

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Г.И.Касперов, Б.В.Войтеховский, В. С. Исаченков

ИНЖЕНЕРНАЯ И МАШИННАЯ ГРАФИКА

Тексты лекций с элементами мультимедиа

для студентов специальностей

1-25 01 07 «Экономика и управление

на предприятии»,

1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»,

1-26 02 02 «Менеджмент», 1-26 02 03 «Маркетинг»,

1-47 01 01 «Издательское дело»

Минск 2011

УДК 744(075.8)

ББК 30.11я73
К 28

Рецензенты:

Зав. кафедрой новых материалов и технологий института повышения квалификации и переподготовки кадров Белорусского национального технического университета

кандидат технических наук *С.С.Карпович*;

Зав. кафедрой инженерной графики строительного профиля Белорусского национального технического университета

кандидат технических наук доцент *И.М.Шуберт*

Касперов Г.И.

К 28 Инженерная и машинная графика: Тексты лекций с элементами мультимедиа для студентов специальностей 1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии», 1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», 1-26 02 02 «Менеджмент», 1-26 02 03 «Маркетинг», 1-47 01 01 «Издательское дело» / Г.И.Касперов, Б.В.Войтеховский, В.С. Исаченков. – Минск : БГТУ, 2011. – 58 с.

В текстах лекций в соответствии с программами изложен метод проецирования, позволяющий строить изображения пространственных геометрических образов на плоскости, рассмотрены способы решения основных задач на чертеже и правила изображения на чертеже деталей. Приведены примеры, облегчающие выполнение самостоятельных графических работ студентами.

УДК 744(075.8)
ББК 30.11я73

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2011

ПРЕДИСЛОВИЕ

Инженерная и машинная графика – одна из дисциплин, составляющих основу общеинженерной подготовки специалистов. Вместе с тем для различных специальностей в БГТУ на изучение данной дисциплины учебными программами отводится различное количество часов. Учебники и методическая литература разрабатываются и издаются применительно к специальностям с максимальным объемом учебных часов, что затрудняет ее освоение студентами нетехнических специальностей.

Теоретической базой инженерной и машинной графики является начертательная геометрия, позволившая создать одно из гениальнейших изобретений человеческой мысли – чертеж. Чертеж – это своеобразный графический язык, с помощью которого, используя лишь точки, линии, геометрические знаки, буквы и цифры, изображаются самые разнообразные поверхности, машины, приборы, инженерные сооружения и т. д. Этот язык является интернациональным, понятным любому технически подготовленному человеку, независимо от того, на каком языке он говорит.

Велика роль начертательной геометрии и при изучении естественных наук, когда изучаемые или анализируемые свойства сопровождаются доступными для человеческого восприятия наглядными геометрическими моделями, позволяющими развивать логическое мышление.

Предлагаемые мультимедийные тексты лекций «Инженерная и машинная графика» составлены применительно к учебным программам для студентов инженерно-экономического факультета и факультета издательского дела и полиграфии. Каждая из лекций (всего их девять) представляет собой самостоятельный раздел начертательной геометрии с необходимыми теоретическими и инженерными обоснованиями.

Использование данного пособия позволит студентам различных форм обучения самостоятельно осваивать основы начертательной геометрии и проекционного черчения, создавать фундамент инженерных знаний по указанным дисциплинам.

Составители выражают благодарность инженеру-программисту лаборатории ИТОЭУИиДО Столбунову Д.А. за помощь в разработке мультимедийного обеспечения текстов лекций.

Лекция 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРТОГОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Предмет и метод начертательной геометрии

Начертательная геометрия, являясь одной из ветвей геометрии, имеет ту же цель, что и геометрия вообще, а именно: изучение форм предметов окружающего нас мира и отношений между ними, установление соответствующих закономерностей и использование их при решении конкретных задач.

Начертательную геометрию выделяет то, что она для решения общегеометрических задач использует графический путь, при котором геометрические свойства фигур изучаются непосредственно по чертежу. В других ветвях геометрии чертеж является вспомогательным средством (в основном с помощью чертежа иллюстрируются свойства фигур).

Для того чтобы чертеж стал геометрически равноценным изображением предмета (фигуры), он должен быть построен по определенным геометрическим законам. В начертательной геометрии чертеж строится с использованием проектирования, поэтому чертежи, применяемые в начертательной геометрии, носят название проекционных чертежей.

Таким образом, содержанием начертательной геометрии является:

- исследование способов построения проекционных чертежей;
- решение геометрических задач, относящихся к пространственным фигурам;
- приложение способов начертательной геометрии к исследованию практических и теоретических вопросов науки и техники.

Краткие сведения по истории развития начертательной геометрии

Начертательная геометрия возникла из потребностей практической деятельности человека. Задачи строительства различных сооружений, крепостных укреплений, жилья, храмов требовали предварительного их изображения. От примитивных рисунков, передававших приближенные геометрические формы сооружений, постепенно совершался переход к составлению проекционных чертежей, отражавших геометрические свойства изображаемых на них объектов.

Выдающуюся роль в развитии начертательной геометрии как науки сыграл французский геометр и инженер Гаспар Монж, который систематизировал и обобщил накопленный к тому времени опыт и теоретические познания в области изображения пространственных фигур на плоскости. В своем труде «Начертательная геометрия», изданном в 1798 году, Г. Монж дал первое научное изложение общего метода изображения пространственных фигур на плоскости.

Впервые в России курс начертательной геометрии начал преподаваться в 1810 году в Институте корпуса инженеров путей сообщения в Санкт-Петербурге учеником Г. Монжа французским инженером К. Потье, который издал в 1816 году курс начертательной геометрии на французском языке. С 1818 года преподавание начертательной геометрии стал вести профессор Севастьянов Яков Александрович, который перевел курс начертательной геометрии К. Потье на русский язык. В 1821 году Я. А. Севастьянов написал собственный курс лекций по начертательной геометрии.

Высокому уровню преподавания начертательной геометрии способствовали курсы лекций преемников Я. А. Севастьянова – Н. И. Макарова, В. И. Курдюмова, Е. С. Федорова, Н. Ф. Четверухина, В. О. Гордона и др.

