

О.В. Георгиевский

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Рекомендовано

*Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области строительства
в качестве учебника для подготовки бакалавров
по направлению 270800 — «Строительство»*



**Издательство АСВ
Москва 2012**

УДК 73/76
ББК 30.11
Г 36

Рецензенты:

*Доцент кафедры ГИВР
Московского государственного строительного университета
В.Б. Бондаренко*

*Зав. секцией инженерной графики,
доцент кафедры «Инженерные дисциплины»
РЭА им. Г.В. Плеханова
к. ф.-м. н. **В.И. Веселов***

*Доцент кафедры начертательной геометрии и черчения,
доцент МАДИ,
к.т.н. **И.М. Рябикова***

Георгиевский О.В. Инженерная графика. Учебник для вузов. —
М.: Издательство АСВ, 2012. — 280 с., ил.

ISBN 978-5-93093-9064

Учебник по инженерной графике поможет студентам развить пространственное воображение и подготовит их к решению задач инженерной практики.

Для студентов дневного, заочного отделения и экстернатов строительных и архитектурных вузов.

Рекомендовано для направления подготовки специальности 270800 — «Строительство». Квалификация (степень) выпускника — бакалавр.

ISBN 978-5-93093-9064

© О.В. Георгиевский, 2012
© Издательство АСВ, 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебник может быть полезен студентам, обучающимся в строительных вузах без отрыва от производства и остающим студентам. Чтобы убедиться в том, что предложенный материал понят и усвоен, следует решить предложенные задачи на изучаемую тему. Перед каждой последующей темой, для лучшего ее понимания, надо просмотреть и восстановить в памяти материал предыдущей темы. Перед практическими занятиями следует восстановить в памяти материал предыдущих практических занятий.

Систематическое изучение курса начертательной геометрии поможет усвоить предложенный материал в полной мере. Если не будут усвоены хотя бы одна тема или одно практическое занятие, то это лишит студента возможности понять последующий материал.

Учебник состоит из четырех основных разделов по начертательной геометрии и инженерной графике:

- 1) ортогональные (прямоугольные) проекции;
- 2) способы преобразования проекций;
- 3) поверхности;
- 4) аксонометрия.

Дисциплина «Начертательная геометрия, черчение и машинная графика» является одной из основных общетехнических дисциплин в системе подготовки инженерных кадров, а приобретенные знания необходимы при изучении других общенаучных и специальных дисциплин.

Разделы «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Рисунки» взаимосвязаны, дополняют друг друга, единообразны для всех форм обучения студентов и введены в учебные планы всех инженерных специальностей, а также специальностей «Архитектор», «Реставратор», «Художник».

Изучение этих разделов должно проводиться методически. Целесообразно изучать инженерную графику как прикладную дисциплину параллельно с теоретической дисциплиной, начертательной геометрией и, одновременно, проводить занятия по рисунку.

Проектирование зданий и сооружений, изготовление их отдельных элементов, разработка и изготовление элементов декоративной отделки интерьеров, конструирование и изготовление деталей машин и механизмов сопровождаются соответствующими графическими изображениями: рисунками, чертежами, эскизами, а также пространственными моделями — макетами.

ВВЕДЕНИЕ

Начертательная геометрия является одним из разделов геометрии, в котором пространственные фигуры, представляющие совокупность точек, линий и поверхностей, изучаются по их проекционным отображениям.

Основными задачами курса начертательной геометрии являются: *изучение теоретических основ проектирования, способов построения изображений пространственных форм на плоскости и решение задач, относящихся к этим формам по их проекционным изображениям.*

Знания и умения, приобретаемые при изучении начертательной геометрии, являются одной из основ, формирующих инженера и подготавливающих его к решению задач инженерной практики. Начертательная геометрия развивает пространственное воображение, необходимое в любой области инженерной деятельности.

Начертательная геометрия является *основой черчения*. Чертеж же имеет в жизни общества огромное значение. Любому виду производства в той или иной степени сопутствуют чертежи. По чертежам *изготавливаются единичные детали*, по чертежам эти детали собираются в узлы и механизмы. По чертежам строят здания и сооружения, изготавливают и космические корабли, и предметы быта и т. д.

Один из основателей начертательной геометрии, французский ученый *Гаспар Монж (1764—1818)*, называл *чертеж языком техники, который является языком международным, одинаково понятным всем технически грамотным людям, независимо от того языка, на котором они говорят.*

Известна роль начертательной геометрии *в архитектуре, строительстве, изобразительном искусстве*. Благодаря начертательной геометрии появилась *возможность изображать на плоскости разнообразные формы рельефа земной поверхности* и решать простыми графическими способами задачи, связанные с проектированием дорог, каналов, гидростанций, тоннелей, а также определять объемы необходимых земельных работ.

Принятые обозначения

1. *Точки, расположенные в пространстве*, обозначают прописными буквами латинского алфавита A, B, C, D, \dots или римскими цифрами I, II, III, ..., ...

Ортогональные проекции точек — строчными буквами латинского алфавита или арабскими цифрами: a, b, c, d, \dots или $1, 2, 3, 4, \dots$ — на горизонтальной плоскости проекций; $a', b', c', d', \dots, 1', 2', 2', 4', \dots$ — на фронтальной плоскости проекций, a'', b'', c'', \dots

d', \dots — на профильной плоскости проекций.

