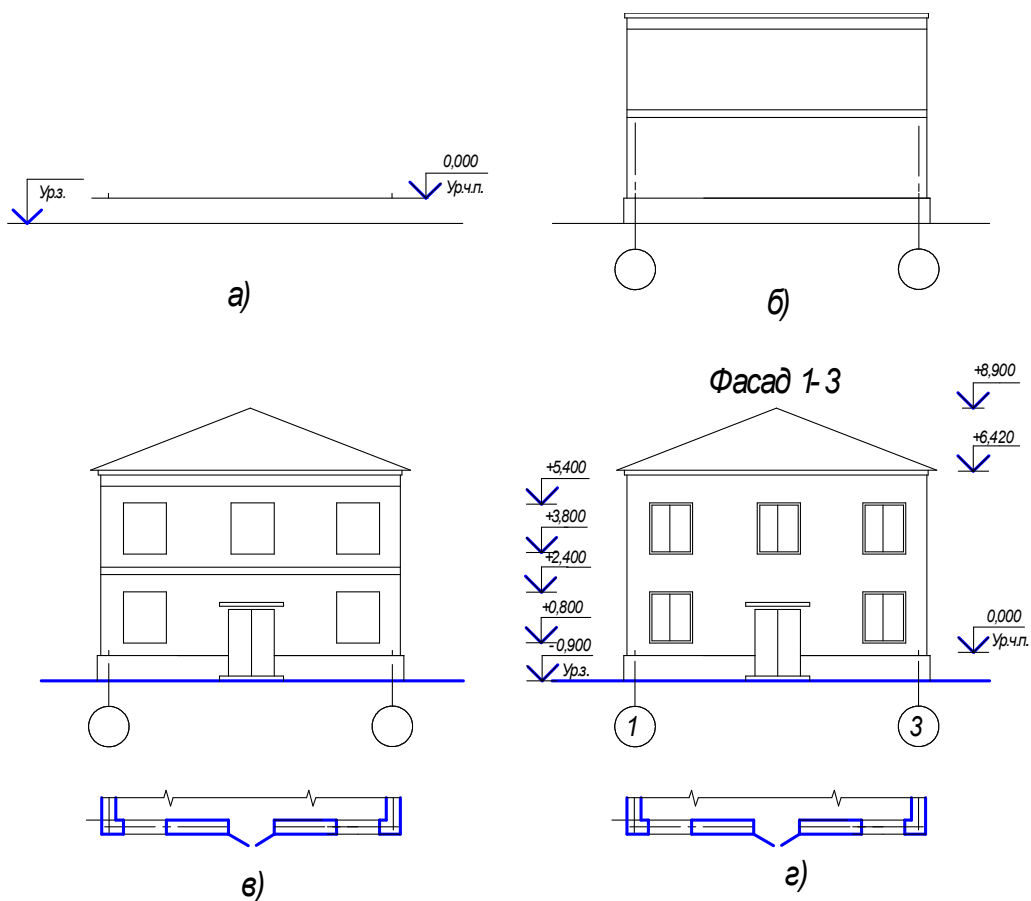


Рисунок 6.8 – Последовательность вычерчивания фасада здания

Чертежи разрезов зданий

Разрезом называют изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью и спроецированного на плоскость проекции, параллельно секущей плоскости. Положение секущей плоскости задают на плане здания линией сечения.

