

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФГБОУ ВО «УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ  
КАФЕДРА ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН

Е. К. Торхова

Начертательная геометрия:  
основные понятия,  
термины и определения

Учебное пособие

2-е издание,  
исправленное и дополненное



Ижевск  
2016

УДК 514. 18 (075.8)  
ББК 22.151.34я73  
Т616

*Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим советом УдГУ*

**Рецензент:** профессор кафедры общетехнических дисциплин УдГУ, доктор технических наук В. Д. Плыкин

**Торхова Е. К.**

Т616 Начертательная геометрия: основные понятия, термины и определения: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп.: – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. – 132 с. ил.

**ISBN 978-5-4312-0433-3**

В пособии собраны и систематизированы термины основных и производных от них понятий образования и содержания чертежа, даны определения, раскрывающие их смысловое значение.

Предназначено для студентов бакалавриата технико-технологического направления подготовки очной и заочной форм обучения ВО.

УДК 514. 18 (075.8)  
ББК 22.151.34я73

ISBN 978-5-4312-0348-0

© Е.К. Торхова, 2016  
© ФГБОУ ВО «УдГУ», 2016

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Особое место в учебном процессе высшей школы при изучении дисциплин базовой части технико-технологического направления подготовки бакалавров занимает «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика». Данная дисциплина формирует не только нужные для выполнения технического чертежа навыки и умения, но и необходимый для его понимания понятийный аппарат.

Термины основных понятий начертательной геометрии используются во всех технических дисциплинах как вербальная (словесная) форма информации чертежа. Единая терминология позволяет вести обсуждение проблем проектирования технических объектов, составлять описательные тексты технологических конструкций, например, курсовых и дипломных проектов и т.п.

Понятийный термин начертательной геометрии отражает в сознании либо пространственный образ элемента конструкции трехмерного объекта, либо его место расположения на поле чертежа как результат прямоугольного проецирования. Понятийный аппарат, формируемый при изучении начертательной геометрии, является базовой основой для производных от них понятий технической графики.

Поскольку понятие это мыслительная единица, студентам рекомендуется обратить особое внимание на качество изучения необходимых профессиональных понятий.

К сожалению, в имеющейся основной учебной литературе по курсу «Начертательная геометрия», отсутствуют тезаурусы изучаемых понятий, определения терминов некоторых из них растворены в большом тексте, либо не даны совсем. Это явилось причиной создания данного пособия.

Учебное пособие составлено в справочно-словарной форме, содержит базовые и производные от них понятия, необходимые для выполнения и чтения чертежа. Пособие содержит иллюстрации и схемы, позволяющие уточнить содержание и пространственное представление изучаемых понятий.

Второе издание учебного пособия дополнено понятиями, связанными с отображением на чертеже пространственных образов трехмерных объектов линиями различного начертания. Использование в инженерной графике линий различной внешности позволяет передать пространственную информацию о расположении каких либо объектов относительно наблюдателя, т.е. относительно исполнителя чертежа.

## **ПРОЕКЦИРОВАНИЕ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ** – математическая наука, занимающаяся изучением графических методов изображения пространства, разработкой научных основ построения и исследования геометрических моделей, проецируемых геометрических объектов (точек, линий, поверхностей) и их отображения на плоскости. Является одной из дисциплин, составляющих основу инженерного образования. Изображения, построенные по законам, изучаемым в начертательной геометрии, дают информацию о форме изображенных предметов и их взаимном расположении в пространстве, позволяют определить их размеры, исследовать геометрические свойства. Изучение начертательной геометрии способствует развитию пространственного воображения и навыков логического мышления, что позволяет решать графические задачи из других областей знаний. Как наука начертательная геометрия существует с конца XVII в. Ее основы были обобщены Гаспаром Монжем (1746-1818) – выдающимся французским математиком и инженером, издавшим в 1799 году книгу под названием «*Geometrie descriptive*» (Начертательная геометрия), базовые понятия которой не претерпели изменений до наших дней.

**ЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО** – геометрическое пространство, в котором параллельные прямые линии и параллельные плоскости не пересекаются,

т.е. сохраняют равное друг от друга расстояние. Названо по имени великого греческого геометра Евклида, изложившего его свойства и закономерности в своем фундаментальном труде «Начала» III в. до н.э.

**ПРОЕКТИВНОЕ ПРОСТРАНСТВО** – расширенное евклидово пространство, дополненное несобственными элементами: точками, прямыми и плоскостями.

**НЕСОБСТВЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ** – бесконечно удаленные элементы пространства. Например: бордюрный камень дороги пересекается в пространстве горизонта в несобственной точке.

**ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОБЪЕКТА НА ПЛОСКОСТИ** – это отображение этого объекта по одному из законов проецирования (от латинского «projectio» – бросание вперед). Например: центрального или параллельного.

**ПРОЕЦИРОВАНИЕ** – процесс, в результате которого получают изображения пространственных объектов на плоскости проецирования.

**АППАРАТ ПРОЕЦИРОВАНИЯ** – это проецирующие лучи, проецируемый объект и плоскость, на которую осуществляется проецирование (рис. 1).

**ПРОЕКЦИЯ** – изображение на плоскости проекций, полученное в результате процесса проецирования. За проекцию точки принимают точку касания

проекционного луча плоскости проекций. Имеет название по названию плоскости, которой принадлежит: **фронтальная проекция, горизонтальная проекция, профильная проекция**. Например:  $A_1$  – горизонтальная проекция точки  $A$  на плоскость  $\Pi_1$  (рис. 1).

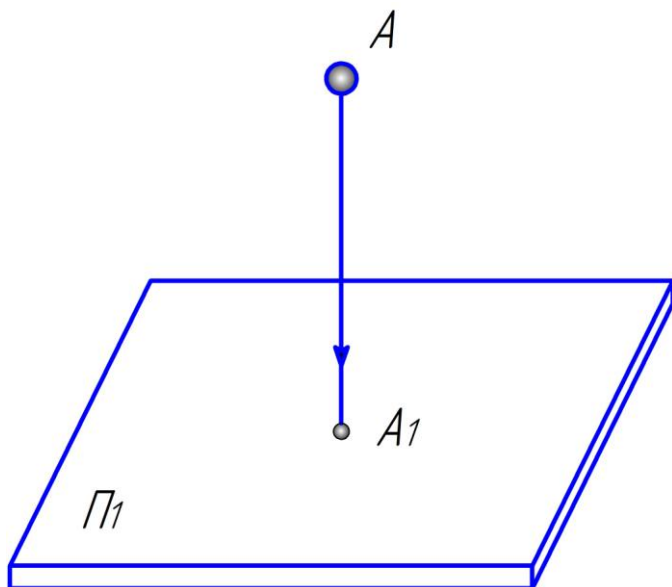


Рис. 1

**ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ** – способ проецирования, при котором все лучи, проецирующие объект, исходят из одной точки, называемой **центром проекций**. Применяется при построении перспективных чертежей зданий, сооружений и в живописи. Центральная проекция обладает большой наглядностью и передает зрительные впечатле-

ния, которые получает наблюдатель, рассматривая натуральный объект. Она отражает как общую форму объекта, так и взаимное положение наблюдателя и объекта. Фотография представляет собой центральную проекцию.

**ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ** – способ проецирования, при котором все проецирующие лучи проходят параллельно заданному направлению и друг другу. Является частным случаем центрального проецирования, при этом центр проецирования удален в бесконечность. Направление проецирующих параллельных друг другу лучей может быть прямоугольным (ортогональным) или косоугольным. В отличие от центрального проецирования обеспечивает простату построения и большую взаимосвязь с оригиналом. Применяется для построения наглядных (аксонометрических) изображений пространственных объектов и комплексных (ортогональных) чертежей (рис. 2).

**ОРТОГОНАЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ** – разновидность параллельного проецирования, при котором параллельные проецирующие лучи перпендикулярны плоскости проецирования (от греческого «orthogonios» – прямоугольный, составляющий прямой угол). Ортогональные проекции получили наибольшее распространение в машиностроительном черчении (рис. 2 горизонтальные проекции точек D, E, F).



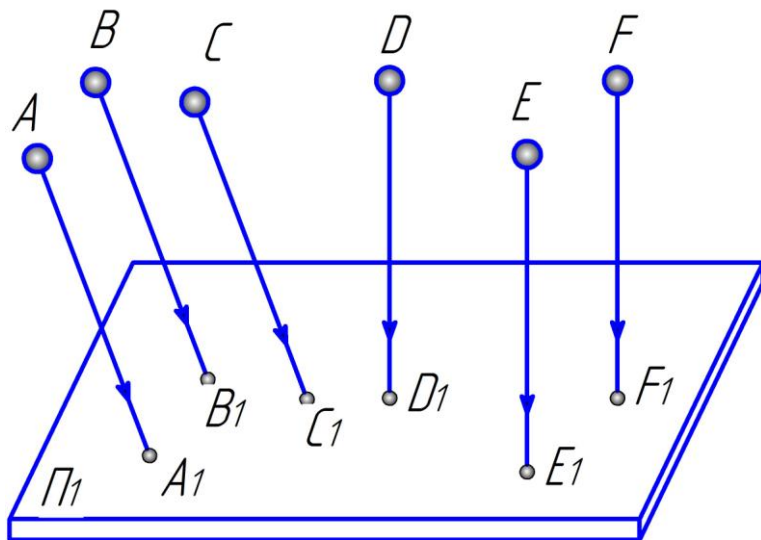


Рис. 2

**ИНВАРИАНТНЫЕ СВОЙСТВА ПРОЕКЦИРОВАНИЯ** (инварианты) – свойства оригинала, которые не изменяются в процессе проецирования (т.е. независимые неизменные относительно выбранного способа проецирования). Инвариантные свойства имеет любой из способов проецирования. Эти свойства являются опорными при выявлении геометрической характеристики изображенного пространственного объекта. Например: проекция точки есть точка; проекция прямой есть прямая и т.д.

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ (образы)** – в начертательной геометрии это точка, линия, плоскость, поверхность, геометрическое тело.

**НУЛЬМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ** – точка. Чаще всего за точку принимается вершина трехмерного объекта, т.е. это общая точка (точка встречи) ребер физического объекта (рис. 1; рис. 49).

**ОДНОМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ** – отрезок линии, за который принимается ребро трехмерного объекта.

**ДВУХМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ** – плоская фигура; отсек поверхности.

**ТРЕХМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ** – любой объемный объект.

**ЧЕРТЕЖ** – графический документ, содержащий изображение предметов (деталей, узлов, машин, зданий и сооружений и т.д.), выполненных с учетом правил и требований, закрепленных государственными стандартами ЕСКД, позволяющих однозначно различать эти предметы.

**ЕСКД** – единая система конструкторской документации; комплекс государственных стандартов.

**ПОЗИЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ** – это задачи, связанные с взаимным расположением геометрических объектов, т.е. задачи на взаимную принадлежность и пересечение геометрических объектов. Например: принадлежность точки прямой линии; взаимное пересечение линии и плоскости.

**МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ** (от слов «metron» (греч.) – мера, «metreo» (греч.) – измеряю) – задачи, решение которых связано с отображением на чертеже каких-либо метрических свойств геометрического объекта или определением их по чертежу. К метрическим свойствам (характеристикам) относят длины отрезков линий, величины углов, площадей, объемов и т.п. Решать метрические задачи удобно с помощью различных способов преобразования чертежа.

**КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАЧИ** – задачи, при решении которых используют как метрические, так и позиционные свойства геометрических объектов.

# ОРТОГОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТРЕХ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ

**ОРТОГОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТРЕХ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ** – пересекающиеся в евклидовом пространстве взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Различают: *фронтальную*, *горизонтальную* и *профильную* плоскости проекций. Линии пересечения этих плоскостей принимают за оси координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , имеющих положительные и отрицательные направления относительно общей для всех плоскостей проекций точки  $O$  (рис. 3).

**ОСНОВНЫЕ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ** – это плоскости проекций  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ , и  $\Pi_3$  (ГОСТ 2.305-68):

$\Pi_1$  – горизонтальная плоскость проекций;

$\Pi_2$  – фронтальная плоскость проекций;

$\Pi_3$  – профильная плоскость проекций (рис. 3).

**ФРОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ** – (от французского слова «frontal», что означает «лицом к зрителю») – плоскость проекций системы ортогонального проецирования, расположенная вертикально прямо перед зрителем. В системе трех плоскостей проекций эта плоскость пересекается под прямым углом с горизонтальной плоскостью по оси абсцисс и

с профильной – по оси аппликат. При приведении системы трех плоскостей проекций в положение чертежа фронтальная плоскость не меняет своего положения в пространстве. В начертательной геометрии имеет графическое обозначение  $\Pi_2$  (рис. 3).