2. *Прямые линии* в пространстве задаются отрезками: AB, CD, EF, \dots ; проекции отрезков прямых линий: $ab, a'b', cd, c'd', \dots$; $1-2, 1'-2', \dots$; $1-A, 1'-A', \dots$

3. *Плоскости*, расположенные в пространстве, — прописными буквами латинского алфавита: P, Q, R, S, T, \dots или ABC ; проекции отсеков плоскостей: abc, a', b', c', \dots ; плоскости проекций: горизонтальная — H , фронтальная — V , профильная — W ; плоскости, заданные следами: $P_H; P_V; Q_H; Q_V, \dots$

4. *Поверхности* — прописными буквами греческого алфавита: $\Gamma, \Pi, \Sigma, \Phi, \dots$

5. *Углы* — строчными буквами греческого алфавита: $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots$; символическими записями $\angle ABC$; прямой угол — графическим обозначением на изображении (обозначается дугой с точкой внутри).

6. *Проекции теней* от точек, прямых и плоскостей в ортогональных проекциях — строчными буквами латинского алфавита или арабскими цифрами с подстрочным индексом, обозначающим плоскость проекций: a_H, b_V, c_H, \dots , $1_H, 2_V, 3_H, \dots$ или с подстрочным индексом, обозначающим тени на других поверхностях: $a'_0, b'_0, \dots, 1'_0, 2'_0, 3'_0, \dots$

7. *АксонOMETрические и перспективные проекции* точек, прямых и плоскостей — буквами, соответствующими натуре, с добавлением значка «штрих» или без него: $A', A'B', A'B'C', \dots$; вторичные проекции точек, прямых и плоскостей — строчными буквами с добавлением значка «штрих» или без него: $a', b', c', d', \dots, a'b', a'b'c', \dots$

8. *АксонOMETрические и перспективные проекции теней* от точек, прямых и плоскостей — буквами, соответствующими натуре, с добавлением подстрочного индекса: A_0, B_0, C_0, \dots или индекса, обозначающего соответствующую плоскость проекций: A_H, B_H, C_V

9. *Основные операции*: совпадение (тождественность) двух геометрических элементов — $A \equiv B; a' \equiv b', \dots$, пересечение прямых, плоскостей — значком \times ; параллельность прямых, плоскостей — значком \parallel : $AB \parallel CD$.

10. *Главные линии в плоскости*: а) горизонталь — ГПГ — горизонтальная проекция горизонтали; ФПГ — фронтальная проекция горизонтали; б) фронталь — ФПФ — фронтальная проекция фронтали; ГПФ — горизонтальная проекция фронтали; в) ЛНС — линия наибольшего ската.

В России курс начертательной геометрии был введен в 1810 году в Институте корпуса инженеров путей сообщения. В 1816 году К.И. Потье создает первое руководство по этому предмету, в том же году переведенное на русский язык Я.А. Севостьяновым, который в 1824 году стал первым русским профессором по начертательной геометрии. В 1870 году профессор Н.И. Макаров (1824—1904) издает полный курс начертательной геометрии.

В двадцатом столетии начертательная геометрия развивалась благодаря усилиям: А.И. Добрякова (1897—1947), основателя кафедры начертательной геометрии МИСИ им. В.В.Куйбышева (МГСУ), а также Ю.И. Короева, М.А. Князькова, Н.С. Кузнецова, Н.А. Глаголева, С.А. Фролова, Н.Ф. Четверухина, В.А. Пеклича и др.

ЧАСТЬ I. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

ГЛАВА I. Ортогональные (прямоугольные) проекции

Тема 1. Предмет начертательной геометрии и методы проецирования

1.1. Метод проекций. Виды изображений

Метод проецирования является основной начертательной геометрии. Применяя выбранный способ, необходимо помнить, что проекционное изображение предмета должно обладать: *обратимостью, наглядностью, единством условностей.*

Обратимость — свойство изображения, позволяющее однозначно восстановить действительную форму и размеры предмета. По изображению предмет может быть изготовлен. Такое изображение называют *чертежом*.

Наглядность — свойство изображения, позволяющее составить *пространственное представление* о предмете. Важным элементом наглядности является *естественность*.

Единство условностей — правила, которым необходимо следовать при выполнении чертежей, чтобы каждый мог их «прочитать». Самым *естественным изображением* является *перспектива*. Широко применяются, как связанные между собой изображения,

аксонометрия и ортогональные проекции.

1.2. Проецирование

Аксонометрическое, ортогональное и параллельное проецирование значительно отличаются друг от друга, но построены при помощи одного и того же метода — проецирования.

Центральное (коническое или полярное) проецирование представляет собой общий случай проецирования геометрических образов из некоторого центра S на плоскость.

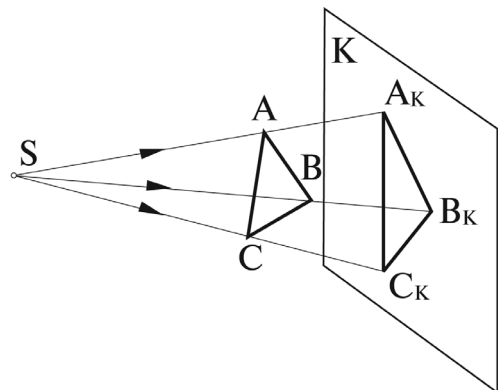


Рис. 1

Пусть задана плоскость K и треугольник ABC (рис. 1). Через точку S и точки A , B и C треугольника проведем проецирующие лучи до пересечения с плоскостью K в точках A_k , B_k и C_k .

Центральная проекция, обладающая большой наглядностью, имеет существенные недостатки, заключающиеся в сложности построения изображения предмета и определения его истинных размеров; применяется при построении перспективы зданий и сооружений, в живописи и т.п.

1.3. Параллельное проецирование

Параллельное проецирование (цилиндрическое) можно рассматривать как частный случай центрального проецирования с бесконечно удаленным центром проекций. Осуществляется пучком параллельных прямых.