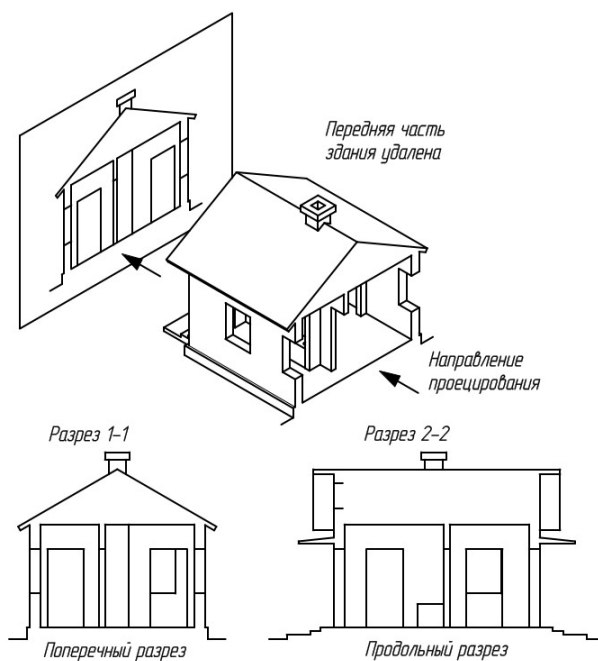


Рисунок 6.9 – Образование продольного и поперечного разрезов здания

Разрезы выполняют по наиболее важным в конструктивном или архитектурном отношении частям здания: по лестничной клетке, оконным и дверным проемом с целью наибольшей информативности.

Разрезы бывают поперечные и продольные. Поперечным называют разрез, где вертикальная секущая плоскость перпендикулярна продольным стенам зданиям, продольными – когда параллельна (рис. 6.9).

Методика вычерчивания разреза

1. Справа от чертежа фасада здания проводят линию уровня земли в проекционной связи с уровнем земли фасада, а также линию уровня пола первого этажа (т.е. нулевую отметку 0,000) (рис. 6.10 а).
2. Проводят вертикальные координационные оси основных несущих конструкций стен (рис. 6.10 б). Расстояние между осями берут с плана здания.
3. Наносят тонкими линиями по вертикали контура наружных и внутренних стен, которые попадают в разрез. Все построения производят на основе чертежа плана здания (рис. 6.10 в).
4. Перпендикулярно координационным осям чертят горизонтальные линии уровней: пола всех этажей, междуэтажные и чердачные перекрытия и карнизы (рис 6.10 г).
5. Вычерчивают контур скатов крыши, для этого используют построенный ранее план крыши (рис 6.10 д).
6. Намечают в наружных и внутренних стенах и перегородках оконные и дверные проемы, а так же видимые дверные проемы и другие элементы, расположенные за секущей плоскостью, наносят контуры перегородок (рис. 6.10 е). Вычерчивают лестничную клетку по предварительно сделанным расчетам.
7. Под наружными и внутренними стенами здания вычерчивают фундамент (рис. 6.10 ж).
8. Проводят выносные и размерные линии, проставляют размеры, высотные отметки, маркировку координационных осей (рис. 6.10 з).
9. Производят окончательную обводку сечений, проставляют все отметки и размеры, указывают наименование разреза. Выполняют штриховку стен, фундамента, грунта, попавших в плоскость разреза с учетом графического обозначения материала.