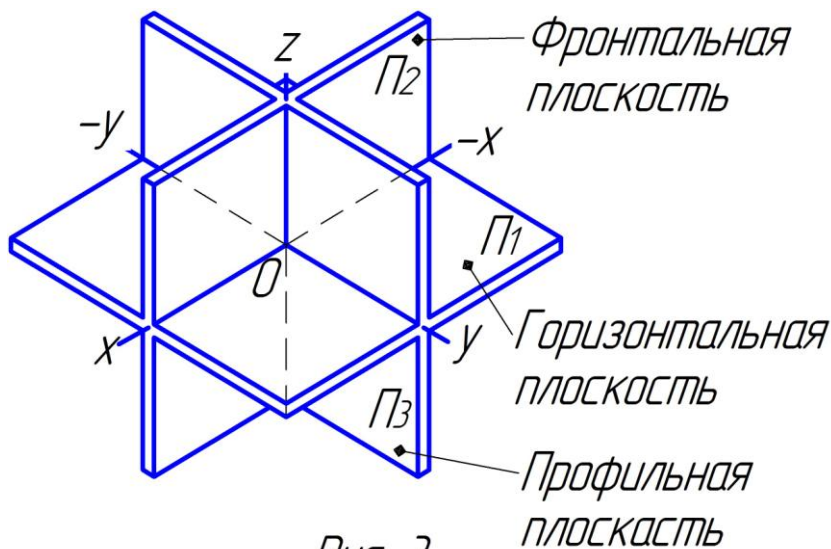


Рис. 3

**ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ** – плоскость проекций системы ортогонального проецирования, расположенная горизонтально. В этой системе трех плоскостей проекций горизонтальная плоскость проекций пересекается под прямым углом с фронтальной плоскостью по оси абсцисс и с профильной – по оси ординат (рис. 3). При приведении системы трех плоскостей проекций в положение чертежа горизонтальная плоскость поворачи-

чивается вокруг оси абсцисс на  $90^{\circ}$  до вертикального положения. При этом часть плоскости, находящаяся перед фронтальной плоскостью, опускается вниз, а за фронтальной плоскостью поднимается вверх (рис. 4).

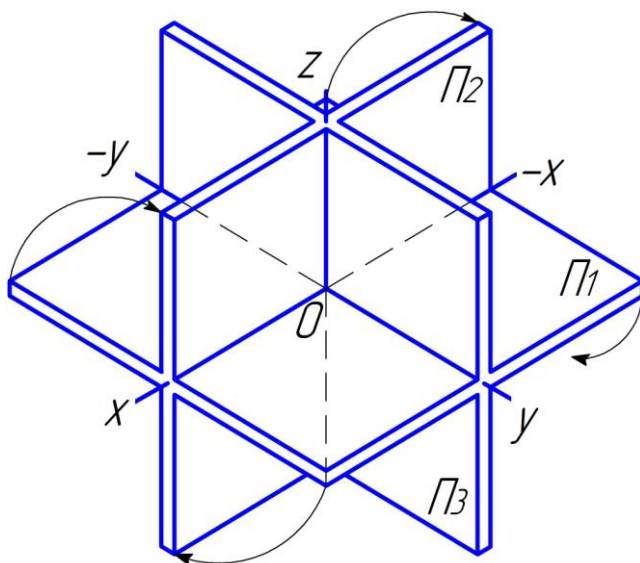


Рис. 4

**ПРОФИЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ** – (от французского «profil», что означает «нечто сбоку») – плоскость проекций системы ортогонального проецирования, расположенная вертикально. В этой системе трех плоскостей проекций данная плоскость пересекается под прямым углом с фронтальной плоскостью по оси аппликат и с горизонтальной по оси ординат (рис. 3). При приведении системы трех плоскостей проекций в положение чертежа про-

фильная плоскость вращается вокруг оси аппликата до фронтального положения. При этом часть плоскости, находящаяся перед наблюдателем (т.е. перед фронтальной плоскостью) движется вправо, а за фронтальной плоскостью влево (рис. 5).

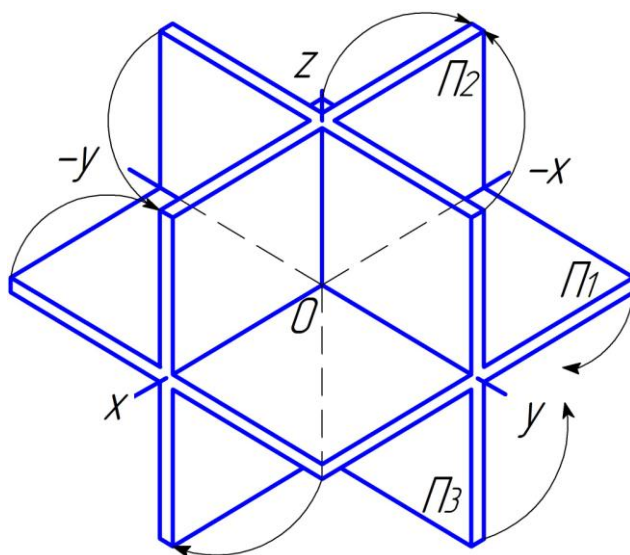


Рис. 5

**ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ** – изображение на поверхности горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ , полученное в результате процесса прямоугольного проецирования (рис. 8).

**ФРОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ** – изображение на поверхности фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ , полученное в результате процесса прямоугольного проецирования (рис. 8).

**ПРОФИЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ** – изображение на поверхности профильной плоскости проекций  $\Pi_3$ , полученное в результате процесса прямоугольного проецирования (рис. 8).

**ОКТАНТ** – трехгранный угол, полученный в результате деления по восемь частей евклидова пространства фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостями проекций (от лат. «octo» – восемь). Эти восемь октантов нумеруются в определенном порядке и обозначаются римскими цифрами. Октанты располагаются по четыре с каждой стороны от любой плоскости проекций. Например: первый, второй, пятый и шестой октанты расположены над горизонтальной плоскостью проекций, а четвертый, третий, восьмой и седьмой октанты – под ней (рис. 6).

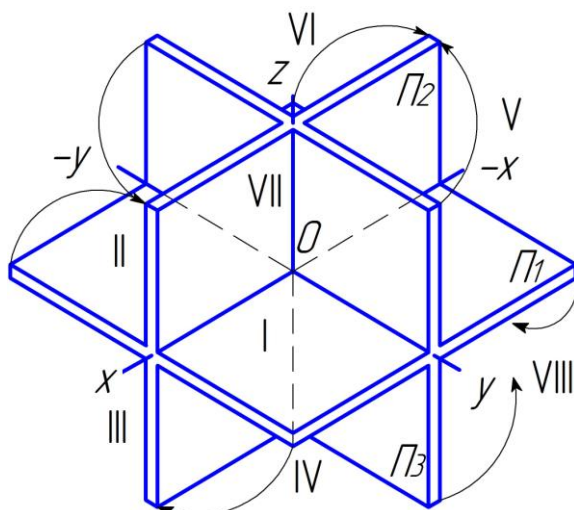


Рис. 6



**КВАДРАНТ** – двугранный угол, образованный в пространстве пересечением двух плоскостей проекций. Квадрант является частью какого-либо октанта. Например: квадранты  $\Pi_2 / \Pi_1$  и  $\Pi_2 / \Pi_3$ . Квадранта без участия плоскости проекций  $\Pi_2$  не существует (рис. 7).

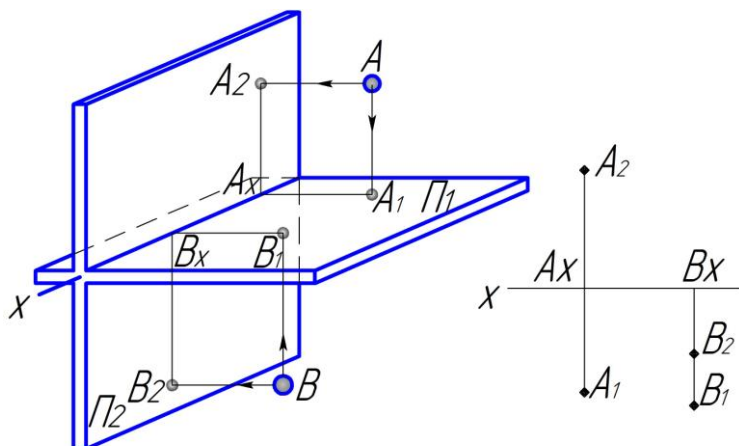


Рис. 7

**БИСЕКТОРНАЯ ПЛОСКОСТЬ ДВУГРАННОГО УГЛА** – плоскость, проходящая через ребро двугранного угла, образованного плоскостями проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , и делящая его пополам (от лат. «vissektor» – надвое рассекающий). Если биссекторная плоскость проходит через I и III октант, она называется нечетной, если через II и IV – четной. Точка, лежащая на биссекторной плоскости, равноудалена от  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , т.е. горизонтальная и фронтальная проекции точки удалены на одинаковое расстояние от оси  $OX$ .

**ОСИ КООРДИНАТ** – прямые линии, по которым пересекаются фронтальная, горизонтальная и профильная плоскости проекций. Имеют положительное и отрицательное направление относительно точки отсчета  $O$ . Например:  $OX$ ;  $O-X$  (рис. 3).

**НАЧАЛО КООРДИНАТ** – общая точка трех плоскостей проекций; точка  $O$  пересечения координатных осей (начальная буква латинского слова «origo» – начало). Относительно данной точки рассматривается направление осей координат (рис. 3).

**ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОСЕЙ КООРДИНАТ:**

**ДЛЯ ОСИ  $X$**  – слева от начала осей координат, т.е. слева от точки  $O$ ;

**ДЛЯ ОСИ  $Y$**  – от плоскости проекций  $\Pi_2$  в сторону наблюдателя;

**ДЛЯ ОСИ  $Z$**  – вверх от начала осей координат, т.е. вверх от точки  $O$  (рис. 3).

**ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОСЕЙ КООРДИНАТ:**

**ДЛЯ ОСИ  $X$**  – справа от начала осей координат, т.е. справа от точки  $O$ ;

**ДЛЯ ОСИ  $Y$**  – за плоскостью проекций  $\Pi_2$ ;

**ДЛЯ ОСИ  $Z$**  – вниз от начала осей координат, т.е. вниз от точки  $O$  (рис. 3).

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА ОРТОГОНАЛЬНОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ** – предмет проецируется

на взаимно перпендикулярные плоскости лучами перпендикулярными (ортогональными) к этим плоскостям (рис. 7; рис. 8).

**ОРТОГОНАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ТОЧКИ НА ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ** – основание перпендикуляра проецирующего луча, опущенного из данной точки на эту плоскость. Получает название и обозначение на чертеже по названию и обозначению плоскости проекций, которой принадлежит. Например:  $A_1$  – горизонтальная проекция точки  $A$ ;  $A_2$  – фронтальная проекция точки  $A$ ;  $A_3$  – профильная проекция точки  $A$ . Инвариант: проекция точки есть точка (рис. 8).

**ЭПЮР** – комплексный чертеж, отвечающий условию обратимости (от франц. «еpure» – чертеж, диаграмма).

**ДВУХКАРТИННЫЙ ЭПЮР** – эюр в системе двух плоскостей проекций (плоскость проекций иногда называют картиной). Двухкартинный эюр всегда содержит фронтальные проекции плоскости  $\Pi_2$ . И в зависимости от того, какой квадрант участвует в образовании чертежа, в его состав входят либо горизонтальные проекции плоскости  $\Pi_1$ , либо профильные проекции плоскости  $\Pi_3$  (рис.7).

**ТРЕХКАРТИННЫЙ ЭПЮР** – эюр в системе трех плоскостей проекций. Чертеж образуется проекциями трех плоскостей какого-либо октанта (рис. 8).

**ПРОЕКЦИОННЫЙ ЧЕРТЕЖ** – чертеж, построенный с помощью метода проецирования.

**КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ** – плоский обратимый чертеж, состоящий из двух и более проекций геометрического объекта, полученный путем разворачивания в плоскость модели пространства. На комплексном чертеже оперируют не самими геометрическими объектами, а их проекциями.