Принятые обозначения

1. Точки пространства обозначают прописными буквами латинского алфавита: $A, B, C, D...$ или цифрами: $1, 2, 3...$

2. Прямые и кривые линии пространства – строчными буквами латинского алфавита: $a, b, c, d...$

3. Плоскости и поверхности – прописными буквами латинского алфавита: $P, Q, F, V, W...$

4. Плоскость проекций и поле проекций – π (строчная буква греческого алфавита).

5. При образовании комплексного чертежа плоскости проекций и поле проекций обозначают буквой π с добавлением подстрочного индекса 1, 2, 3, 4... при этом: горизонтальная плоскость проекций обозначается π_1 ; фронтальная плоскость проекций – π_2 ; профильная плоскость проекций – π_3 . Новую плоскость проекций, отличную от указанных выше, обозначают: $\pi_4, \pi_5, \pi_6...$

6. Проекции точек, прямых и плоскостей обозначают теми же буквами, какими обозначены их оригиналы, с добавлением индекса, соответствующего индексу плоскости проекций. Так, проекции точки A , прямой a и плоскости Θ соответственно обозначают:

– на плоскости π_1 – A', a', Q' ;

– на плоскости π_2 – A'', a'', Q'' ;

– на плоскости π_3 – A''', a''', Q''' .

7. Для указания способа задания плоскости рядом с буквенным обозначением плоскости в скобках пишутся обозначения тех элементов, которыми они заданы, например: $Q(A, B, C), P(a // b), V(m \times n)$.

8. Для некоторых прямых и плоскостей присвоены постоянные обозначения.

Линии уровня обозначают:

– горизонталь – h ;

– фронталь – f ;

– профильная – p .

Плоскости уровня обозначают:

– горизонтальная – H ;

– фронтальная – F ;

– профильная – P .

9. Углы обозначают следующими строчными буквами: $\alpha, \beta, \gamma, \delta...$

10. Основные операции обозначаются: совпадение двух геометрических элементов – \equiv ; принадлежность одного геометрического элемента другому – знаком \supset или \subset (знак включения); пересечение двух элементов – знаком \times ; результат геометрической операции – знаком $=$.

11. Следы плоскости:

– горизонтальный – P_h ;

– фронтальный – P_v ;

– профильный – P_w .

Основные свойства проецирования

Центральное проецирование (перспектива) заключается в построении изображения (*проекции*) точки A' (A' - точка пересечения прямой SA , называемой *проецирующим лучом*, проходящей через точку A и точку S (*центр проекций*) с плоскостью π_1 , называемой *плоскостью проекций* (рис. 1).

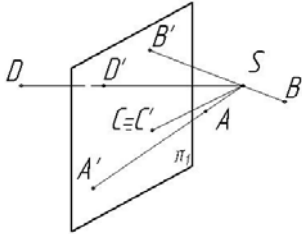


Рис. 1

Метод центрального проецирования точек пространства на плоскость проекций π_1 , можно записать с помощью следующего символического равенства:

$$A' = \pi_1 \times SA,$$

т. е. A' – точка пересечения плоскости π_1 с прямой SA .

Проецирование можно выполнить для любой точки пространства, за исключением точек, лежащих в плоскости, проходящей через центр проекций и параллельной плоскости проекций π_1 (*несобственные точки*).

На рис. 1 показано построение проекций точек A, B, C и D , произвольно расположенных относительно плоскости проекций π_1 и центра проекций S .

Изображение предметов при помощи центрального проецирования обладает большой наглядностью, но достаточно сложно и значительно искажает форму и размеры оригинала, так как не сохраняет параллельность прямых и отношения отрезков. Поэтому на практике чаще пользуются методом параллельного проецирования (в частности, ортогонального проецирования).

Параллельное проецирование предполагает заданными плоскость проекций π_1 и направление проецирования S , не параллельное плоскости проекций (рис. 2). При построении проекции A' какой-либо точки A необходимо провести через точку A проецирующую прямую, параллельную направлению проецирования S , до пересечения с плоскостью π_1 .

Основные свойства параллельного проецирования

Проекцией точки является точка.

Проекцией прямой линии является прямая линия.

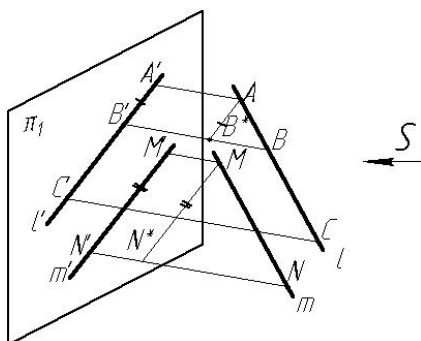


Рис. 2

Все прямые, проецирующие точки A, B, C данной прямой l (рис. 2), лежат в одной плоскости (называемой *проецирующей плоскостью*), проходящей через прямую l и параллельной направлению проецирования S . Данная плоскость пересекает плоскость проекций π_1 по прямой линии, которая, согласно определению проекции фигуры как совокупности проекций всех ее точек, и является проекцией прямой l . Эти свойства будем называть *свойствами прямолинейности*.

Проекцией точки, лежащей на некоторой прямой, является точка, лежащая на проекции данной прямой.

Это свойство, называемое *свойством принадлежности*, непосредственно следует из определения проекции фигуры как совокупности проекций всех точек.

Рассмотренные три свойства имеют место и при центральном проецировании.

Проекциями параллельных прямых являются параллельные прямые.

Если прямые l и m параллельны, то и проецирующие их плоскости будут параллельны как содержащие по паре пересекающихся соответственно параллельных прямых ($l \parallel m$, $AA' \parallel MM'$) (рис. 2). Отсюда следует, что $l' \parallel m'$ как прямые пересечения параллельных плоскостей третьей плоскостью. Это свойство называется свойством сохранения параллельности.

Отношение проекций отрезков, лежащих на параллельных прямых или на одной и той же прямой, равно отношению самих отрезков.

Пусть AB и MN – отрезки, лежащие на параллельных прямых l и m , а $A'B'$ и $M'N'$ – их проекции на плоскости π_1 (рис. 2).