Пусть требуется построить параллельную проекцию треугольника ABC на плоскость K (рис. 2).

Спроецируем в направлении S все точки треугольника на плоскость K .

В зависимости от направления проецирования по отношению к плоскости K различают два вида параллельных проекций: косоугольную, когда проецирующие лучи не перпендикулярны к плоскости K , и прямоугольную, или ортогональную, когда проецирующие лучи перпендикулярны к плоскости проекций

Несмотря на то, что параллельное проецирование, по сравнению с центральным, дает меньшую наглядность, параллельные проекции, и особенно ортогональные, обладают удобоизмеряемостью и простотой построения. Поз-

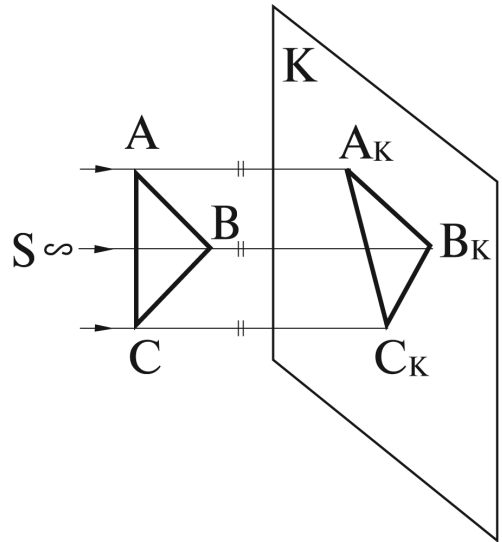


Рис. 2

тому ортогональное проецирование широко распространено в технике и является основным методом курса начертательной геометрии.

1.4. Основные свойства проецирования

Свойства фигур, не изменяющиеся при проектировании, называют *неизменными*, или *инвариантными*, свойствами данного проецирования.

Свойствами, относящимися к ортогональному проецированию, являются:

- любой отрезок прямой или кривой, параллельный плоскости проекций, проецируется на эту плоскость без искажения;
- любая плоская фигура, параллельная плоскости проекций, проецируется на эту плоскость без искажения;
- проекция любой фигуры (плоской фигуры, отрезка линии и т.д.) не может быть больше самой фигуры.

Тема 2. Проецирование точки, прямой на две взаимно перпендикулярные плоскости (как частный случай параллельного проецирования)

2.1. Проекции точки на три взаимно перпендикулярные плоскости (эпюр точки)

Зададим две взаимноперпендикулярные плоскости проекции, вертикальную — $V (\Pi_2)$ и горизонтальную — $H (\Pi_1)$ и точку A , не инцидентную этим плоскостям (рис. 3). Плоскость V назовем фронтальной плоскостью проекций; H — горизонтальной плоскостью проекций; W — профильной плоскостью проекций (Π_3).

Для более удобного построения ортогональных проекций объекта строят плоский чертеж двух проекций. Такой чертеж можно получить путем вращения проекций вокруг линии их пересечения (ось проекций — X) до совмещения

со второй плоскостью проекций. Например, вращением плоскости проекций H вокруг линии X можно совместить ее с плоскостью проекций V (рис. 4). Обе плоскости проекций безграничны и делят все пространство на четыре двугранных угла пространства, называемых *четвертями*, или *октантами*. Порядок их нумерации приведен на рис. 5. Преимущественно пользуются первой четвертью, заключенной между передней полой плоскости H и верхней полой плоскости V . Это обстоятельство обусловлено тем, что наблюдатель, рассматривающий изображаемый предмет, предполагается находящимся всегда в первой четверти, а так как плоскости проекций считаются непрозрачными, то видимыми будут только точки,

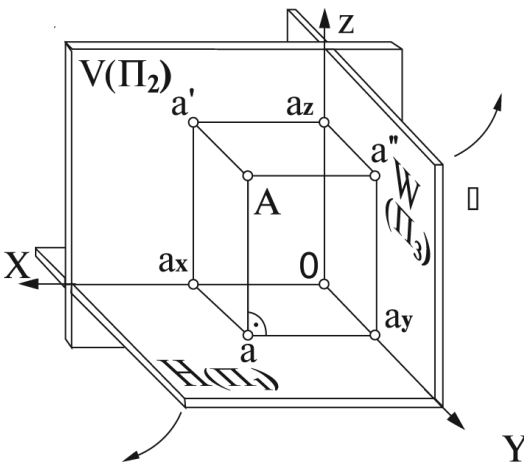


Рис. 3

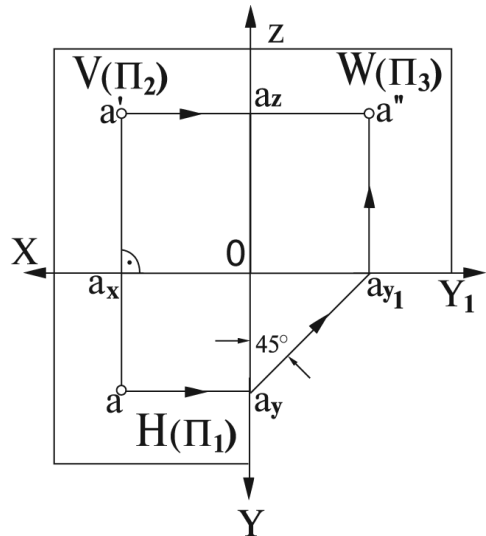


Рис. 4

расположенные в первой четверти. Для построения проекции точки A на плоскости H проведем через нее проецирующий луч Aa , перпендикулярный к этой плоскости. Точка a пересечения этого луча с плоскостью H будет искомой горизонтальной проекцией точки A (a' — фронтальная проекция точки A ; a'' — профильная проекция точки A).