**ОБРАТИМЫЙ ЧЕРТЕЖ** – чертеж, определяющий положение любой точки предмета либо относительно плоскости проекций, либо относительно другой данной точки. Каждая точка, заданная на изображении, определяет единственную точку изображенного объекта.

**ЛИНИЯ ПРОЕКЦИОННОЙ СВЯЗИ** – прямая линия, соединяющая на эюре две равноименные проекции точки перпендикулярно оси координат. Например: линии  $A_2A_1$  и  $A_2A_3$  (рис. 8).

**КООРДИНАТНАЯ ЛИНИЯ** – прямая линия, соединяющая на эюре перпендикулярно оси координат координату проецируемой точки и ее ортогональную проекцию. Например:  $A_xA_2$ ,  $A_xA_1$ ;  $A_zA_2$ ,  $A_zA_3$ ;  $A_yA_3$ ;  $A_yA_1$  (рис. 8). Координатная линия имеет длину равную размеру какой-либо координате, т.е. отражает расстояние от точки до какой-либо плоскости проекций. Например: длина линии  $A_xA_2$  равна расстоянию от точки до горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ , т.е. аппликате точки  $A$ , а значит ее размеру  $A_z$ .

**КООРДИНАТЫ** – числа, выражающие расстояния от данной точки до трех взаимно перпендикулярных плоскостей проекций. Различают: *абсциссу*, *ординату* и *апликату* (рис. 8).

**АБСЦИССА** – расстояние от данной точки до профильной плоскости проекций  $\Pi_3$  (от лат. «abscissa» – отсеченная, отделенная). Например:  $AA_3$ . На чертеже размер такого расстояния откладывают от точки  $O$  на оси координат  $X$  и называют координатой  $X$  этой точки. Например:  $A_x$ . Кроме того размеру абсциссы точки  $A$  равны длины координатных линий  $A_1A_y$  и  $A_2A_z$  (рис. 8).

**ОРДИНАТА** – расстояние от данной точки до фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  (от лат. «ordinata» -от ordinatim ducta (лат) – подряд проведенная). На чертеже размер длины такого расстояния откладывают от точки  $O$  на оси координат  $Y$  и называют координатой  $Y$  этой точки. Например:  $A_y$ . Кроме того размеру ординаты точки  $A$  равны длины координатных линий  $A_1A_x$  и  $A_3A_z$  (рис. 8).

**АПЛИКАТА** – расстояние от данной точки до плоскости проекций  $\Pi_1$  (от лат.«aplikata» – приложенная). На чертеже размер длины такого расстояния откладывают от точки  $O$  на оси координат  $Z$  и называют координатой  $Z$  этой точки. Например:  $A_z$ . Кроме того размеру апликаты точки  $A$  равны длины координатных линий  $A_3A_y$  и  $A_2A_x$  (рис. 8).

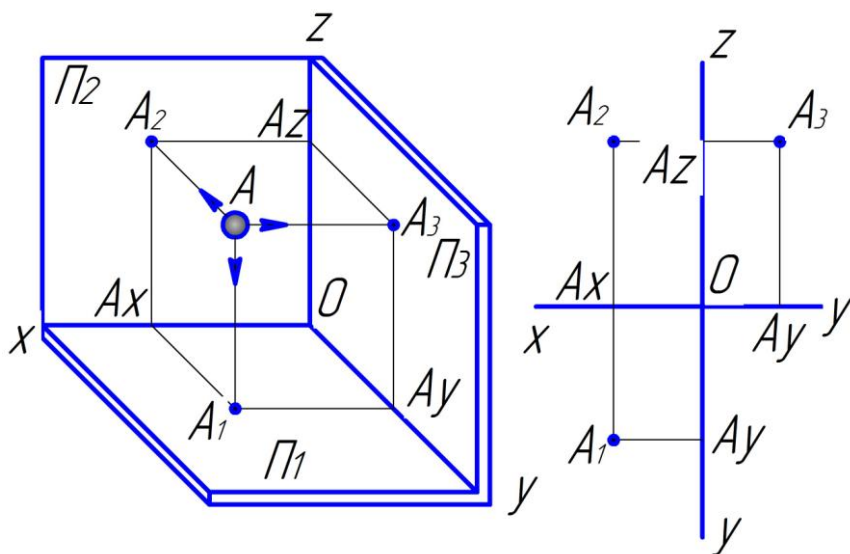


Рис. 8

**ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ТОЧКИ** – условная запись координат точки. Для обозначения используются круглые скобки, внутри которых в последовательности  $x$ ,  $y$ ,  $z$  записываются цифры размера координат точки с указанием знаков направления их осей. По знакам координат в определителе точки можно определить октант, в котором она расположена. Например:  $A(5; -9; 4)$ . Так как размер ординаты откладывается на отрицательном направлении оси координат  $Y$ , точка  $A$  находится за плоскость проекций  $\Pi_2$ , т.е. за первым октантом. Следовательно точка  $A$  расположена во втором октанте пространства.

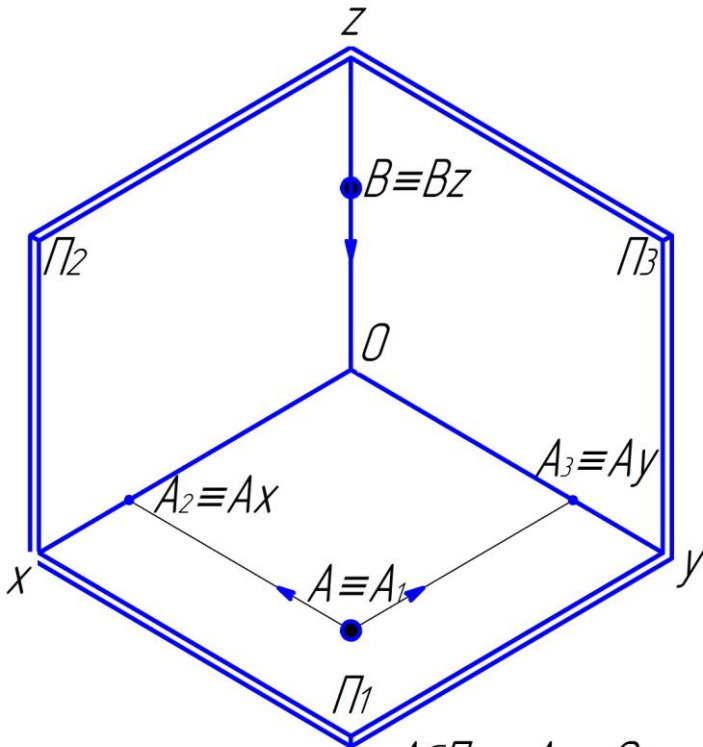
## ОКТАНТОВЫЕ ЗНАКИ КООРДИНАТ

Координаты	Знаки осей координат в октантах							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
X	+	+	+	+	-	-	-	-
Y	+	-	-	+	+	-	-	+
Z	+	+	-	-	+	+	-	-

**ТОЧКА ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ** – точка, находящаяся в пространстве какого-либо октанта. В определителе такой точки размеры всех трех координат больше нуля (рис. 7, рис. 8).

**ТОЧКА ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ** – точка, находящаяся на поверхности октанта, т.е. расположенная либо на оси проекций, либо на его плоскости проекций. Если точка расположена на плоскости проекций, то размер координаты, определяющий ее расстояние до этой плоскости равен нулю. Если точка принадлежит оси координат, то в определителе точки две координаты равны нулю, т.к. в этом случае точка принадлежит сразу двум плоскостям проекций (рис. 9).

**ИНЦИДЕНТНОСТЬ** – взаимная принадлежность. Обозначается значком  $\in$ . Например: точка находится на поверхности плоскости проекций  $\Pi_1$ , т.е. принадлежит плоскости  $\Pi_1$ , т.е. инцидентна плоскости  $\Pi_1$ , т.е.  $A \in \Pi_1$  (рис. 9).



$A \in \Pi_1 \Rightarrow Az \equiv 0$   
 $B \in Oz \Rightarrow Bx \equiv 0; By \equiv 0$

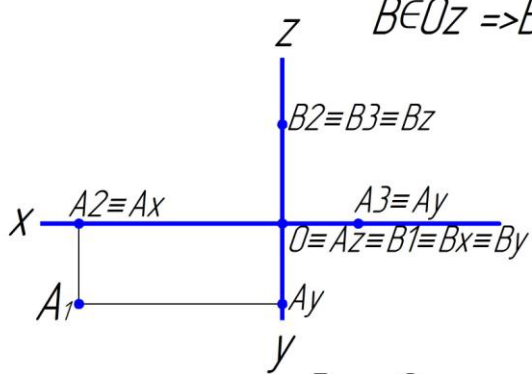


Рис. 9



**КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ** – точки, лежащие на одном проецирующем луче, т.е. имеющие две равные одноименные координаты. При проецировании на плоскость проекций проекции этих точек накладываются друг на друга. Соответственно на чертеже проекции этих точек совпадают, т.е. конкурируют. Различают: *горизонтально*, *фронтально* и *профильно* конкурирующие точки (рис. 10).

**ГОРИЗОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ** – точки, расположенные на одном проекционном луче, перпендикулярном горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ . На чертеже проекции таких точек совпадают (т.е. конкурируют) на плоскости  $\Pi_1$ . Эти точки имеют равные между собой размеры координат  $Ox$  и  $Oy$  и разные размеры аппликат. Например: точки А и В (рис. 10).

**ФРОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ** – точки, расположенные на одном проекционном луче, перпендикулярном фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ . На чертеже их фронтальные проекции совпадают, т.е. конкурируют. Такие точки располагаются на равной высоте от плоскости проекций  $\Pi_1$  и одинаковом расстоянии от плоскости проекций  $\Pi_3$ , но на разном от плоскости проекций  $\Pi_2$ . Например: точки С и D (рис. 10).

**ПРОФИЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ** – точки с конкурирующими проекциями на профиль-

ной плоскости проекций  $\Pi_3$ , имеющие в определителях равные между собой координаты  $OY$  и  $OZ$  и разные размеры абсцисс. Например: точки  $E$  и  $F$  (рис. 10).

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДИМОСТИ КОНКУРИРУЮЩИХ ТОЧЕК ПРИ ПРОЕЦИРОВАНИИ** – это пространственное представление взаимного расположения конкурирующих точек. А именно: какая точка из имеющихся находится выше или ближе к наблюдателю; какая из имеющихся точек при проецировании на соответствующую плоскость «закроет» другую, конкурирующую с ней, точку, т.е., проекции каких точек окажутся видимыми и невидимыми (рис. 10). Например: у горизонтально конкурирующих точек будет видима та, у которой больше высота; у фронтально конкурирующих – та, что ближе к наблюдателю; у профильно конкурирующих – та, что дальше от плоскости проекций  $\Pi_3$  (для первого октанта та, что левее).

**ВИДИМОСТЬ НА ЧЕРТЕЖЕ КОНКУРИРУЮЩИХ ТОЧЕК** – условная запись (обозначения точек и символа конкурирования) на чертеже последовательности проецирования конкурирующих точек на плоскость проекций, когда проекции совпадают (рис. 10). Обозначение видимой проекции ставится на первом месте, обозначение невидимой – на втором (либо берется в скобки). Например:  $A_1 \equiv B_1$ ; либо  $A_1 (B_1)$ .