Проведем в проецирующих плоскостях отрезки AB^* и MN^* , соответственно параллельные отрезкам $A'B'$ и $M'N'$. Очевидно, что треугольники ABB^* и MNN^* подобны, так как их соответственные стороны параллельны ($A'B' / M'N' = AB^* / MN^* = AB / MN$).

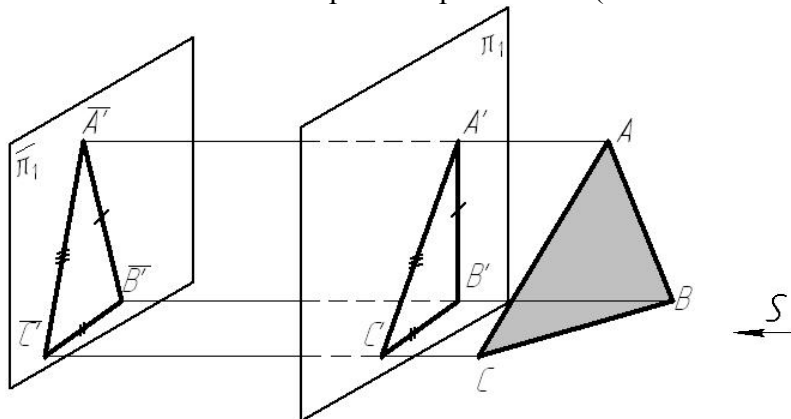


Рис. 3

Проекция фигуры не меняется при параллельном переносе плоскости проекций.

В качестве проецирующей фигуры возьмем треугольник ABC и спроецируем его по направлению S на плоскости π_1 и $\bar{\pi}_1$, параллельные между собой (рис. 3). Так как отрезки $A'A'$, $B'B'$, $C'C'$ параллельны и равны между собой, то четырехугольники $A'B'\bar{A}'\bar{A}'$, $B'C'\bar{B}'\bar{B}'$ и $C'A'\bar{C}'\bar{C}'$ являются параллелограммами. Поэтому у треугольников $A'B'C'$ и $\bar{A}'\bar{B}'\bar{C}'$ соответственные стороны равны и, следовательно, эти треугольники равны между собой.

Поэтому у треугольников $A'B'C'$ и $\bar{A}'\bar{B}'\bar{C}'$ соответственные стороны равны и, следовательно, эти треугольники равны между собой.

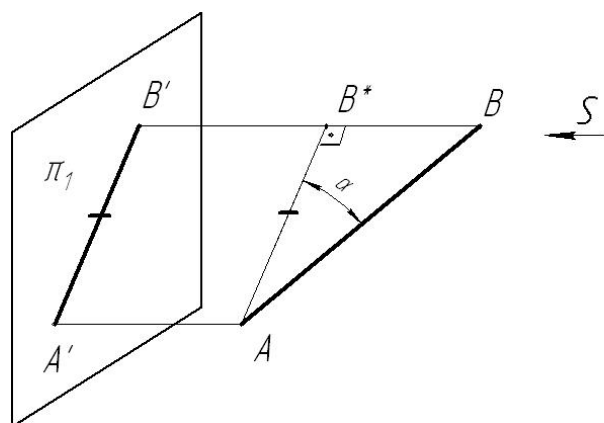


Рис. 4

Ортогональное проецирование является частным случаем параллельного проецирования, когда направление проецирования S перпендикулярно плоскости проекций π_1 , что упрощает построение чертежа (рис. 4).

При ортогональном проецировании нетрудно установить соотношение между длиной натурального отрезка AB и длиной его проекции $A'B'$:

$$A'B' = AB \cdot \cos \alpha.$$

Ортогональное проецирование получило наибольшее применение в технических чертежах. Рассмотренные методы проецирования позволяют однозначно решать прямую задачу, т.е. по данному оригиналу строить его проекционный чертеж, и не позволяют решать обратную задачу – по данному однопроекционному чертежу воспроизводить оригинал.

Комплексный чертеж точки

Наибольшее применение в технической практике получил чертеж, составленный из двух или более связанных между собой ортогональных проекций изображаемого оригинала. Такой чертеж называется комплексным чертежом в ортогональных проекциях или *комплексным чертежом*.

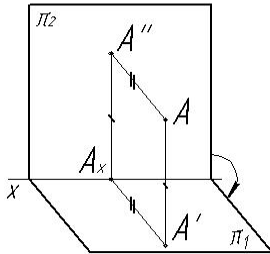


Рис. 5

Принцип образования такого чертежа состоит в том, что данный оригинал проецируется ортогонально на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций, которые затем соответствующим способом совмещают с плоскостью чертежа. Одна из плоскостей проекций π_1 располагается горизонтально и называется горизонтальной плоскостью проекций, другая π_2 – вертикально и называется фронтальной (рис. 5). Прямую пересечения плоскостей называют *осью проекций* и обозначают буквой x .

Спроецируем ортогонально на плоскости π_1 и π_2 какую-нибудь точку A и получим две ее проекции: A' – горизонтальную на плоскость π_1 и A'' – фронтальную на плоскость π_2 . Проецирующие прямые AA' и AA'' определяют проецирующую плоскость $AA'A_xA''$, перпендикулярную к обеим плоскостям проекций и к оси x . Прямые A_xA' и A_xA'' , являющиеся проекциями проецирующей плоскости на плоскостях проекций π_1 и π_2 , также перпендикулярны оси x .

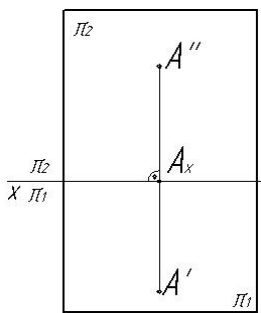


Рис. 6

Чтобы получить плоский чертеж, совместим плоскость π_1 с плоскостью π_2 , вращая плоскость π_1 вокруг оси x в направлении, указанном на рис. 5. В результате получаем комплексный чертеж (рис. 6), состоящий из двух проекций A' и A'' точки A , лежащих на одной прямой линии связи.