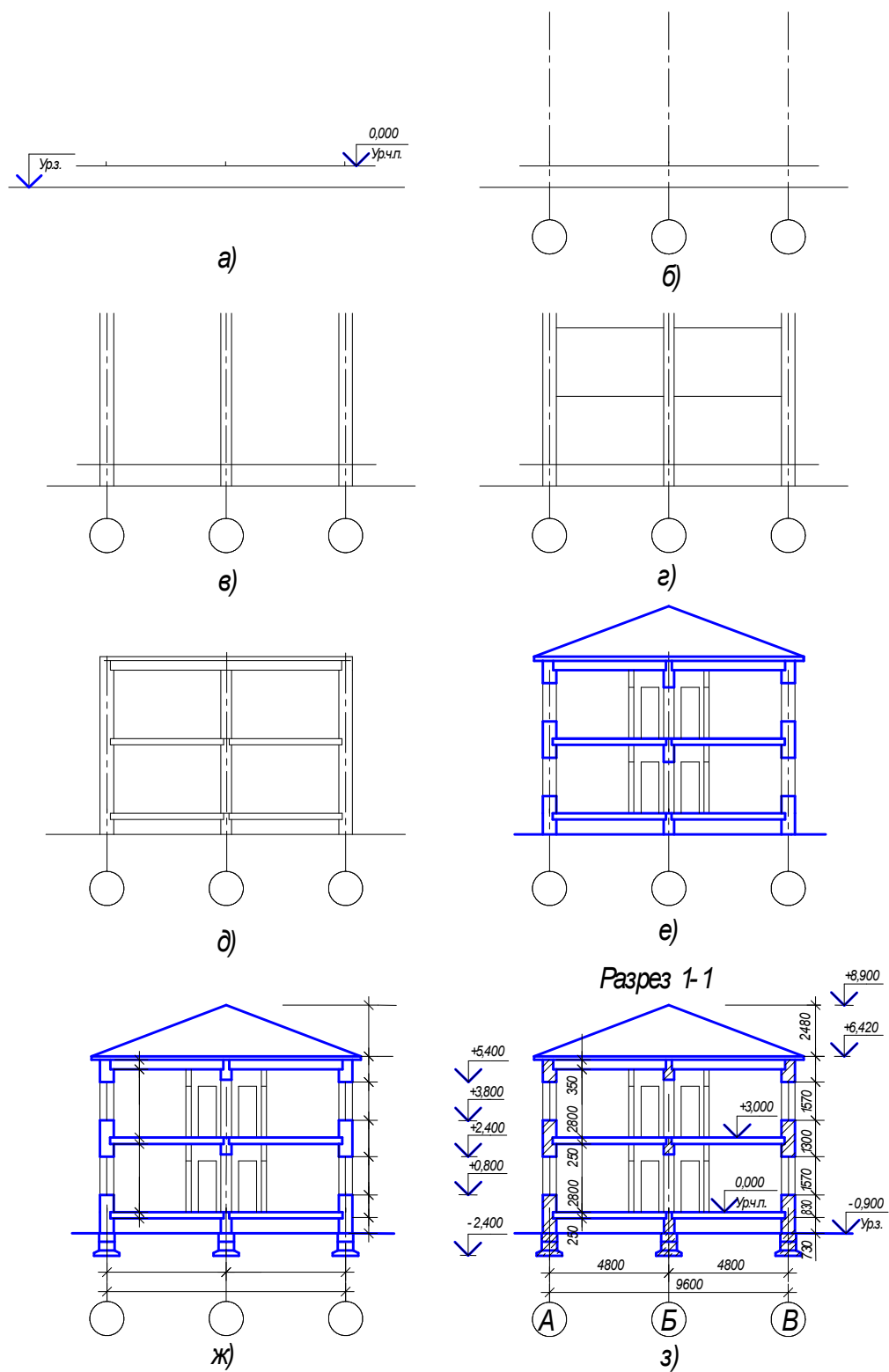


Рисунок 6.10 – Последовательность вычерчивания разреза здания

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Критерии оценки знаний обучающихся

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает с задачами и деятельностью МЧС России, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать материал, не допускает ошибок.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не совсем правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Оценка «неудовлетворительно» («не зачтено») ставится, если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большим затруднением выполняет практические задания, задачи.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации (в форме дифференцированного зачета) по итогам освоения дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика»

1. Способы проецирования. Основные свойства параллельного проецирования.
2. Комплексный чертеж точки.
3. Классификация прямых. Прямые общего и частного положения.
4. Прямая общего положения. Следы прямой линии.
5. Прямые уровня. Перечислить их, изобразить на комплексном чертеже.
6. Проецирующие прямые. Перечислить их. Как располагаются их проекции на комплексном чертеже?
7. Метод прямоугольного треугольника.
8. Взаимное расположение двух прямых в пространстве.
9. Скрещивающиеся прямые. Метод конкурирующих точек.
10. Теорема о проецировании прямого угла.
11. Способы задания плоскости на чертеже. Следы плоскости.
12. Классификация плоскостей (расположение плоскости относительно плоскостей проекций).
13. Плоскости уровня. Как располагаются их проекции на комплексном чертеже?

14. Проецирующие плоскости, их изображение на комплексном чертеже?
15. Прямая и точка в плоскости. Как определяется на чертеже, принадлежит ли прямая плоскости?
16. Особые линии плоскости.
17. Параллельность прямой и плоскости.
18. Перпендикулярность прямой и плоскости.
19. Способы преобразования комплексного чертежа.
20. Метрические задачи. Способ замены плоскостей проекций (сущность способа).
21. Метрические задачи. Способ плоскопараллельного перемещения (сущность способа).
22. Основные виды многогранников. Дайте определение пирамиды. Из каких элементов состоит многогранник?
23. Поверхности вращения. Цилиндр. Какие фигуры получаются в сечении цилиндра плоскостью?
24. Поверхности вращения. Конус. Какие фигуры получаются в сечении конуса различными плоскостями?
25. Поверхности вращения. Сфера. Какая фигура получается при пересечении сферы плоскостью?