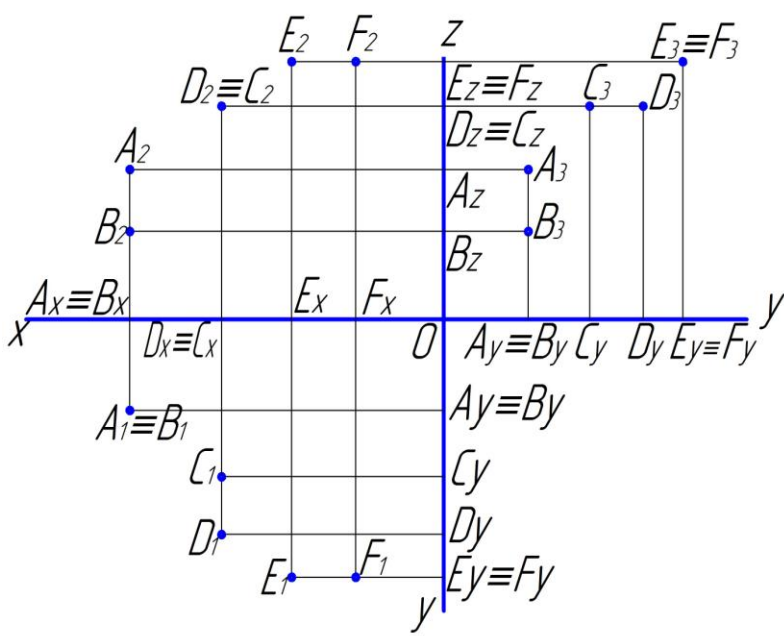
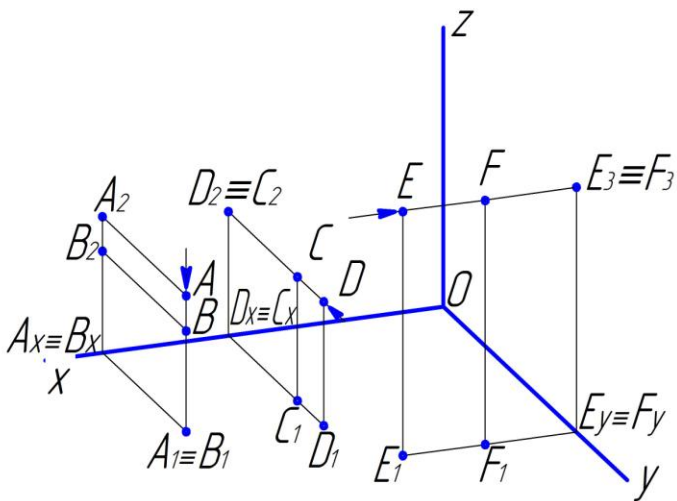


Рис. 10

**СИММЕТРИЧНЫЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ ТОЧКИ** – это точки, расположенные на одинаковом расстоянии от нее, но с разных ее сторон. При этом меняется знак соответствующих координат точки (рис. 11).

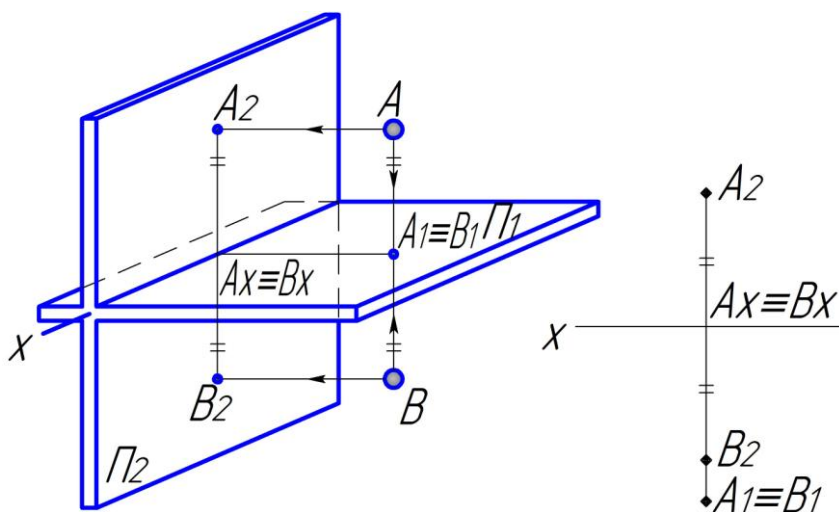


Рис. 11

## **ЛИНИЯ ЧЕРТЕЖА КАК ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБРАЗ ОБЪЕКТА ОТНОСИТЕЛЬНО НАБЛЮДАТЕЛЯ**

**СПЛОШНАЯ ТОЛСТАЯ ЛИНИЯ** – изображение ортогонального и аксонометрического чертежа. Это результат прямоугольного либо косоугольного проецирования видимых наблюдателем ребер трехмерного объекта и контуров его кривых поверхностей. Кроме того, согласно Госта 2.303-68 данная линия используется для изображения линий рамки и основной надписи чертежа.

**СПЛОШНАЯ ТОНКАЯ ЛИНИЯ** – вертикальные и горизонтальные линии ортогонального чертежа заданий-упражнений начертательной геометрии, соединяющие между собой проекции смежных проекционных плоскостей какой либо вершины трехмерного объекта. Используются на учебных чертежах, на производственных чертежах находятся «по умолчанию» и называются *проекционными линиями связи*.

**ШТРИХОВАЯ ЛИНИЯ** – изображение на ортогональном и аксонометрическом чертежах ребер и контуров кривых поверхностей трехмерного объекта не видимых наблюдателем. Гост 2.303-68 рекомендует толщину на половину тоньше линий видимого контура объекта, изображаемого сплошной

толстой линией. При изображении данной линии штрих понимается как черточка; короткая прямая.

**ШТРИХПУНКТИРНАЯ ЛИНИЯ** – изображение на ортогональном и аксонометрическом чертеже воображаемых линий: осей вращения, осей координат, осей симметрии и т.п. Перечисленные линии не являются частью конструкции проецируемого объекта, они не имеют реального воплощения. Но использование на чертеже различных осей уточняет графический рассказ о устройстве и технологии изготовления трехмерного объекта. Например, изображение штрихпунктирной линии обращает внимание на симметричность частей объекта, а изображение оси вращения кривой поверхности цилиндрического отверстия указывает направление движения оси сверла при изготовлении этого отверстия. Штрихпунктирная линия представляет собой чередование коротких линий и точек. Штрих понимается как черточка, короткая прямая, а пунктир – точка. Применение на чертеже данной линии регламентируется ГОСТом 2.303-68, согласно которого данная линия должна выступать (быть длиннее) за изображение от 2 до 7 миллиметров.

## ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПРЯМОЙ ЛИНИИ И ЕЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ

**ЛИНИЯ** – понимается в начертательной геометрии как траектория движущейся в пространстве точки, в математике как непрерывное множество точек. Различают: *кривые* и *прямые* линии.

**ПРЯМАЯ ЛИНИЯ** – линия, образованная движением точки, не меняющей направления своего движения в пространстве. Ее положение в пространстве рассматривается относительно плоскостей проекций  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$ . Различают прямые линии *общего* и *частного положения*.

**ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ** – прямая линия не параллельная ни одной из плоскостей проекций и расположенная к каждой из них под углом не равным  $90^\circ$ . На чертеже проекции такой прямой всегда не параллельны и не перпендикулярны осям координат. Размер координаты  $Y$  старта прямой линии всегда больше, чем у точки ее финиша. Ни одна из проекций прямой линии общего положения не показывает ее натуральную длину и угол наклона к плоскости проекций. Любая проекция такой прямой линии меньше самой прямой. По мере удаления от зри-

теля различают *восходящую* и *нисходящую* прямую линию общего положения (рис. 12; рис. 13).

**ВОСХОДЯЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ** – прямая линия, поднимающаяся по мере удаления от зрителя. На чертеже размер координаты Z старта такой прямой всегда меньше, чем у точки финиша этой прямой. В зависимости от того, где расположен финиш восходящей прямой относительно наблюдателя, различают *восходящую вправо* и *восходящую влево* прямые линии (рис. 12).

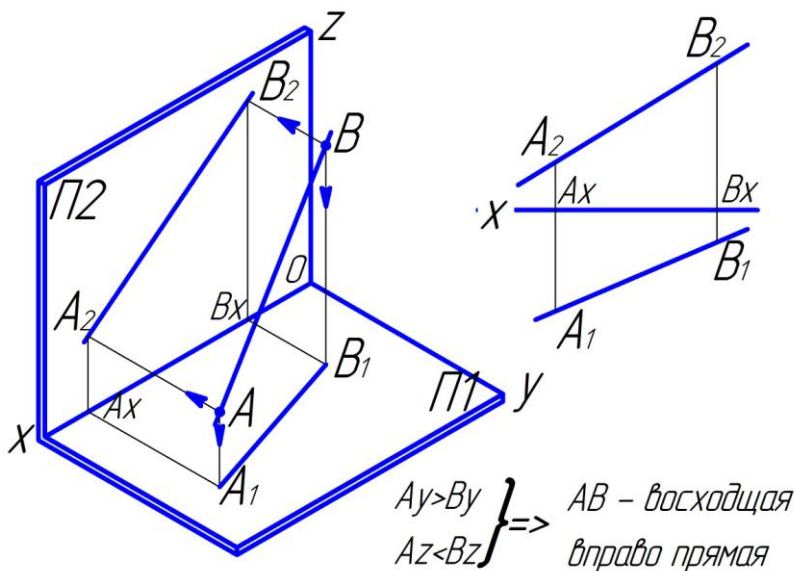
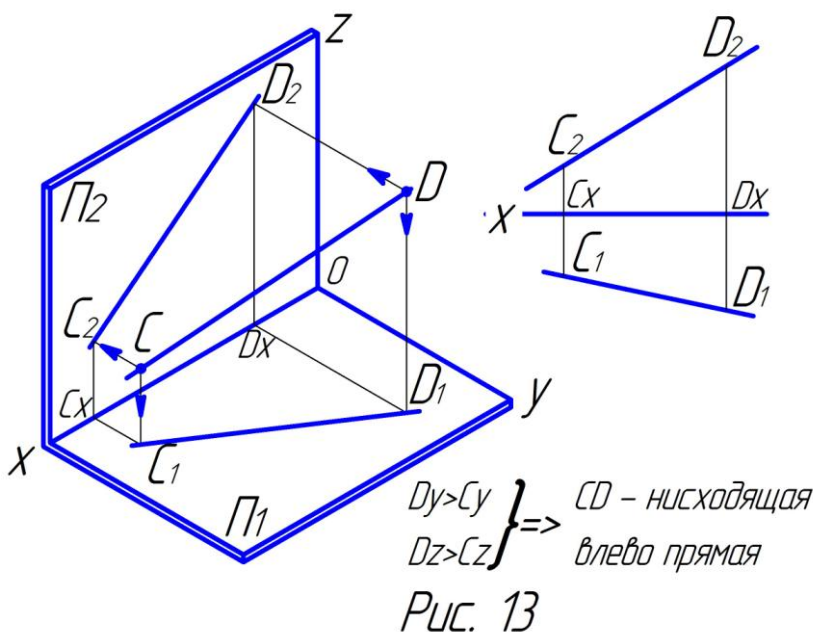


Рис. 12



**НИСХОДЯЩАЯ ПРЯМАЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ** – прямая линия, понижающаяся по мере удаления от зрителя. На чертеже размер координаты  $Z$  старта такой прямой всегда больше, чем у точки финиша этой прямой. В зависимости от того, где расположен финиш восходящей прямой относительно наблюдателя, различают *нисходящую вправо* и *нисходящую влево* прямые линии (рис. 13).



**ПРЯМЫЕ ЛИНИИ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ** – прямые линии, расположенные определенным образом относительно плоскостей проекций: параллельные, перпендикулярные и принадлежащие плоскостям проекций. Различают: *проецирующие прямые линии* и *прямые линии уровня*.

**ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ** – прямая линия, перпендикулярная какой либо плоскости проекций и при этом параллельная двум другим плоскостям проекций. Проекция прямой линии обращается в точку на той плоскости, относительно которой прямая перпендикулярна, а на плоскостях проекций, которым она параллельна, проецируется в натуральную величину. Различают: *горизонтально проецирующие, фронтально проецирующие, профильно проецирующие* прямые линии (рис. 14; рис. 15; рис. 16).

**ГОРИЗОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ** – прямая линия, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  и при этом параллельная фронтальной  $\Pi_2$  и профильной  $\Pi_3$  плоскостям проекций. Фронтальная и профильная проекции ортогонального чертежа этой прямой равны ее натуральной длине и расположены параллельно оси координат  $Z$ , а горизонтальная проекция – точка. Размеры одноименных координат  $Y$  и  $X$  всех точек такой прямой линии

равны, а размеры координаты  $Z$  отличаются друг от друга (рис. 14).