По данным двум ортогональным проекциям некоторой точки можно определить положение этой точки в пространстве. Для этого необходимо в каждой из ее проекций восстановить перпендикуляр к плоскости проекций. Точка пе-

ресечения этих перпендикуляров будет искомой точкой пространства. Очевидно, что здесь возможно только единственное решение и поэтому: *две ортогональные проекции точки полностью определяют положение этой точки в пространстве.*

Прямая $a'a$ (см. рис. 4) называется *вертикальной линией связи*.

Чертеж, на котором представлены несколько связанных между собой проекций точки (предмета), совмещенных с одной плоскостью, называется *комплексным чертежом* или *эпюром*, что в переводе с французского означает — чертеж, проект.

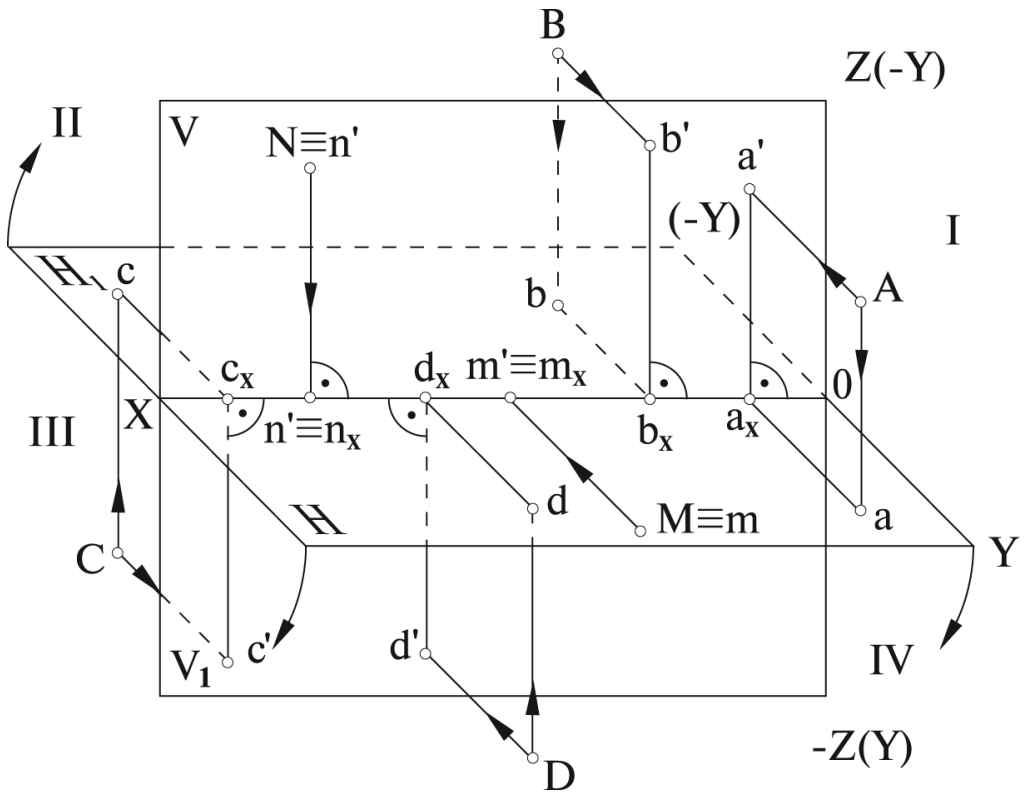


Рис. 5

Рассмотрим различные положения точек относительно плоскостей проекций.

Пусть дана некоторая модель пространства (см. рис. 5) A, B, D, C, M и N .

Перевернем эту модель так, чтобы ось X оказалась в направлении луча зрения, тогда ось проекций изобразится точкой X , а плоскости H и V — взаимно перпендикулярными прямыми (рис. 5). Точки A, B, C, D , расположенные в различных четвертях, и точку N плоскости V спроецируем на плоскости проекций V и H . Для совмещения указанных плоскостей повернем H вокруг оси X до совмещения с V . Передняя часть плоскости H (полуплоскость) переместится вниз, а ее задняя левая

часть переместится вверх. Соответственно переместятся и проекции этих точек. Если затем перевернуть рис. 5 на 90° вокруг вертикальной оси, то получим обычный комплексный чертеж изображаемых точек (рис. 6). Контур, придающие наглядность плоскостям проекций, на эпюре изображать не следует.

Положение точек относительно плоскостей легко определить на чертеже (см. рис. 5, 6).

Совокупность точек, одинаково удаленных от двух плоскостей проекций, является биссекторной плоскостью. Эта плоскость проходит через ось проекций X и делит двугранный угол между плоскостями на две равные части.