Изображение, полученное при совмещении плоскостей проекций с плоскостью чертежа, называется *эпюром* (от французского слова еpire – чертеж).

На эпюре $A''A_x$ – расстояние от точки A до плоскости π_1 , $A'A_x$ – расстояние от точки A до плоскости π_2 , что свидетельствует о том, что проекции точки на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций определяют ее положение в пространстве.

На рис. 7 показана прямая общего положения l . Проекции прямой l (l' и l'') находятся при помощи проекций точек A и B , лежащих на ней. Поэтому на комплексном чертеже (рис. 8) всякая прямая l может быть задана проекциями A' , A'' , B' и B'' точек, ей принадлежащих. Вместе с тем учитывая, что всякая параллельная проекция обладает свойствами прямолинейности и принадлежности, прямую l на комплексном чертеже можно задать и ее проекциями l' и l'' , проходящими через точки A' , B' и A'' , B'' .

На комплексном чертеже проекции восходящей прямой ориентированы одинаково, а нисходящей – противоположно.

Для деления отрезка AB в заданном отношении одну из проекций отрезка достаточно разделить в этом отношении, а затем спроецировать делящие точки на другую проекцию отрезка.

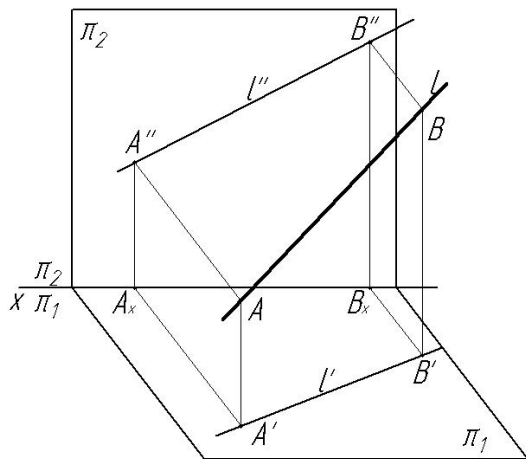


Рис. 7

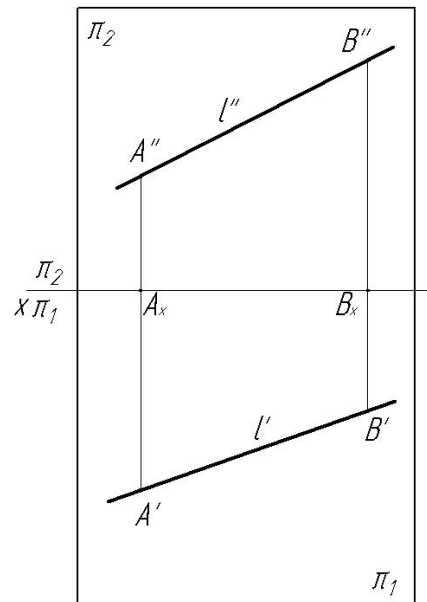


Рис. 8

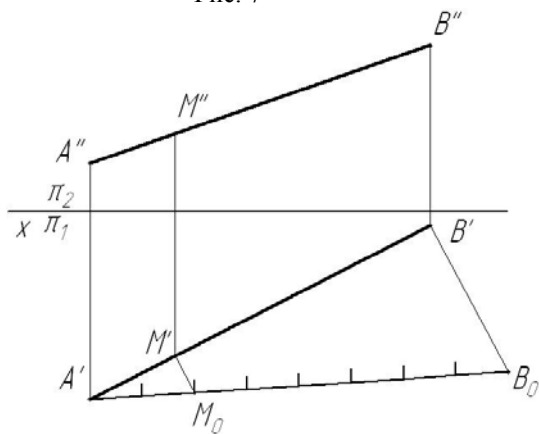


Рис. 9

На рис. 9 для деления отрезка AB в соотношении $2 : 5$, проведена произвольная линия $A'B_0$, на которой отложены 7 равных отрезков. Конечная точка линии B_0 соединяется с проекцией B' , а из точки M_0' , отстоящей от точки A' на два деления, проведена прямая M_0M' , параллельная отрезку $B'B_0$. Проведем из точки M' вертикальную линию связи до пересечения с проекцией $A''B''$ и найдем проекцию M'' .

Комплексный чертеж из трех ортогональных проекций

Комплексный чертеж, состоящий из двух проекций, является обратимым чертежом, т. е. по этому чертежу можно воспроизвести оригинал. Однако воспроизведение оригинала, у которого имеются профильные элементы, и в частности профильные прямые или плоскости, становится проще, когда помимо двух основных проекций имеется еще одна проекция на третью плоскость.

В качестве такой плоскости проекций применяется плоскость, перпендикулярная к обоим основным плоскостям π_1 и π_2 , называемая профильной плоскостью проекций; ее обозначают π_3 (рис. 10).

Линия (ось x) пересечения плоскостей проекций π_1 и π_2 называется осью абсцисс, плоскостей π_1 и π_3 (ось y) – осью ординат, плоскостей π_2 и π_3 (ось z) – осью аппликат.

На рис. 10 изображены находящаяся в пространстве некоторая точка A и ее проекции на плоскости проекций π_1 (A'), π_2 (A'') и π_3 (A'''). Точка A''' называется профильной проекцией точки A .

Совместив плоскости проекций поворотом плоскостей π_1 и π_3 на угол 90° , получим эпюр точки A в системе π_1 , π_2 и π_3 (рис. 11). При этом ось y как бы раздваивается: одна ее часть с плоскостью π_1 опускается вниз, а вторая с плоскостью π_3 уходит вправо.