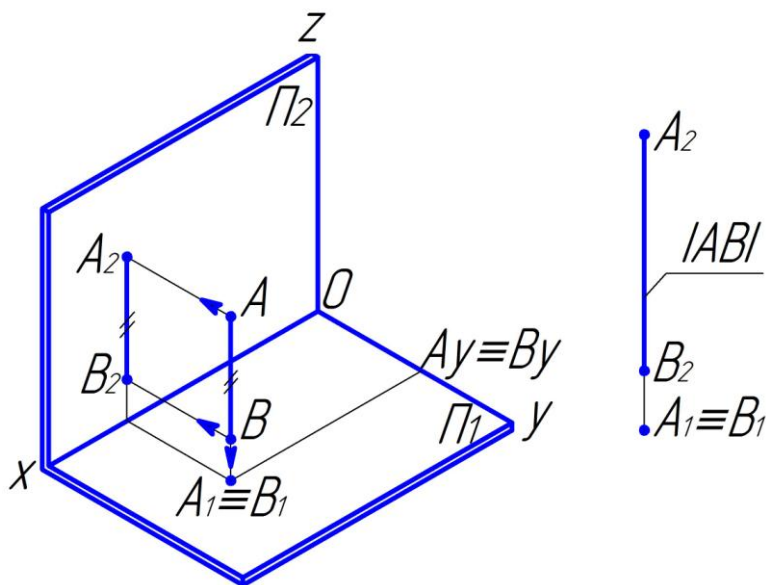


Рис. 14

**ФРОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ** – прямая линия, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  и при этом параллельная горизонтальной  $\Pi_1$  и профильной  $\Pi_3$  плоскостям проекций. Горизонтальная и профильная проекции ортогонального чертежа этой прямой линии равны ее натуральной длине и расположены параллельно оси координат  $Y$ , а фронтальная проекция – точка. Все точки такой прямой

имеют равные одноименные размеры координат  $X$  и  $Z$  (рис. 15).

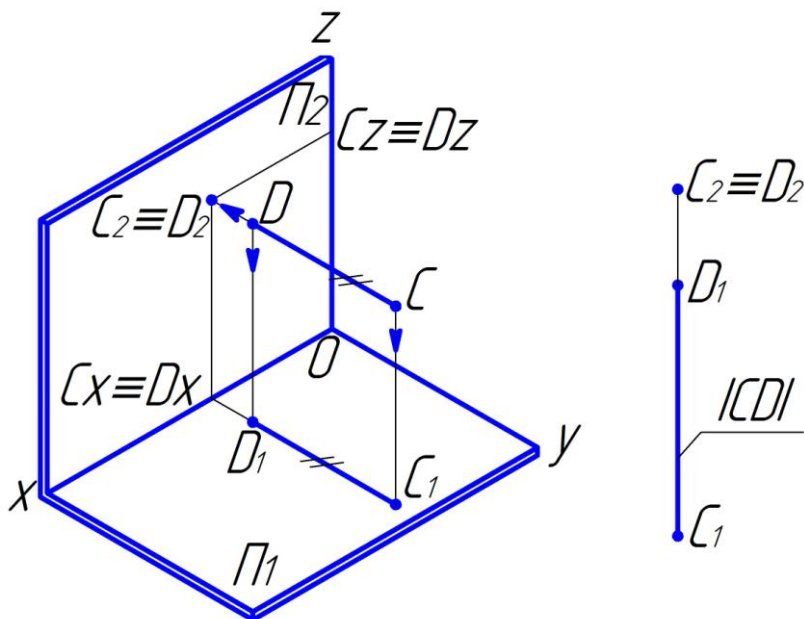


Рис. 15

**ПРОФИЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ** – прямая линия, перпендикулярная профильной плоскости проекций  $\Pi_3$  и при этом параллельная горизонтальной  $\Pi_1$  и фронтальной  $\Pi_2$  плоскостям проекций. Горизонтальная и фронтальная проекции ортогонального чертежа этой прямой линии равны ее натуральной длине и расположены параллельно оси координат  $X$ , а про-

фильная проекция – точка. Все точки такой прямой имеют равные одноименные координаты Y и Z (рис. 16).

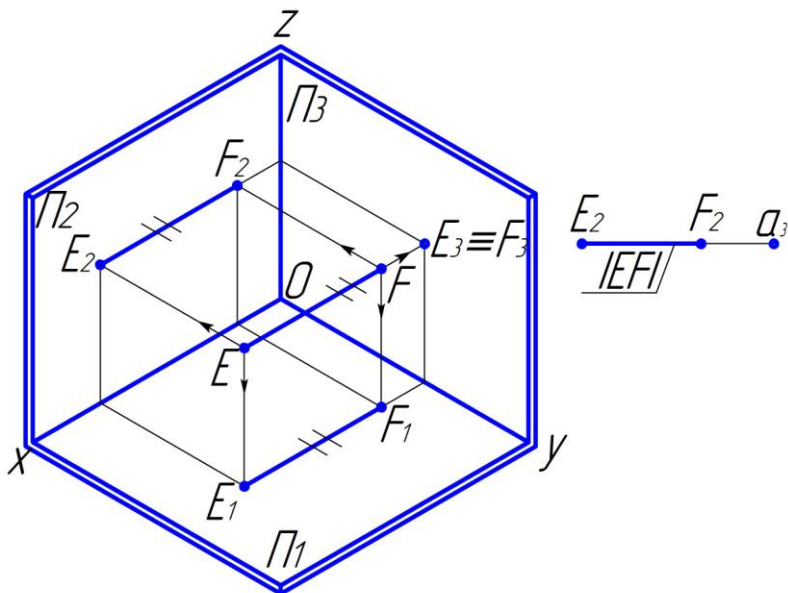


Рис. 16

**ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ** – прямая линия, параллельная одной из плоскостей проекций, на которую она проецируется без искажения, и проекция которой определяет углы наклона этой прямой к двум другим плоскостям проекций. При этом прямая линия уровня не параллельна и не перпендикулярна двум другим плоскостям проекций и проецируется на эти плоскости с искажением размера длины. Различают: *горизонтальную*, *фронтальную* и *профильную* прямые линии уровня (рис. 17; рис. 18; рис. 19).

**ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ** – это прямая линия, параллельная горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  и при этом не параллельная и не перпендикулярная фронтальной  $\Pi_2$  и профильной  $\Pi_3$  плоскостям проекций. Используется сокращенное название *горизонтальная прямая уровня*, либо ее называют *горизонталью* и на чертеже обозначают латинской буквой  $h$ . Так как все точки этой прямой линии равноудалены от плоскости проекций  $\Pi_1$ , а значит для любой ее точки координата  $Z$  постоянна, то фронтальная и профильная проекции прямой соответственно параллельны координатным осям  $X$  и  $Y$ . На плоскость проекций  $\Pi_1$  горизонталь  $h$  проецируется без искажения своей длины и размеров углов наклона к плоскостям проекций  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  (рис. 17).

**ФРОНТАЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ** – это прямая линия, параллельная фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ . Используется сокращенное название *фронтальная прямая уровня*, либо *фронталь* и на чертеже обозначают буквой  $f$ . Так как все точки этой прямой линии равноудалены от плоскости проекций  $\Pi_2$  (координаты  $Y$  всех точек прямой одинаковы), то горизонтальная и профильная проекции данной прямой соответственно параллельны координатным осям  $X$  и  $Z$ . На плоскость проекций  $\Pi_2$  без искажения проецируется длина отрезка прямой  $f$  и углы наклона этой прямой линии к плоскостям проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_3$  (рис. 18).

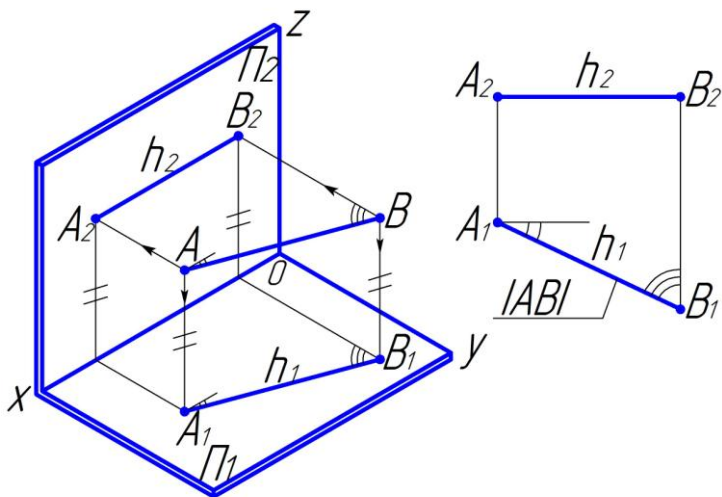


Рис. 17

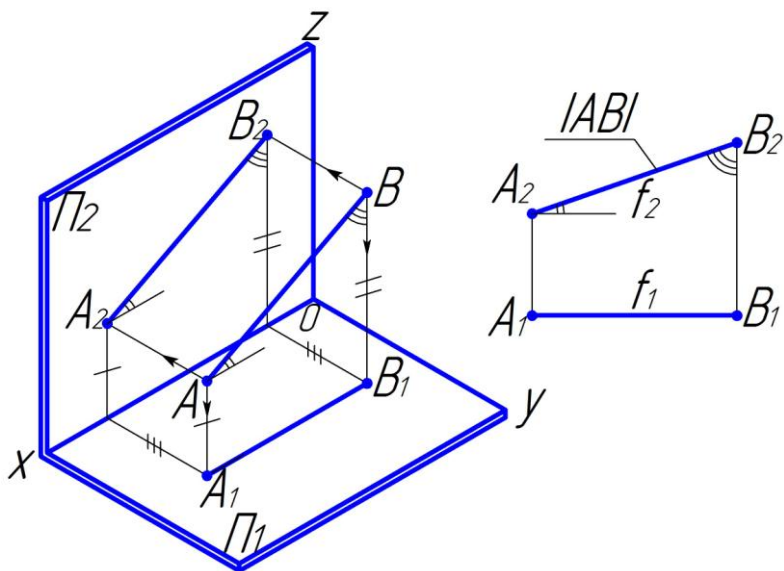


Рис. 18

## ПРОФИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ –

это прямая линия, параллельная профильной плоскости проекций  $\Pi_3$ . Используется сокращенное название **профильная прямая уровня**, которая на чертеже обозначается буквой  $p$ . Так как все точки этой прямой линии равноудалены от плоскости проекций  $\Pi_3$  (координаты  $X$  всех точек прямой одинаковы), то горизонтальная и фронтальная проекции данной прямой соответственно параллельны координатным осям  $Y$  и  $Z$ . На плоскость  $\Pi_3$  проецируются без искажения отрезок этой прямой  $p$  и углы наклона прямой к плоскостям проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Если профильная прямая линия уровня, удаляясь от наблюдателя, поднимается, то ее называют **восходящей**. Если же профильная прямая линия уровня от наблюдателя удаляется вниз, то она считается **нисходящей** (рис. 19).

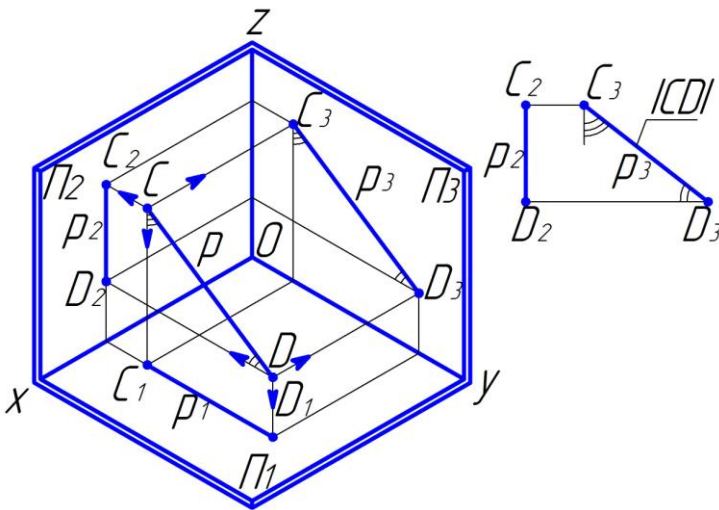


Рис. 19



**ЛИНИИ НУЛЕВОГО УРОВНЯ** – прямые линии, принадлежащие плоскостям проекций. Это частный случай горизонтальных, фронтальных и профильных прямых линий уровня. На чертеже они обозначаются:  $h_0$ ,  $f_0$ ,  $p_0$ . Так как данные линии находятся на поверхностях плоскостей проекций, то одна из координат точек этих прямых равна нулю. На эюре две проекции линий нулевого уровня конкурируют с осями координат, а третья проекция дает возможность определить натуральную длину этой прямой и углы наклона к плоскостям проекций (рис. 20).

**СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ** – точка, в которой прямая пересекается с плоскостью проекций, т.е. точка, принадлежащая одновременно и прямой и плоскости проекций. Следы прямой являются точками частного положения, в них прямая линия переходит из одного октанта в другой. В общем случае прямая линия может пересекать все три плоскости проекций и иметь три следа. Так как след прямой принадлежит плоскости проекций, одна из его координат равна нулю. Различают: *горизонтальный*, *фронтальный* и *профильный* следы прямой (рис. 21).