**Перечень практических заданий (задач, навыков, нормативов и т.п.)
для проведения промежуточной аттестации (в форме дифференцированного
зачета) по итогам освоения дисциплины «Начертательная геометрия.
Инженерная графика»**

1. Построить точку пересечения прямой с плоскостью общего положения и определить видимость участков этой прямой.
2. Построить линию наибольшего наклона плоскости к горизонтальной (фронтальной) плоскости проекций.
3. Определить угол наибольшего наклона плоскости к горизонтальной (фронтальной) плоскости проекций.
4. Построить следы прямой.
5. Через точку A провести прямую, скрещивающуюся с прямой l .
6. Через точку A провести прямую, пересекающую прямую l .
7. В плоскости построить горизонталь (фронталь).
8. Построить фронтальные (горизонтальные) проекции точки и прямой, принадлежащих плоскости.
9. Определить натуральную величину отрезка прямой общего положения и углы наклона его к плоскостям проекций.
10. Определить расстояние от точки до плоскости общего положения.
11. Определить натуральную величину расстояния от точки до прямой.
12. Определить натуральную величину треугольника.
13. Определить расстояние между параллельными прямыми.
14. Определить кратчайшее расстояние между скрещивающимися прямыми.
15. Определить натуральную величину двугранного угла.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации (в форме экзамена) по итогам освоения дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика»

1. Какие форматы листов чертежей устанавливает ГОСТ 2.301-68?
2. Какие типы линий устанавливает ГОСТ 2.303-68? Их основное назначение.
3. В каких пределах рекомендуется брать толщину основной сплошной линии по ГОСТ 2.303-68?
4. Какой толщины должны быть размерные и выносные линии?
5. Что такое масштаб чертежа? Какие масштабы устанавливает ГОСТ 2.302-68?
6. Какие типы и размеры чертежного шрифта устанавливает ГОСТ 2.304-81?
7. Что на чертеже называется изображением? Как они делятся в зависимости от содержания?
8. Какое изображение называется видом и сколько их может быть на чертеже? Какие виды являются основными?
9. Какое изображение называется разрезом? Как делятся разрезы в зависимости от направления секущих плоскостей?
10. Какое изображение называется сечением? Какие бывают сечения?
11. Какие существуют способы нанесения размеров?
12. На каком минимальном расстоянии от контура изображения рекомендуется проводить размерные линии?
13. Каким должно быть количество размеров на чертеже детали?
14. Какое соединение называется неразъемным? Какие соединения относятся к неразъемным?
15. Какое соединение называется разъемным? Какие соединения относятся к разъемным?
16. Назначение резьб. Классификация резьб.
17. Как обозначается метрическая резьба?
18. Как изображается наружная резьба на чертеже? Как изображается резьба в отверстиях?
19. Как выполняется штриховка детали, если в разрез попала резьба, отверстие, стержень?
20. Дайте определение детали. Какой вид изделия называется сборочной единицей?
21. Какой чертеж называют сборочным? Какие размеры содержит сборочный чертёж?
22. Что называется детализированием сборочного чертежа и каково его назначение?
23. Что такое спецификация?
24. Что такое эскиз детали? Что такое рабочий чертеж детали?
25. Что представляют собой координационные оси на строительных чертежах? Принцип маркировки координационных осей.
26. Какие чертежи называются строительными? Какой способ нанесения размеров принимается на строительных чертежах?

27. Что называется планом здания? Что на нем изображают?
28. Как изображаются оконные и дверные проёмы на плане здания?
29. Что представляет собой фасад здания и что показывают на нём?
30. Что представляет собой разрез здания и какие конструктивные элементы здания на нем вычерчивают?
31. Как графически изображаются лестничные марши на плане здания?
32. Как обозначают высотные отметки уровня и на каких изображениях строительного чертежа их наносят? Что принимают за нулевую отметку на строительных чертежах?