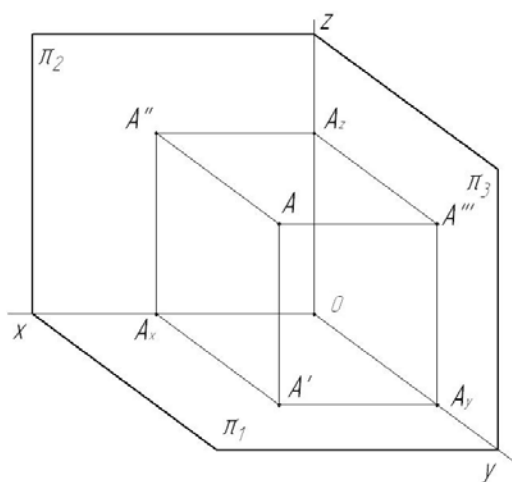


Рис. 10

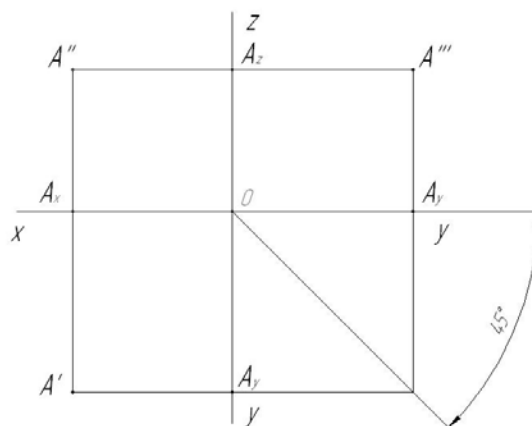


Рис. 11

Следует обратить внимание на то, что на эюре фронтальная и горизонтальная проекции точки всегда лежат на одном перпендикуляре к оси x (линии связи $A'A''$), фронтальная и профильная проекции точки – на одном перпендикуляре к оси z (линия связи $A''A'''$), при этом проекция точки A''' находится на таком же расстоянии от оси z , как и проекция точки A' от оси x .

При построении профильной проекции точки можно использовать постоянную преломления (постоянную Монжа, рис. 11), которая является биссектрисой прямого угла и наклонена к вертикальным и горизонтальным линиям проекционной связи под углом 45° .

Система прямоугольных координат

Положение точки в пространстве может быть определено также при помощи ее прямоугольных (декартовых) координат.

Координаты точки – это числа, выражающие расстояние от нее до плоскостей проекций, называемых плоскостями координат.

Зная координаты точки (X, Y, Z) и приняв оси координат за оси проекций, можно построить эюр точки по заданным координатам (рис. 11). Из начала координат откладывают координату X (положительную влево, отрицательную вправо). Через полученную точку A_x проводят вертикальную линию связи, на которой откладывают координату Y (положительную вниз, отрицательную вверх), и определяют горизонтальную проекцию точки A' , а затем координату Z (положительную вверх, отрицательную вниз) и находят фронтальную проекцию точки A'' . Профильная проекция точки A''' находится с использованием линии связи и постоянной Монжа.

Способы задания плоскости на чертеже

На эюре плоскость может быть задана проекциями геометрических элементов, определяющих ее (рис. 12):

- проекциями трех точек (A, B, C) , не лежащих на одной прямой;
- проекциями прямой (EF) и точки (D) , не принадлежащей данной прямой;
- пересекающимися прямыми $(m$ и $n)$;
- двумя параллельными прямыми (k, l) ;
- следами плоскости P_h и P_v .

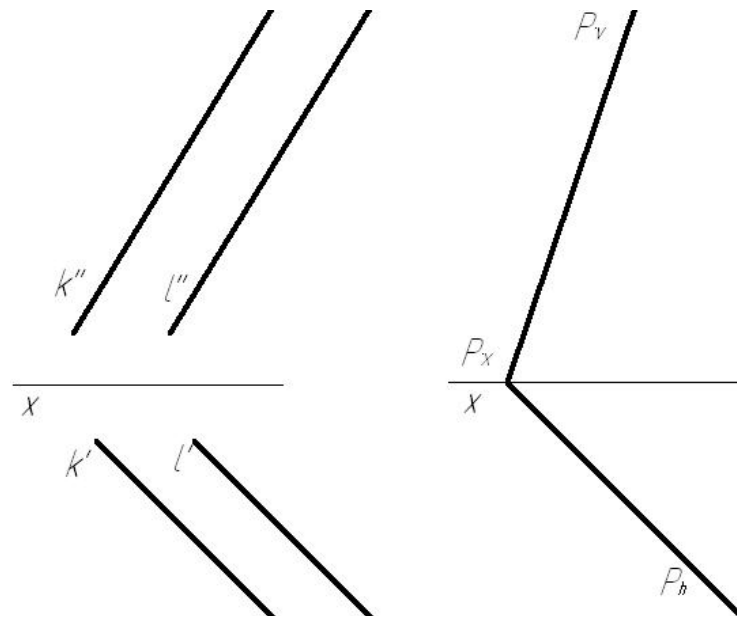
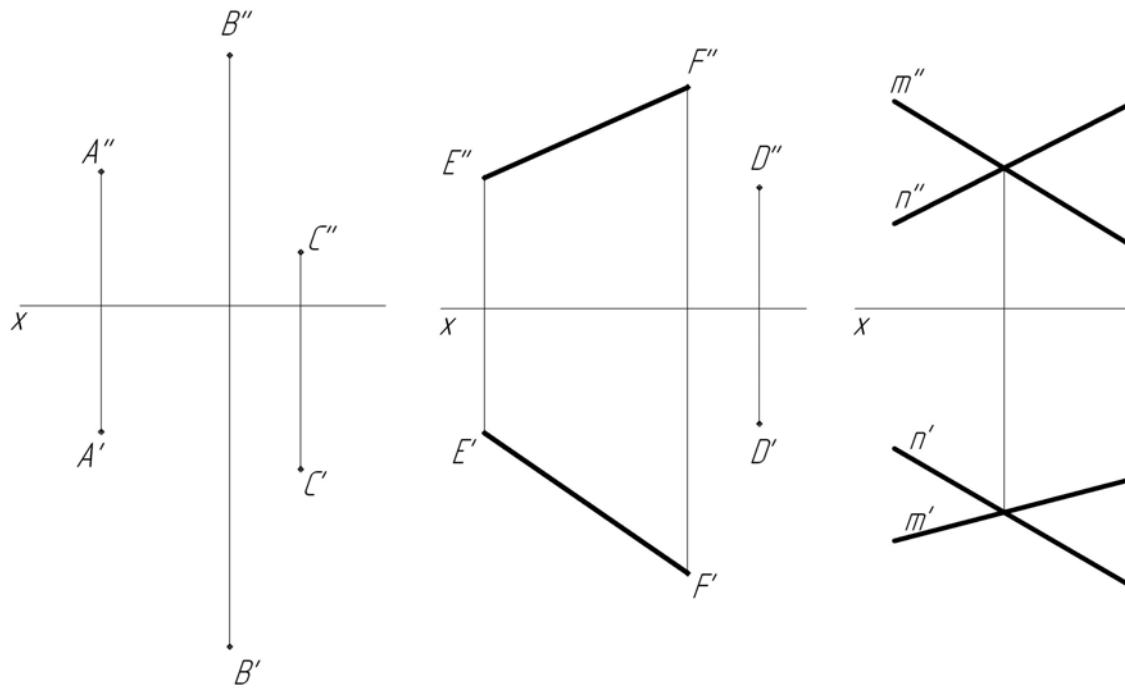