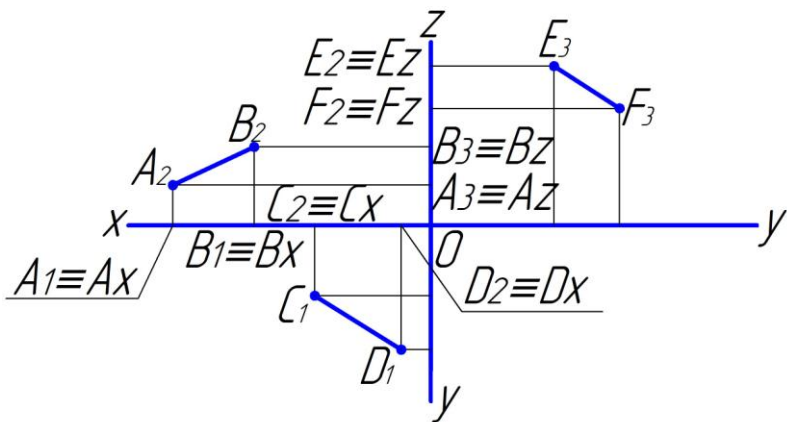
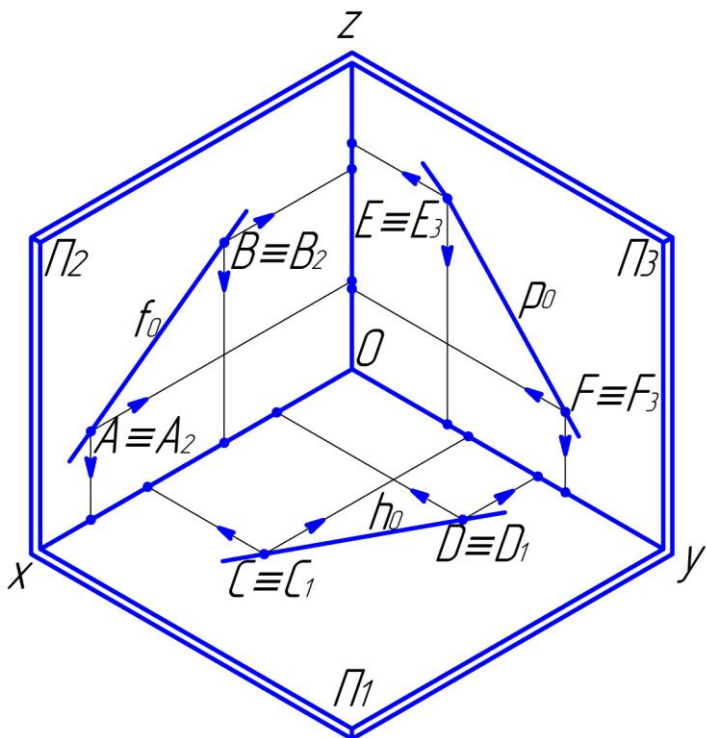


Рис. 20

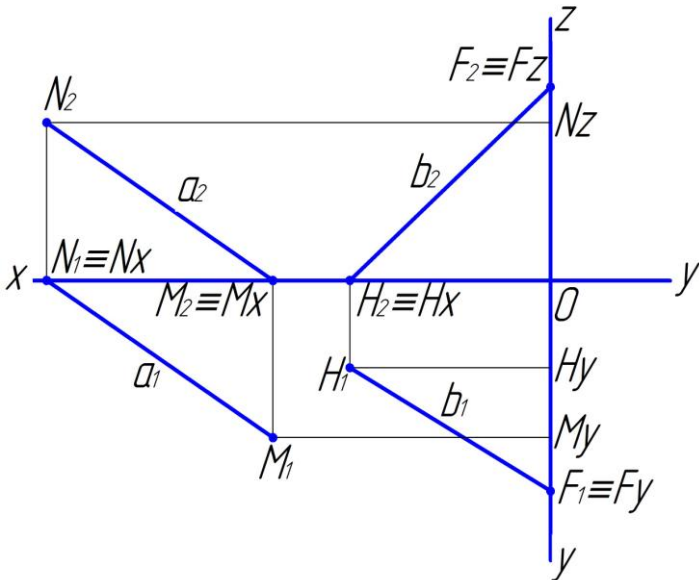
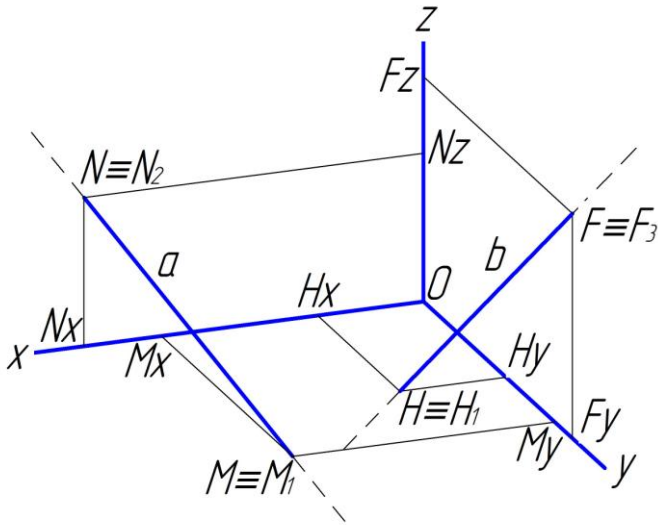


Рис. 21

**ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ** – точка пересечения прямой линии с горизонтальной плоскостью проекций  $\Pi_1$ , у которой в определителе размер координаты  $Z$  равен нулю. На ортогональном чертеже фронтальная проекция такого следа принадлежит координатной оси  $X$ , а профильная – оси  $Y$  (рис. 21 следы М и Н).

**ФРОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ** – точка пересечения прямой линии с фронтальной плоскостью проекций  $\Pi_2$ , у которой в определителе размер координаты  $Y$  равен нулю. На ортогональном чертеже горизонтальная проекция такого следа принадлежит координатной оси  $X$ , а профильная – оси  $Z$  (рис. 21 След N).

**ПРОФИЛЬНЫЙ СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ** – точка пересечения прямой линии с профильной плоскостью проекций  $\Pi_3$ , у которой в определителе размер координаты  $X$  равен нулю. На ортогональном чертеже горизонтальная проекция такого следа принадлежит координатной оси  $Y$ , а фронтальная – оси  $Z$  (рис. 21 след F).

## ВЗАИМНОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ

**ПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ** – это прямые линии, имеющие одну общую точку. Проекция точки пересечения прямых линий есть точка пересечения проекций этих прямых. Проекции точки пересечения прямых линий на смежных плоскостях проекций лежат на одной проекционной линии связи, перпендикулярной оси координат (рис. 22).

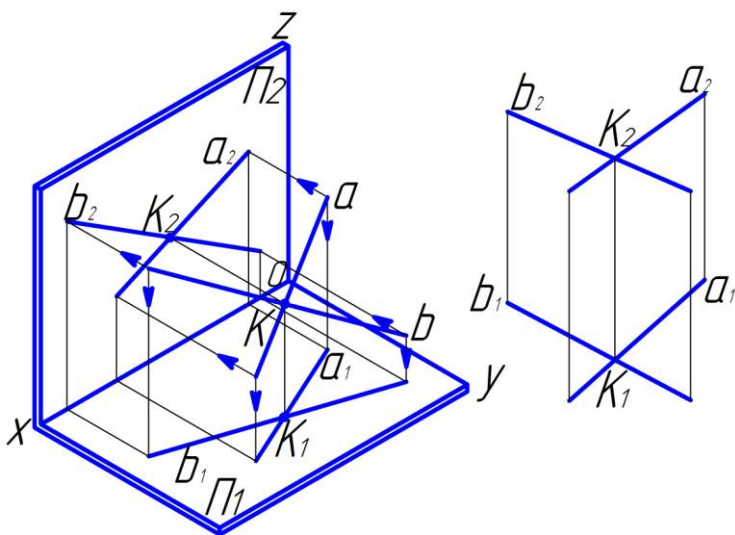


Рис. 22

**СКРЕЩИВАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ** – это прямые линии, не пересекающиеся и не параллельные между собой, лежащие в двух параллельных

плоскостях. На эпюре точки пересечения проекций этих прямых линий не лежат на одной линии проекционной связи. Для определения какая из изображенных на чертеже прямых линий выше другой или ближе другой к наблюдателю анализируют положение конкурирующих точек этих прямых (рис. 23). Если через скрещивающиеся прямые линии можно провести проецирующие плоскости, то тогда проекции этих прямых будут параллельными на плоскости проекций, которой были перпендикулярны вводимые плоскости (рис. 24).

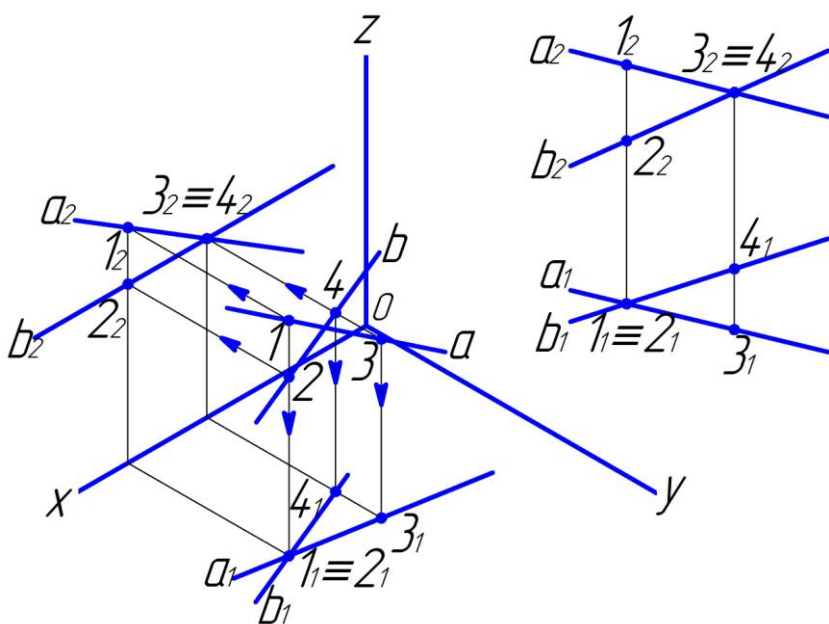


Рис. 23

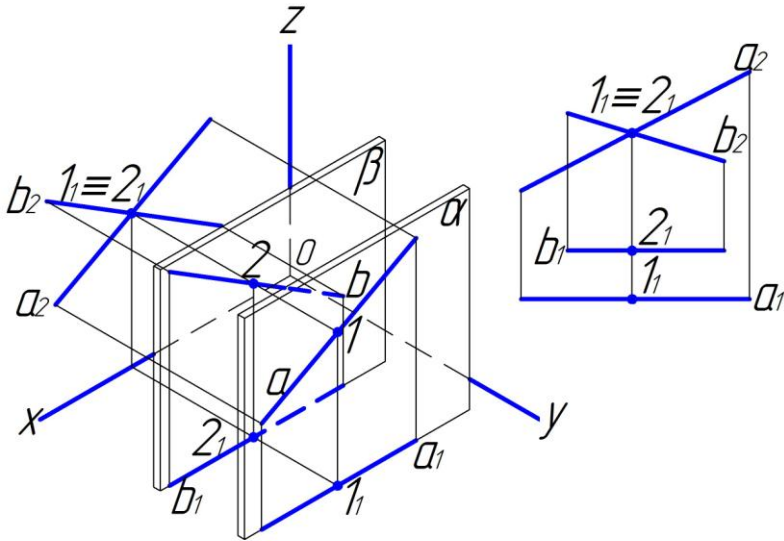


Рис. 24

**ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ** – прямые линии, расположенные в одной плоскости на не меняющемся расстоянии друг от друга на всем своем протяжении. Параллельные прямые линии пересекаются только в несобственной точке (т.е. в бесконечно удаленной точке). Проекция параллельных прямых линий на любую плоскость проекций (не перпендикулярную данным прямым) – параллельны. Особый случай представляют собой прямые линии, параллельные одной из плоскостей проекций. Для оценки взаимного положения таких прямых линий следует построить трехкартинный эюр (рис. 25).