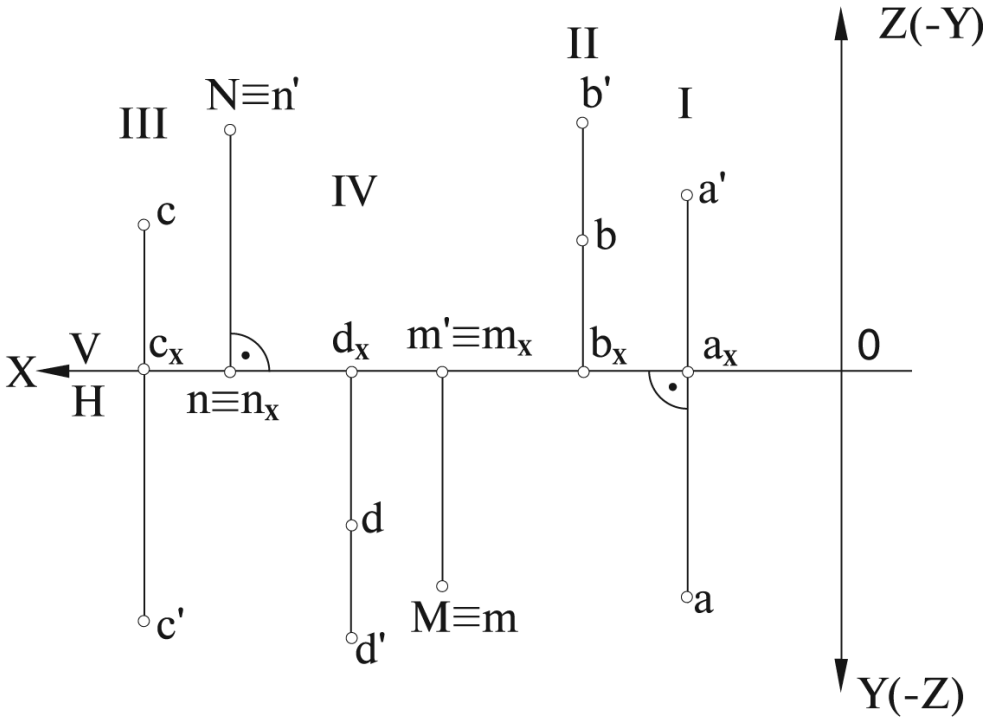


Рис. 6

Рассмотрим различные положения точек относительно плоскостей проекций.

Пусть дана некоторая модель пространства (см. рис. 5) A, B, D, C, M и N .

Перевернем эту модель так, чтобы ось X оказалась в направлении луча зрения, тогда ось проекций изобразится точкой X , а плоскости H и V — взаимно перпендикулярными прямыми (рис. 5). Точки A, B, C, D , расположенные в различных четвертях, и точку N плоскости V спроецируем на плоскости проекций V и H . Для совмещения указанных плоскостей повернем H вокруг оси X до совмещения с V . Передняя часть плоскости H (полуплоскость) переместится вниз, а ее задняя левая часть переместится вверх. Соответственно переместятся и проекции этих точек. Если затем перевернуть рис. 5 на 90° вокруг вертикальной оси, то получим обычный комплексный чертеж изображаемых точек (рис. 6). Контуры, придающие наглядность плоскостям проекций, на эюре изображать не следует.

Положение точек относительно плоскостей легко определить на чертеже (см. рис. 5, 6).

Совокупность точек, одинаково удаленных от двух плоскостей проекций, является *биссекторной плоскостью*. Эта плоскость проходит через ось проекций X и делит двугранный угол между плоскостями на две равные части.

2.2. Прямая линия

Прямая линия представляет собой линию (множество точек), вдоль которой расстояние между двумя ее точками является кратчайшим.

Прямые, по отношению к плоскостям проекций, делятся на прямые общего и частного положения.

Прямые общего положения

Прямой общего положения (рис. 7) называют прямую, непараллельную ни одной из плоскостей проекций.

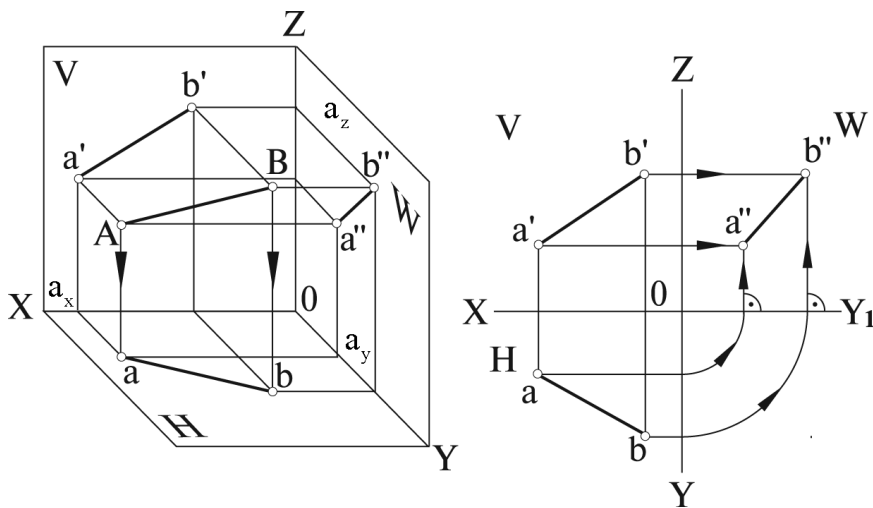


Рис. 7

При ортогональном проецировании на плоскость H прямая AB проецируется в прямую ab . Величина проекций измеряется в пределах от нуля до натуральной величины ($H.V.$). Искаженно проецируются углы наклона этой прямой к плоскостям проекций.

Прямые частного положения

Всякую линию, параллельную плоскости проекций, называют линией уровня. В начертательной геометрии различают три основные линии уровня: *горизонталь*; *фронталь*; *профильная линия*.

Горизонталью называют всякую линию, параллельную горизонтальной плоскости проекций (рис. 8).

Фронтальная проекция горизонтали всегда перпендикулярна линиям связи. Любой отрезок горизонтали проецируется на горизонтальную плоскость проекций в натуральную ($H.V.$) величину. В натуральную величину проецируется на эту плоскость и угол наклона горизонтали к фронтальной плоскости проекций.

В качестве примера на рис. 8 дан комплексный чертеж горизонтали

AB , наклоненной к плоскости V под углом β .