Рис. 12

Расположение прямой и плоскости относительно плоскостей проекций

Прямые и плоскости, наклонные ко всем основным плоскостям проекций (π_1, π_2, π_3), называются *прямыми и плоскостями общего положения*.

На рис. 13 приведен пример эюра прямой общего положения, а на рис. 14 и 15 – плоскости общего положения, заданной треугольником ABC .

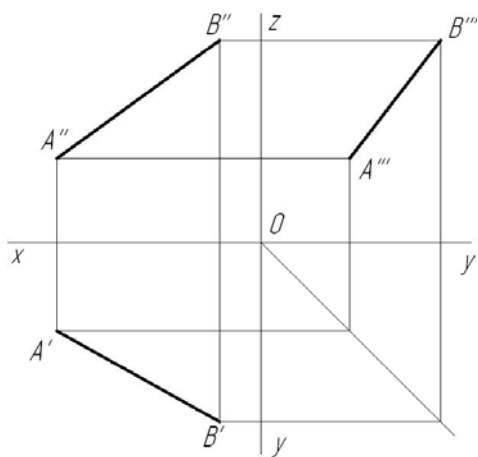


Рис. 13

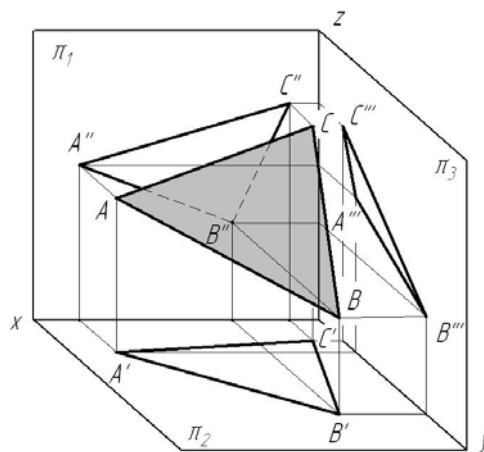


Рис. 14

Прямые и плоскости, перпендикулярные либо параллельные плоскости проекций, называются *прямыми и плоскостями частного положения*.

Прямые и плоскости частного положения разделяются на *проецирующие прямые и плоскости*, перпендикулярные к плоскости проекций, и на *прямые и плоскости уровня*, параллельные плоскости проекций.

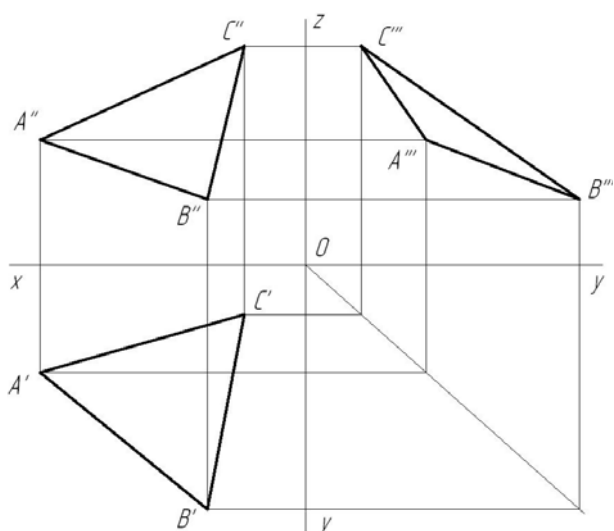


Рис. 15

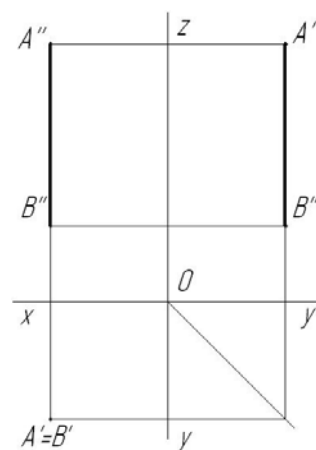


Рис. 16

Прямая, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций π_1 , называется *горизонтально проецирующей прямой* (рис. 16). Она проецирует все свои точки на горизонтальную плоскость проекций в одну точку, являющуюся ее горизонтальной проекцией. Фронтальная и профильная проекции прямой параллельны оси аппликат z . Отрезок AB горизонтально проецирующей прямой параллелен плоскостям π_2 и π_3 и проецируется на эти плоскости без искажения ($AB = A''B'' = A'''B'''$).

Прямая, перпендикулярная к фронтальной плоскости проекций π_2 , называется *фронтально проецирующей* (рис. 17). Фронтальная проекция этой прямой проецируется в точку, а горизонтальная и профильная проекции параллельны оси y и проецируются на плоскости π_1 и π_3 без искажения ($AB = A'B' = A'''B'''$).