**Перечень практических заданий (задач, навыков, нормативов и т.п.)
для проведения промежуточной аттестации (в форме экзамена)
по итогам освоения дисциплины
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»**

1. Построить три проекции пирамиды с призматическим вырезом.
2. Построить комплексный чертеж призмы с призматическим вырезом.
3. Выполнить комплексный чертеж усеченной пирамиды.
4. Построить три проекции усеченной призмы.
5. Построить комплексный чертеж усеченного конуса (цилиндра).
6. Построить комплексный чертеж цилиндра (конуса) с призматическим вырезом.
7. Построить две проекции конуса (сферы) с призматическим вырезом.
8. Нанести размеры, необходимые для изготовления детали, в соответствии с ГОСТ 2.307-2011.
9. Построить два (три) вида детали по заданным размерам; выполнить фронтальный разрез, совместив половину вида и половину разреза.
10. Построить три вида детали по ее аксонометрическому изображению, нанести размеры.
11. Начертить наружную резьбу по заданным размерам.
12. Начертить внутреннюю резьбу по заданным размерам.
13. Вычертить резьбовое соединение деталей, проставить размер резьбы.
14. Построить план второго этажа жилого здания.
15. Нанести необходимые размеры и маркировку координационных осей на плане здания.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

Абсцисса — координата (x) точки, это расстояние от начала координат вдоль оси пересечения горизонтальной и фронтальной плоскостей проекций до проекции точки на эту ось.

АксонOMETрическое проецирование состоит в том, что данная фигура вместе с осями прямоугольных координат, к которым эта система точек отнесена в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость.

Аппликата — координата (z) точки, это расстояние от начала координат вдоль оси пересечения фронтальной и профильной плоскостей проекций до проекции точки на эту ось.

Вид — изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Винтовые поверхности образуются при винтовом движении произвольной линии.

Внутренняя резьба выполнена в отверстии детали.

Габаритный размер — размер, определяющий предельные внешние (или внутренние) очертания изделия.

Горизонталь плоскости — это прямая, лежащая в ней и параллельная горизонтальной плоскости проекций.

Горизонтальная плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций.

Горизонтальная плоскость проекций расположена горизонтально.

Горизонтальная прямая параллельна горизонтальной плоскости проекций.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) — комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями всей страны.

Изделие — любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Изделие основного производства — это изделие, предназначенное для поставки (реализации).

Инженерная графика — наука об изложении и обосновании способов построения изображений пространственных форм на плоскости в практике выполнения технических чертежей, обеспечивая их выразительность и точность, а следовательно, и возможность осуществления изображенных предметов на практике.

Конструкторская база — поверхность, по отношению к которой ориентируется другая деталь изделия.

Конусность — это отношение диаметра основания конуса (или разности диаметров нижнего и верхнего оснований) к его высоте.

Кривая линия — ее можно представить себе как траекторию движущейся точки на плоскости или в пространстве.

Линейный размер — это длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса изделия на чертеже.

Линейчатая поверхность может быть образована прямой линией.

Масштаб — это отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре.

Метод Монжа — метод параллельного прямоугольного проецирования на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций.

Начало координат — это точка пересечения осей координат.

Начертательная геометрия — наука об изложении и обосновании способов построения изображений пространственных форм на плоскости и способов решения задач геометрического характера по заданным изображениям этих форм.

Наружная резьба выполнена на наружной поверхности детали.

Нелинейчатая поверхность — это поверхность, для которой только кривая линия может быть образующей.

Неразъемные соединения не предусматривают возможность их разборки, и которые, следовательно, нельзя разобрать без повреждения.

Ордината — координата (у) точки, это расстояние от начала координат вдоль оси пересечения горизонтальной и профильной плоскостей проекций до проекции точки на эту ось.

Ось координат — это прямая, по которой пересекаются плоскости координат.

Ось проекций — линия пересечения плоскостей проекций.

Параллельная проекция точки — это точка пересечения проецирующей прямой, проведенной параллельно заданному направлению из данной точки, с плоскостью проекций.

Пересекающиеся прямые. Если прямые линии пересекаются, то их одноименные проекции пересекаются между собой в точке, которая является проекцией точки пересечения этих прямых.

Плоскость — это поверхность, образуемая движением прямой линии, которая движется параллельно самой себе по неподвижной направляющей прямой.

Плоскость координат — это три взаимно перпендикулярных плоскости проекций.

Плоскость общего положения не перпендикулярна ни одной из плоскостей проекций.