Из чертежа видно, что все точки горизонтали имеют одинаковые высоты. Поэтому ее фронтальная проекция $\Phi.П.Г.$ перпендикулярна линиям связи, горизонтальная проекция $Г.П.Г.$ наклонена к прямой, перпендикулярной линиям связи, на угол β , равный углу наклона этой прямой к плоскости V , и $AB=a'b'$.

Фронталью называют линию, параллельную фронтальной плоскости проекций (рис. 9). Горизонтальная проекция фронтали всегда перпендикулярна линиям связи. Любой отрезок фронтали проецируется на фронтальную плоскость проекций в истинную величину. В истинную величину проецируется на эту плоскость и угол наклона фронтали к горизонтальной плоскости проекций α . *Профильной линией* называют линию, параллельную профильной плоскости проекций (рис. 10). Горизонтальная проекция профильной линии параллельна линиям связи этих проекций. Любой отрезок профильной линии проецируется на плоскость W в истинную величину.

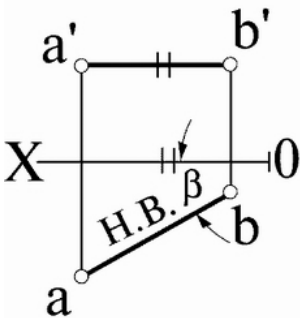


Рис. 8

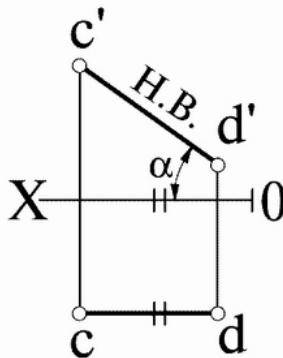


Рис. 9

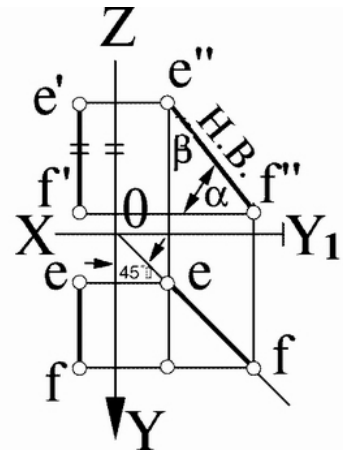


Рис. 10

Проецирующие прямые

Проецирующими прямыми называют прямые уровня, перпендикулярные к плоскостям проекций, т.е. линии двойного уровня.

Горизонтально проецирующей прямой называют прямую, перпендикулярную к плоскости H . Любой отрезок этой прямой проецируется на плоскость V без искажения, а на плоскость H в одну точку — след (т.е. точку пересечения прямой с плоскостью проекций) (рис. 11).

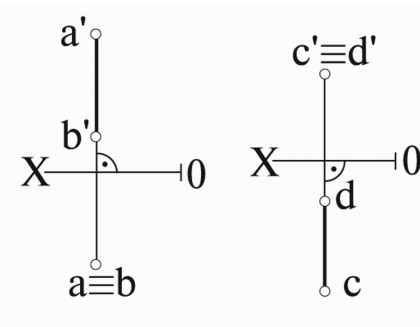


Рис. 11

Рис. 12

Фронтально проецирующей прямой называют прямую, перпендикулярную к плоскости V . Любой отрезок этой прямой проецируется на плоскость H

без искажения, а на плоскость V в одну точку — след (рис. 12).

Если точка принадлежит прямой, то проекции этой точки лежат на одноименных проекциях данной прямой.

2.3. Следы прямой линии

Так как следом прямой линии является точка пересечения прямой с плоскостью проекций, то, по крайней мере, одна координата такой точки равна нулю. В зависимости от того, с какой плоскостью проекций пересекается прямая, след прямой называется: фронтальным, горизонтальным или профильным.

Чтобы построить горизонтальный след прямой M , нужно отметить точку пересечения фронтальной проекции прямой с осью X и из полученной точки восстановить перпендикуляр до пересечения с горизонтальной проекцией прямой.

Фронтальным следом прямой является такая ее точка, координата которой равна нулю.

Чтобы построить фронтальный след прямой линии N , нужно отметить точку пересечения горизонтальной проекции прямой с осью X (рис. 13 и 14) и через эту точку провести линию

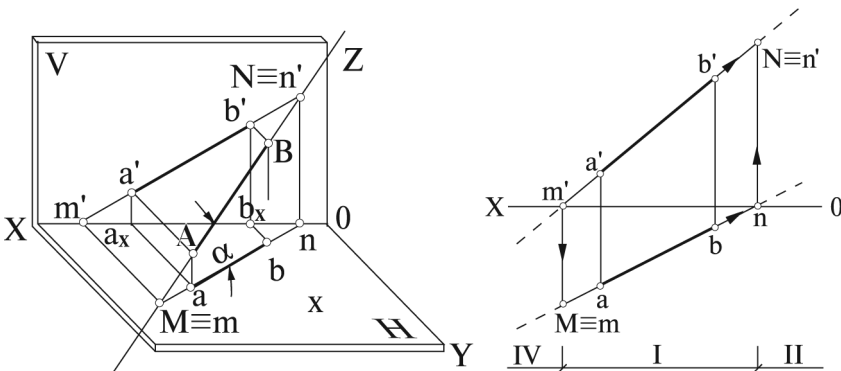


Рис. 13

связи до пересечения с фронтальной проекцией прямой N' . Определение $H.V.$ способом треугольника показано на рис. 15 (в пространстве); а на рис. 16 и 17 показано определение прямой $H.V.$ на плоскости H и V .