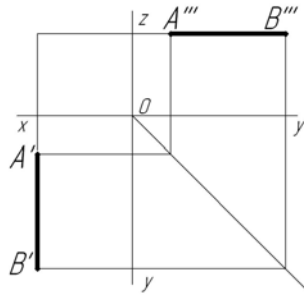


Рис. 17

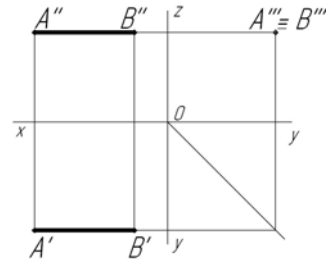


Рис. 18

Прямая, перпендикулярная профильной плоскости проекций π_3 , проецируется на эту плоскость в виде точки и называется *профильно проецирующей прямой* (рис. 18). Горизонтальная и фронтальная проекции этой прямой располагаются параллельно оси x и проецируются на плоскости π_1 и π_2 без искажения ($AB = A'B' = A''B''$).

Плоскость, перпендикулярная к горизонтальной плоскости проекций, называется *горизонтально проецирующей плоскостью* (рис. 19). Эта плоскость проецирует все свои точки на горизонтальную плоскость проекций в одну прямую линию, которая и является ее проекцией. Углы β и γ , которые образует горизонтальная проекция горизонтально проецирующей плоскости с горизонтальной и вертикальной линиями связи, определяют ее наклон к плоскостям π_2 и π_3 .

Плоскость, перпендикулярная к фронтальной плоскости проекций, называется *фронтально проецирующей* (рис. 20). Фронтальная проекция данной плоскости является прямой линией, а углы α и γ определяют наклон данной плоскости к плоскостям проекций π_1 и π_3 .

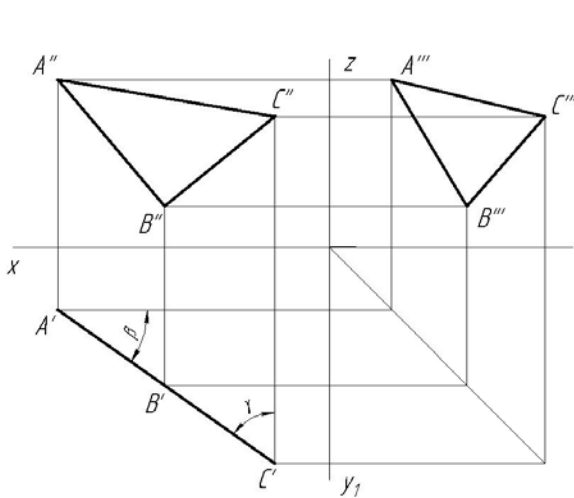


Рис. 19

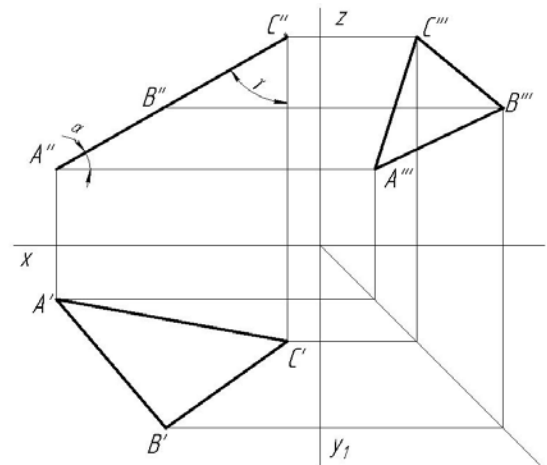


Рис. 20

Плоскость, перпендикулярная к профильной плоскости проекций, называется *профильно проецирующей* (рис. 21). Профильная проекция плоскости является прямой линией, а углы α и β определяют наклон данной плоскости к плоскостям проекций π_1 и π_2 .

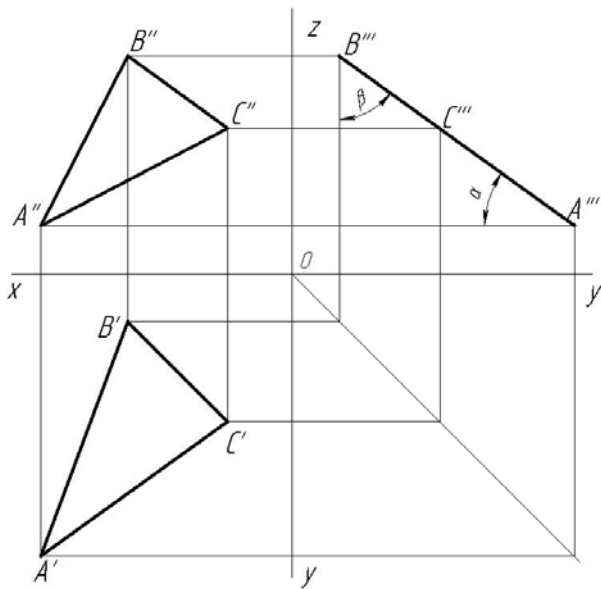


Рис. 21

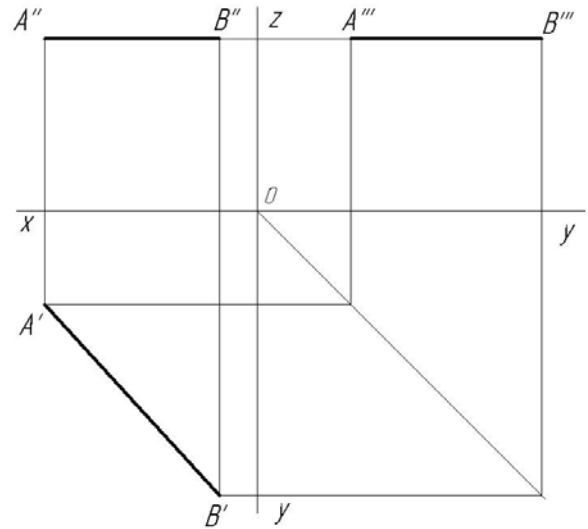


Рис. 22

Прямая, параллельная какой-нибудь плоскости проекций, называется *прямой уровня*.

Прямая уровня h , параллельная горизонтальной плоскости проекций π_1 (рис. 22), называется *горизонталью*. Прямая уровня f , параллельная фронтальной плоскости π_2 , называется *фронталью* (рис. 23).

Профильная прямая r также является прямой уровня по отношению к плоскости проекций π_3 , которой она параллельна (рис. 24).