Плоскость проекций — это плоскость, на которую проецируются точки.

Принципиальная схема — схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия.

Присоединительный размер — размер, определяющий величину элемента, по которому данное изделие присоединяют к другому изделию.

Проекция предмета на плоскость — это изображение на плоскости проекций предмета, расположенного в пространстве, полученное при помощи прямых линий — лучей, проведенных через каждую характерную точку предмета до пересечения этих лучей с данной плоскостью проекций.

Проекция точки предмета — это точка пересечения луча, проведенного через характерную точку предмета с плоскостью проекций.

Проецировать — это построить проекции точек.

Проецирующая плоскость — плоскость, перпендикулярная соответствующей плоскости проекций.

Проецирующий отрезок — отрезок, перпендикулярный соответствующей плоскости проекций.

Проецирующая прямая — луч, проведенный через каждую характерную точку предмета до его пересечения с плоскостью проекций.

Простой разрез выполнен одной секущей плоскостью.

Профильная плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Профильная плоскость проекций — это вертикальная плоскость проекций, перпендикулярная к горизонтальной и вертикальной плоскостям проекций.

Профильная прямая параллельна профильной плоскости проекций.

Прямая общего положения — прямая, ни одна из проекций которой не параллельна осям проекций и не перпендикулярна им.

Прямоугольные координаты точки — это числа, выражающие ее расстояние от трех взаимно перпендикулярных плоскостей проекций.

Разрез — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

Разъемными называют **соединения**, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения их составных частей.

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями.

Сборочный чертеж (СБ) — документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Сечение — изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Скрещивающиеся прямые линии не пересекаются и не параллельны между собой.

След плоскости — это прямая, по которой некоторая плоскость пересекает плоскость проекций.

След прямой — это точка, в которой прямая, заданная отрезком, пересекает плоскость проекций.

Сложный разрез выполнен несколькими секущими плоскостями.

Сопряжение — это плавный переход одной линии (прямой или кривой) в другую — кривую или прямую.

Спецификация — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Способ вращения обеспечивается изменением положения прямой линии или плоской фигуры путем поворота вокруг некоторой оси так, чтобы прямая или фигура оказалась в частном положении относительно неизменной системы плоскостей проекций.

Способ перемены плоскостей проекций обеспечивается введением дополнительных плоскостей проекций так, чтобы прямая линия или плоская фигура, не изменяя своего положения в пространстве, оказалась в каком-либо частном положении в новой системе плоскостей проекций.

Справочный размер — размер, не подлежащий выполнению по данному чертежу и указанный для большего удобства пользования чертежом.

Стандарт — нормативный документ по стандартизации, разработанный на основе согласия по существенным вопросам большинства заинтересованных сторон и принятый (утвержденный) признанным органом.

Схема — документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Технический рисунок — это наглядное изображение, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки, на глаз.

Технологическая база — поверхность, от которой в процессе обработки удобнее и легче производить измерение размеров.

Угловой размер — размер угла изделия на чертеже.

Уклон — это величина, характеризующая наклон одной прямой линии к другой прямой.

Установочный размер — размер, определяющий величину элемента, по которому данное изделие устанавливают на месте монтажа.

Фронтальная плоскость проекций расположена вертикально.

Фронталь плоскости — это прямая, лежащая в ней и параллельная фронтальной плоскости проекций.

Фронтальная плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций.

Фронтальная прямая параллельна фронтальной плоскости проекций.

Чертеж — это графическое изображение объекта (например, изделия) или его части на плоскости (чертежной бумаге, экране монитора и др.), передающее с определенными условностями в выбранном масштабе его геометрическую форму и размеры.

Чертеж детали — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Чертеж общего вида (ВО) — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Эпюр (эпюр Монжа) образуется в результате поворота плоскости π , вокруг оси проекций на угол 90° . Получим одну плоскость — плоскость чертежа; проекции точки расположатся на одном перпендикуляре к оси проекций — на линии связи. Это чертеж в системе π_1, π_2 (или в системе двух прямоугольных проекций).

Эскиз — это наглядное изображение, выполненное от руки, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба по правилам прямоугольного проецирования, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. Эскиз является временным чертежом и предназначен для разового использования.