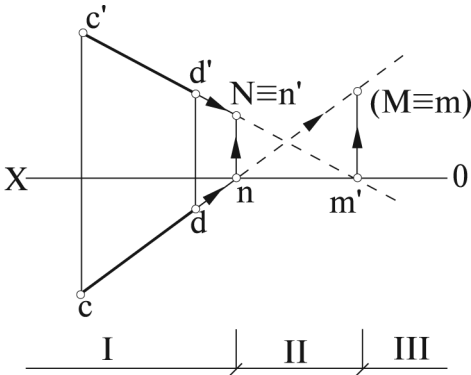


Рис. 14

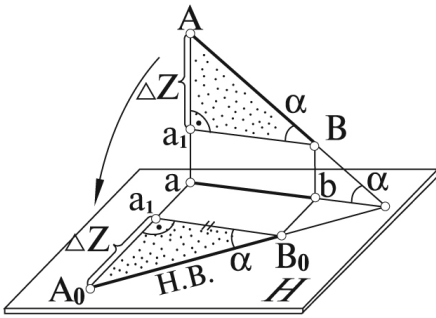


Рис. 15

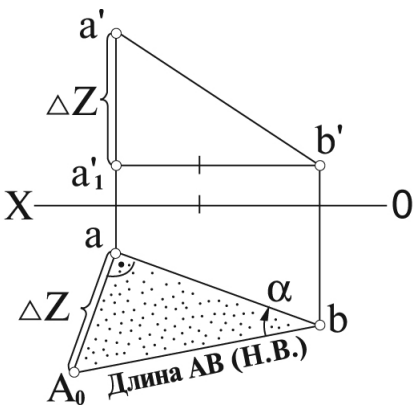


Рис. 16

2.4. Взаимное расположение двух прямых

Две прямые в пространстве могут:
а) пересекаться, т.е. иметь общую точку;

б) быть параллельными, т.е. не иметь общей точки, но лежать в одной плоскости;

в) скрещиваться, т.е. не лежать в одной плоскости. (Иными словами, через две скрещивающиеся прямые нельзя провести плоскость).

Пересекающиеся прямые

Точки пересечения на эпюре их одноименных проекций в плоскостях H и V (W) лежат на одном перпендикуляре к оси X (рис. 18).

Параллельные прямые

а) Если прямые параллельны, то на эпюре их одноименные проекции параллельны (рис. 19).

б) Если на эпюре одноименные проекции прямых на плоскости H и V параллельны, то эти прямые параллельны.

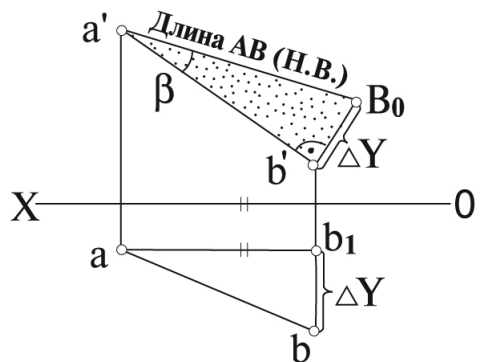


Рис. 17

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
ЧАСТЬ I. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ	6
ГЛАВА I. Ортогональные (прямоугольные) проекции	6
<i>Тема 1.</i> Предмет начертательной геометрии и методы проецирования	6
<i>Тема 2.</i> Проецирование точки, прямой на две взаимно перпендикулярные плоскости (как частный случай параллельного проецирования)	8
<i>Тема 3.</i> Плоскость	17
<i>Тема 4.</i> Взаимное расположение двух плоскостей	23
<i>Тема 5.</i> Многогранники общего вида	32
ГЛАВА II. Способы преобразования проекций	37
<i>Тема 6.</i> Различные способы вращения	37
<i>Тема 7.</i> Способ перемены плоскостей проекций	41
ГЛАВА III. Поверхности	43
<i>Тема 8.</i> Кривые линии	43
<i>Тема 9.</i> Образование и изображение поверхностей	45
<i>Тема 10.</i> Линейчатые поверхности неразвертываемые	47
<i>Тема 11.</i> Поверхности вращения	49
<i>Тема 12.</i> Пересечение кривых поверхностей плоскостью	52
<i>Тема 13.</i> Пересечение поверхности прямыми линиями	57
<i>Тема 14.</i> Взаимное пересечение поверхностей	59
<i>Тема 15.</i> Развертка поверхностей	62
<i>Тема 16.</i> Частные случаи пересечения поверхностей второго порядка	66

Тема 17. Примеры практического применения некоторых видов поверхностей	69
Контрольные вопросы	70
ГЛАВА IV. Тени в ортогональных проекциях	72
ГЛАВА V. Перспектива и тени	80
ГЛАВА VI. Проекция с числовыми отметками	90
ГЛАВА VII. Аксонометрические проекции и тени в аксонометрии	46
Контрольные вопросы	104
Приложение № 1	105
Приложение № 2	106
ЧАСТЬ II. ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ	108
Введение	108
РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЫПОЛНЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ	110
ГЛАВА 1. Технические средства и приемы выполнения графических работ	110
§1.1. Чертежные инструменты, материалы, принадлежности, приборы и приспособления	110
§1.2. Оборудование рабочих мест и организация работы	114
ГЛАВА 2. Общие сведения по инженерной графике	116
§2.1. Виды чертежей и стандартов ЕСКД и СПДС	116
§2.2. Размеры чертежных листов	117
§2.3. Форматы и основные надписи	117
§2.4. Масштабы (ГОСТ 2.302–68)	121