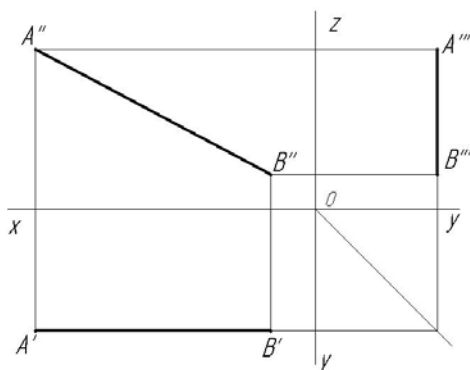


Рис. 23

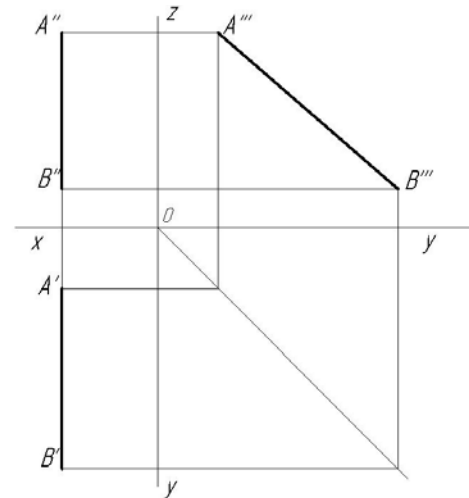


Рис. 24

На комплексном чертеже фронтальная и профильная проекции горизонтали совпадают с одной и той же горизонтальной линией связи. Горизонтальная и профильная проекции фронтالي на комплексном чертеже перпендикулярны соответственно вертикальным и горизонтальным линиям связи. У профильной прямой уровня r горизонтальная и фронтальная проекции совпадают с одной и той же вертикальной линией связи.

Отметим, что *проецирующие* прямые также являются прямыми уровня. Так, горизонтально проецирующая прямая является вместе с тем фронталью и профильной прямой, фронтально проецирующая прямая – горизонталью и профильной прямой, а профильно проецирующая – горизонталью и фронталью.

Прямые уровня проецируются без искажения на параллельную им плоскость проекций. Поэтому на плоскости проекций π_1 не искажаются горизонтали, на плоскости π_2 – фронталы, а на плоскости π_3 – профильные прямые.

Одновременно с этим на поле π_1 можно измерить углы β и γ наклона горизонтали к плоскостям проекций π_2 и π_3 , на поле π_2 – углы α и γ наклона фронталы к плоскостям π_1 и π_3 , а на поле π_3 – углы α и β наклона профильной прямой к плоскостям проекций π_1 и π_2 .

В плоскости общего положения можно провести бесчисленное множество горизонталей, фронталей и профильных прямых, при этом все горизонталы будут параллельны между собой, точно также будут параллельны между собой фронталы и профильные прямые.

Плоскость, параллельная какой-нибудь плоскости проекций, называется *плоскостью уровня*, так как все точки этой плоскости одинаково удалены от плоскости проекций.

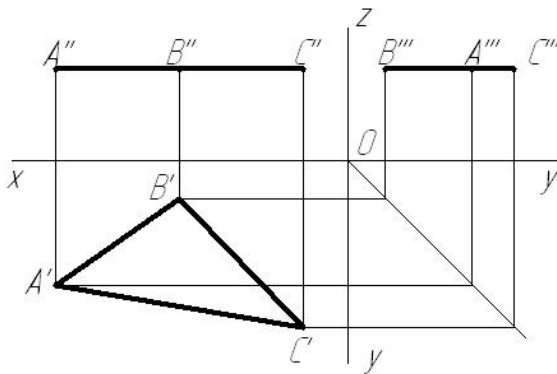


Рис. 25

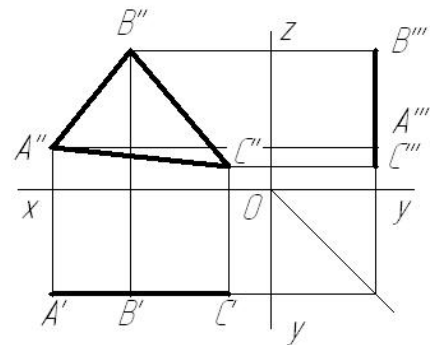


Рис. 26

Плоскость ABC , заданная треугольником, параллельная горизонтальной плоскости проекций π_1 , называется *горизонтальной плоскостью уровня* (рис. 25).

Та же плоскость, параллельная фронтальной плоскости проекций π_2 , называется *фронтальной плоскостью уровня* (рис. 26).

Плоскость, параллельная профильной плоскости π_3 , называют *профильной плоскостью уровня* (рис. 27).

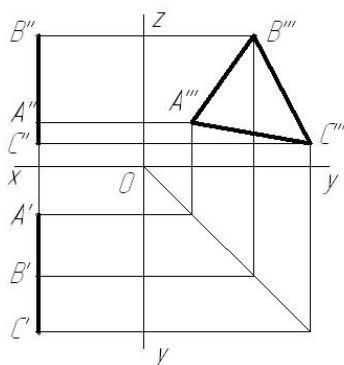


Рис. 27

Каждая плоскость уровня является в то же время проецирующей плоскостью.

Так, горизонтальная плоскость является вместе с тем фронтально и профильно проецирующей плоскостью, фронтальная плоскость уровня является горизонтально и профильно проецирующей, а профильная плоскость уровня является горизонтально и фронтально проецирующей плоскостью.

Плоскости уровня на комплексном чертеже задаются одним следом: горизонтальная – фронтальным; фронтальная – горизонтальным; профильная – горизонтальным или фронтальным.

Все фигуры, лежащие в плоскостях уровня, проецируются без искажения на плоскость, которой они параллельны.

Учебное издание

Касперов Георгий Иванович
Войтеховский Борис Викторович
Исаченков Владимир Сергеевич

ИНЖЕНЕРНАЯ И МАШИННАЯ ГРАФИКА

Тексты лекций с элементами мультимедиа

Компьютерная верстка Д.А.Столбунов

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.