§2.5. Линии чертежа	122
§2.6. Графические обозначения материалов и правила их нанесения на чертежи	127
§2.7. Шрифты. Надписи на чертежах	130
ГЛАВА 3. Правила простановки размеров на чертежах	132
§3.1. Нанесение размеров на чертежи	132
§3.2. Нанесение знаков диаметра и радиуса	135
§3.3. Нанесение размерных знаков на чертеже	137
ГЛАВА 4. Геометрические построения на чертежах	139
§4.1. Уклон и конусность	139
§4.2. Деление окружности на равные части	140
§4.3. Сопряжения	141
§4.4. Построение плоских кривых	143
РАЗДЕЛ II. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ	147
ГЛАВА 5. Методы изображения предметов и расположение видов на чертежах	147
§5.1. Общие положения	147
§5.2. Виды	147
§5.3. Разрезы	149
§5.4. Сечения	152
§5.5. Выносные элементы	154
§5.6. Условности и упрощения	154
§5.7. Построение третьего вида изображения детали по двум данным видам	156
РАЗДЕЛ III. ОСНОВЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ	158
ГЛАВА 6. Вычерчивание разъемных и неразъемных соединений	158
§6.1. Детали соединений и резьбы	158
§6.6. Обозначение и изображение резьбы на чертежах	160

§6.3. Вычерчивание болтов	162
§6.4. Соединение деталей болтом и гайкой	164
§6.5. Чертежи шпилечного соединения	165
§6.6. Чертежи соединений труб на резьбе	167
§6.7. Чертежи соединений сварными швами	168
ГЛАВА 7. Рабочие чертежи и эскизы деталей	171
§7.1. Понятие о рабочих чертежах и составлении эскизов	171
§7.2. Основные сведения об эскизах	171
§7.3. Обмер деталей и нанесение размеров	172
§7.4. Оформление рабочих чертежей деталей	174
ГЛАВА 8. Составление и чтение сборочных чертежей	176
§8.1. Понятие о сборочных чертежах и их составлении	176
РАЗДЕЛ IV. ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ	181
ГЛАВА 9. Общие сведения о строительных чертежах	181
§9.1. Типы зданий и стадии проектирования	181
§9.2. Марки основных комплектов рабочих чертежей	181
§9.3. Модульная координация размеров в строительстве	182
§9.4. Общие правила графического оформления строительных чертежей	184
ГЛАВА 10. Основные требования к архитектурно-строительным чертежам	190
§10.1. Общие требования к составу документации	190
§10.2. Общие требования к комплектованию документации	190
§10.3. Общие правила выполнения документации	191
§10.4. Нанесение размеров, уклонов, отметок, надписей	192
§10.5. Изображения (виды, разрезы, сечения, фрагменты)	196
§10.6. Правила выполнения спецификаций на чертежах (ГОСТ 21.101—97)	198
§10.7. Особенности оформления чертежей	199

ГЛАВА 11. Чертежи зданий и их конструкций	200
§11.1. Краткие сведения об основных конструктивных и архитектурных элементах здания	200
§11.2. Условные изображения элементов зданий и некоторых санитарно-технических устройств	205
РАЗДЕЛ V. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ	209
ГЛАВА 12. Основной комплект рабочих чертежей архитектурных решений	209
§12.1. План здания	211
§12.2. Чертежи разрезов зданий	214
§12.3. Чертежи лестниц	220
§12.4. Чертежи фасадов зданий	226
РАЗДЕЛ VI. ЧЕРТЕЖИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	230
ГЛАВА 13. Чертежи железобетонных изделий и конструкций	230
§13.1. Общие сведения	230
§13.2. Условные изображения элементов конструкций	233
§13.3. Общие правила оформления чертежей железобетонных конструкций	234
§13.4. Схемы расположения элементов	237
§13.5. Чертежи элементов монолитных и сборных железобетонных изделий и конструкций	239
ГЛАВА 14. Чертежи металлических конструкций	241
§14.1. Общие сведения	241
§14.2. Условные изображения элементов конструкций	242
§14.3. Общие правила оформления чертежей металлических конструкций	244
§14.4. Общие виды, планы и разрезы металлических конструкций зданий	249
ГЛАВА 15. Чертежи деревянных конструкций и столярных изделий	255
§15.1. Общие положения	255

§15.2. Условные изображения элементов деревянных изделий	256
§15.3. Общие правила оформления чертежей деревянных конструкций	256
§15.4. Виды клееных соединений древесины и их элементы	257
§15.5. Чертежи столярных изделий	259
ГЛАВА 16. Чертежи каменных конструкций	260
Вопросы к зачету по инженерной графике	262
<i>Приложение 1.</i> Перечень нормативно-технической документации, требования которой подлежат учету при выполнении дипломных проектов	264
<i>Приложение 2.</i> Шрифты	265
<i>Приложение 3.</i> Габаритные размеры окон и балконных деревянных дверей в жилых зданиях (ГОСТ 24.700—81)	266
<i>Приложение 4.</i> Различные типы входных и внутренних дверей в зданиях (ГОСТ 21.501—93)	267
<i>Приложение 5.</i> Пример заполнения титульного листа для расчетно-пояснительной записки к дипломному проекту	268
ЛИТЕРАТУРА	269

Георгиевский Олег Викторович

Инженерная графика

Учебник для вузов

Компьютерная верстка *В.П. Бурмакин*
Редактор *В.П. Бурмакин*

Дизайн обложки *Н.С. Романова*
Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.

Подписано в печать 24.08.2012. Формат 70×100/16
Печать офсетная. Уч.-изд.л. 17,5.
Тираж 500 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511.
Тел., факс: (499) 183-56-83. E-mail: iasv@mgsu.ru. Сайт: www.iasv.ru