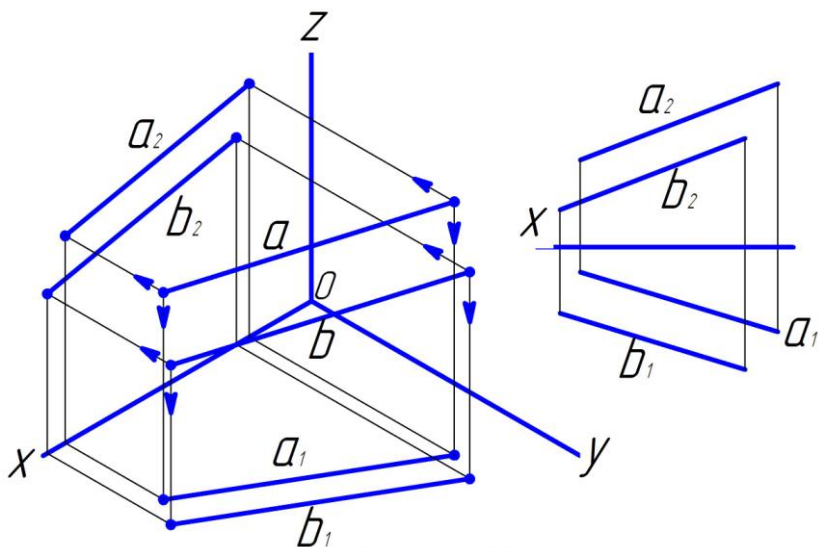


Рис. 25

**КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ** – прямые линии, расположенные в одной проецирующей плоскости, т.е. в плоскости перпендикулярной какой либо плоскости проекций. На чертеже конкурирующие прямые проецируются в одну линию на одной из плоскостей проекций. Конкурирующими могут быть пересекающиеся или параллельные прямые, но не скрещивающиеся. В зависимости от положения проецирующей плоскости, в которой расположены прямые линии, различают: *горизонтально конкурирующие*, *фронтально конкурирующие* и *профильно конкурирующие* прямые линии (рис. 26, рис. 27, рис. 28).



**ГОРИЗОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ** – прямые линии, расположенные на поверхности плоскости перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  (т.е. на горизонтально проецирующей плоскости). Горизонтальные проекции таких прямых линий совпадают (конкурируют) с горизонтальным следом плоскости, которой они принадлежат (рис. 26).

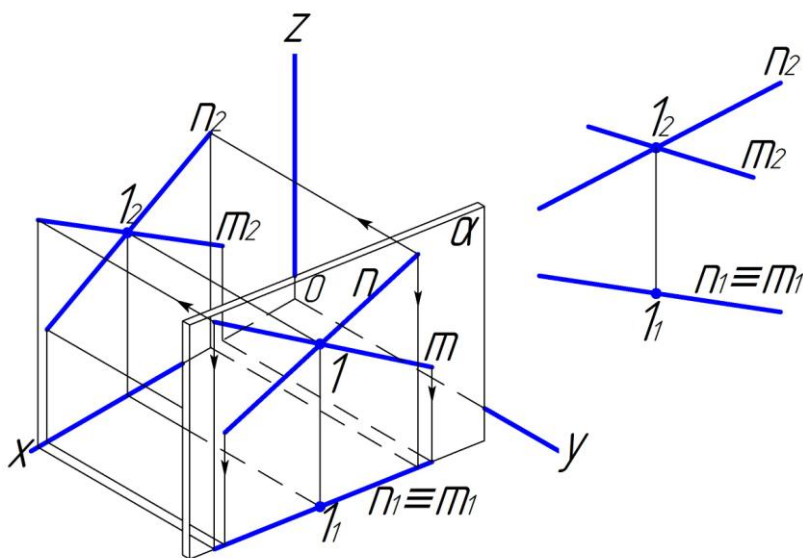


Рис. 26

**ФРОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ** – прямые линии, расположенные на поверхности фронтально проецирующей плоскости (т.е. на плоскости перпендикулярной фронтальной

плоскости проекций  $\Pi_2$ ). Фронтальные проекции таких прямых линий совмещены с фронтальным следом плоскости, которой они принадлежат (рис. 27).

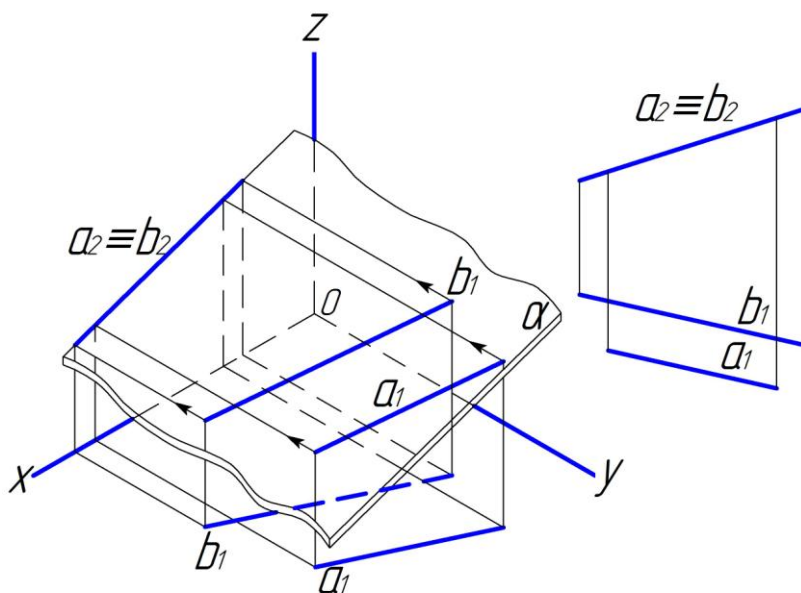


Рис. 27

**ПРОФИЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ** – прямые линии, расположенные на поверхности профильно проецирующей плоскости (т.е. на плоскости перпендикулярной профильной плоскости проекций  $\Pi_3$ ). Профильные проекции таких прямых линий совмещены с профильным следом плоскости, которой они принадлежат (рис. 28).

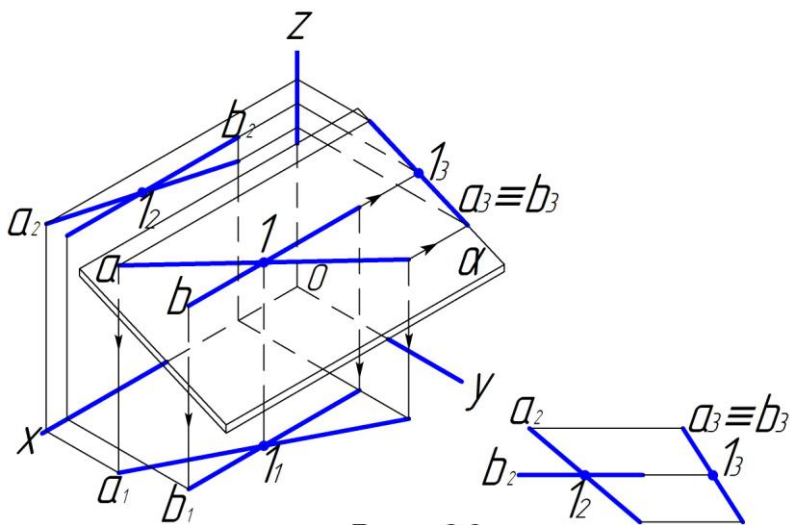


Рис. 28

**ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ** – прямые линии, образующие в пространстве прямой угол. Прямой угол могут образовывать не только пересекающиеся, но и скрещивающиеся прямые линии. Угол, образуемый скрещивающимися прямыми линиями, равен углу между перпендикулярными друг другу проецирующими плоскостями, в которых они находятся. Если две прямые пересекаются под прямым углом, то проекции их в общем случае образуют угол, не равный  $90^\circ$ . Для того чтобы прямой угол проецировался в истинную величину, необходимо и достаточно, чтобы одна из его сторон была параллельна, а другая не перпендикулярна плоскости проекций. Если под прямым углом пересекаются

линии общего положения, то решение задачи сводится к преобразованию одной из сторон прямого угла в линию уровня.

**ТЕОРЕМА ОБ ОРТОГОНАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ ПРЯМОГО УГЛА:** если одна из сторон прямого угла параллельна плоскости проекций, а другая ей не перпендикулярна, то прямой угол проецируется ортогонально на эту плоскость проекций без искажения, т.е. прямым углом. Если ни одна из сторон прямого угла не является линией уровня, то необходимо преобразование чертежа, например, заменой плоскостей проекций (рис.29).

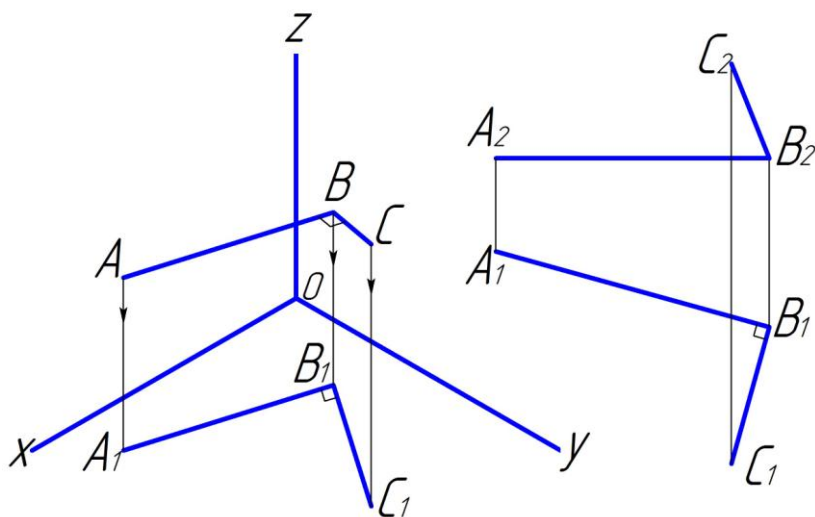


Рис. 29

## **ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПЛОСКОСТИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ЕЕ ПОВЕРХНОСТИ**

**ПЛОСКОСТЬ** – является простейшей поверхностью, которую можно представить, например, как веер линий, полученных при движении прямой (образующей), закрепленный в некоторой точке, по другой прямой (направляющей). В отличие от линии, плоскость не может быть задана на чертеже своими проекциями. Плоскость в пространстве безгранична, бесконечна, а потому проекции ее точек займут все поле чертежа. Положение плоскости в пространстве определяется положением задающихся ее элементов, входящих в определитель плоскости, т.е. плоскость задается проекциями геометрических объектов, располагающихся на ее поверхности. Графически плоскость может быть задана одним из шести способов:

- 1) тремя точками, не лежащими на одной прямой;
- 2) прямой линией и точкой, не лежащей на этой прямой;
- 3) двумя параллельными прямыми линиями;
- 4) двумя пересекающимися прямыми линиями;
- 5) плоской фигурой;
- 6) следами этой плоскости.

От любого из этих способов можно легко перейти к любому другому.

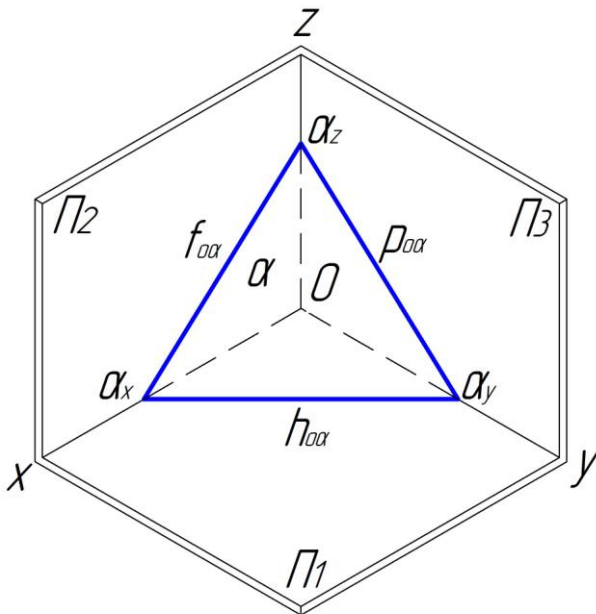


Рис.30

**СЛЕДЫ ПЛОСКОСТИ** – прямая линия, по которой данная плоскость пересекается с горизонтальной, фронтальной или профильной плоскостью проекций. В зависимости от того, какую плоскость проекций данная плоскость пересекает, различают: **фронтальный**, **горизонтальный** и **профильный следы плоскости**. Каждый из следов плоскости совпадает со своей одноименной проекцией, а две другие – разноименные проекции – оказываются лежащими на осях координат. Проекции следов, совпадающие с осями координат, обозначать не принято. Любые два следа плоскости, как две пересекающиеся

прямые, вполне определяют положение плоскости в пространстве. Третий след плоскости всегда можно построить по двум данным. След плоскости как линия в системе плоскостей проекций является линией нулевого уровня, т.к. принадлежит поверхности какой-либо плоскости проекций (рис. 30).

**ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПЛОСКОСТИ** – прямая линия, по которой данная плоскость пересекает горизонтальную плоскость проекций  $\Pi_1$ . На чертеже изображается горизонтальной проекцией и обозначается как горизонталь нулевого уровня со значком принадлежности плоскости. Например, для плоскости  $\alpha$  -  $h_{0\alpha}$  (рис. 31).

**ФРОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПЛОСКОСТИ** – прямая линия, по которой данная плоскость пересекает фронтальную плоскость проекций  $\Pi_2$ . На чертеже изображается фронтальной проекцией и обозначается как фронталь нулевого уровня со значком принадлежности плоскости. Например, для плоскости  $\alpha$  -  $f_{0\alpha}$  (рис. 31).

**ПРОФИЛЬНЫЙ СЛЕД ПЛОСКОСТИ** – прямая линия, по которой данная плоскость пересекает профильную плоскость проекций  $\Pi_3$ . На чертеже изображается профильной проекцией и обозначается как профильная прямая линия нулевого уровня со значком принадлежности плоскости. Например, для плоскости  $\alpha$  -  $p_{0\alpha}$  (рис. 31).

**ТОЧКИ СХОДА СЛЕДОВ** – точки пересечения следов заданной плоскости с координатными осями  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . Обозначаются, например, для плоскости  $\alpha$  соответственно  $\alpha_x$ ,  $\alpha_y$ ,  $\alpha_z$  (рис. 31).

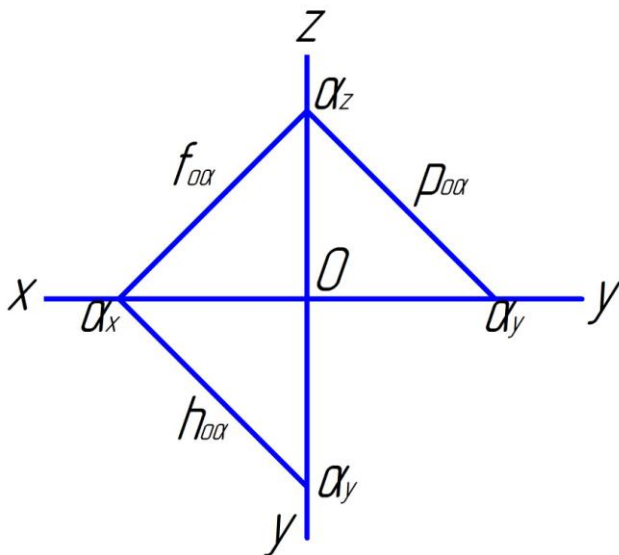


Рис.31

**ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ** – это плоскость, занимающая произвольное положение относительно плоскостей проекций, т.е. она не перпендикулярна и не параллельна ни одной основной плоскости проекций. Ни одна из ортогональных проекций геометрических объектов, задающих плоскость общего положения, не сливается в прямую линию. Метрические характеристики такой



плоскости на чертеже искажаются и не могут быть определены непосредственно с чертежа плоскости. Различают: *восходящие* и *нисходящие* плоскости общего положения (рис. 32, рис. 33).

**ВОСХОДЯЩАЯ ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ** – плоскость произвольного положения, которая, удаляясь от наблюдателя, идет вверх (на подъем). Метрические характеристики данной плоскости на чертеже напрямую не определяются. Угол наклона такой плоскости можно получить с использованием линии ската (рис. 32).

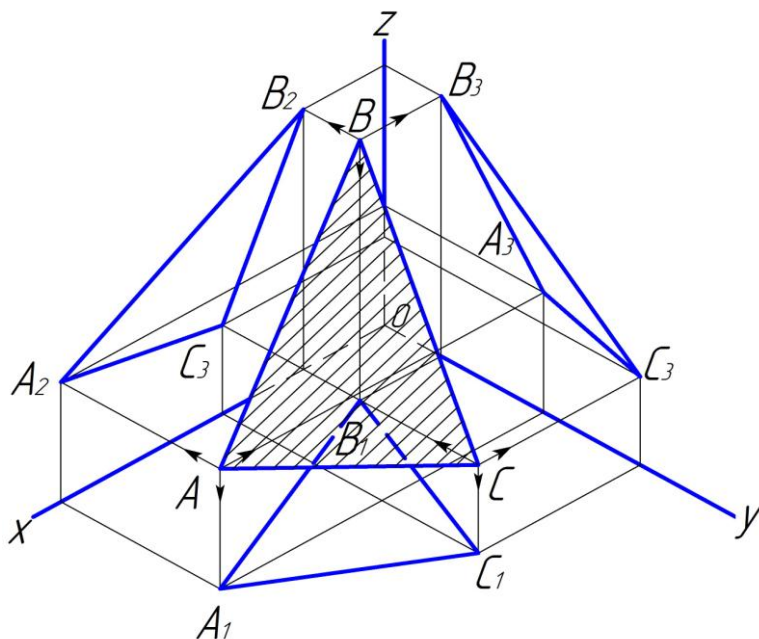


Рис. 32

**НИСХОДЯЩАЯ ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ** – плоскость произвольного положения, которая, удаляясь от наблюдателя, идет вниз (на спуск). Метрические характеристики данной плоскости на чертеже напрямую не определяются. Угол наклона такой плоскости можно получить с использованием линии ската (рис. 33).

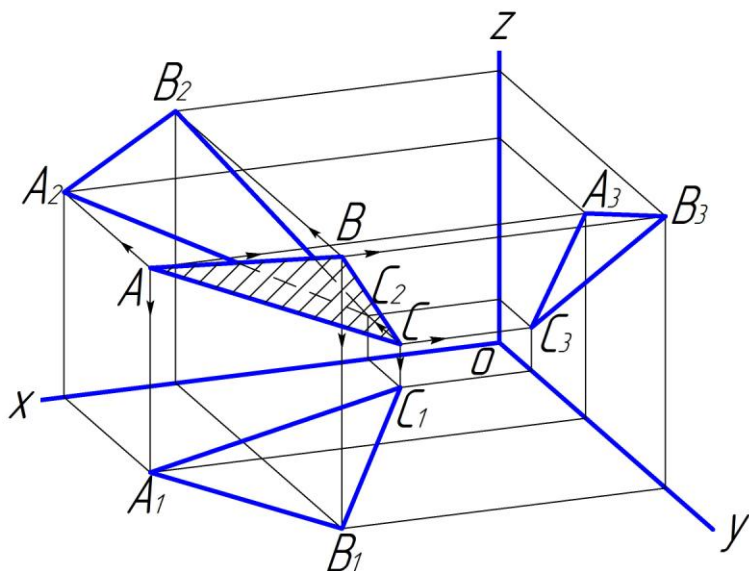


Рис. 33

**ПЛОСКОСТИ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ** – это плоскости, перпендикулярные либо параллельные плоскостям проекций. Различают: *проецирующие плоскости* и *плоскости уровня*. На ортогональном чертеже любой плоскости частного поло-

жения хотя бы одна проекция всегда вырождается в прямую линию.

**ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ** – это плоскость, перпендикулярная к одной из плоскостей проекций и при этом не перпендикулярная и не параллельная двум другим. В зависимости от того к какой плоскости проекций перпендикулярна проецирующая плоскость, различают: *горизонтально проецирующую*, *фронтально проецирующую* и *профильно проецирующую* плоскости (рис. 34, рис. 35, рис. 36).

**ГОРИЗОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ** – плоскость, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  и при этом не перпендикулярная и не параллельная фронтальной  $\Pi_2$  и профильной  $\Pi_3$  плоскостям проекций. Горизонтальная проекция такой плоскости представляет собой прямую линию, которая одновременно является горизонтальным следом плоскости. Любой геометрический объект, расположенный в этой плоскости, проецируется на горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  в эту прямую. Угол, который составляет горизонтальный след плоскости с координатной осью  $X$ , равен углу наклона этой плоскости к фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ , а с координатной осью  $Y$  – к профильной плоскости проекций  $\Pi_3$ . Фронтальный след горизонтально проецирующей плоскости перпендикулярен оси координат  $X$  (рис. 34).

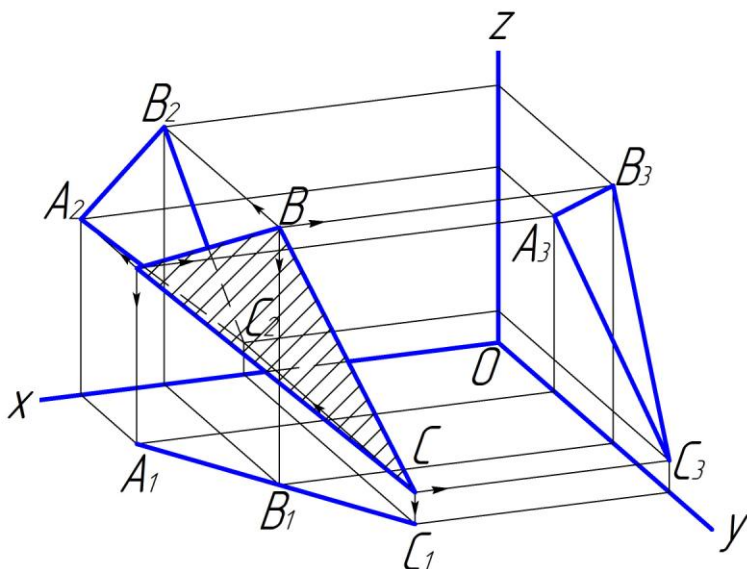


Рис. 34

**ФРОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ** – плоскость, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  и при этом не перпендикулярная и не параллельная горизонтальной  $\Pi_1$  и профильной  $\Pi_3$  плоскостям проекций. Фронтальная проекция такой плоскости представляет собой прямую линию, которая одновременно является фронтальным следом плоскости. Любой геометрической объект, лежащий в этой плоскости, на чертеже совмещен с ее фронтальным следом. Угол, который составляет фронтальный след плоскости с координатной осью  $X$ , равен наклону данной плоскости

к горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ , а с координатной осью  $Z$  – к профильной плоскости проекций  $\Pi_3$ . Горизонтальный след фронтально проецирующей плоскости перпендикулярен оси координат  $X$  (рис. 35).

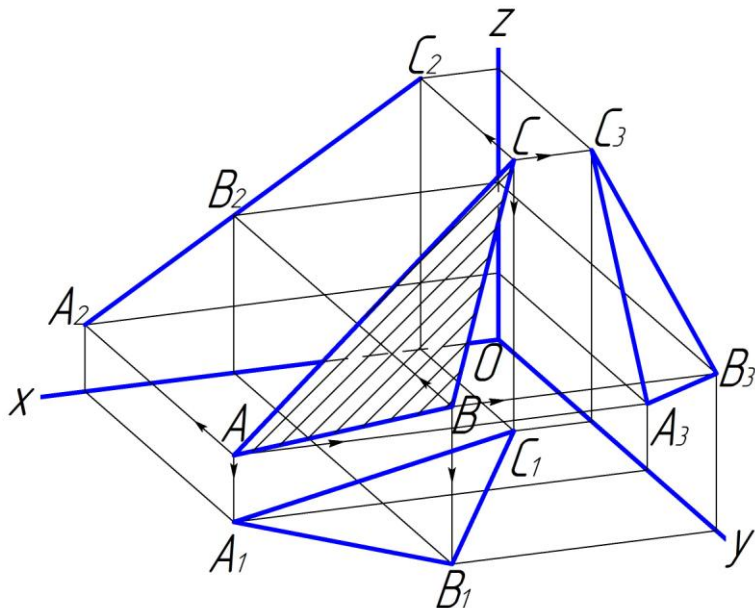


Рис. 35

**ПРОФИЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ** – плоскость, перпендикулярная профильной плоскости проекций  $\Pi_3$  и при этом не перпендикулярная и не параллельная горизонтальной  $\Pi_1$  и фронтальной  $\Pi_2$  плоскостям проекций. Профильная проекция такой плоскости представляет собой прямую линию, которая одновременно является про-

фильным следом плоскости. Любой геометрический объект, лежащий в этой плоскости, на чертеже совмещен с ее профильным следом. Угол, который составляет профильный след плоскости с координатной осью  $Y$ , равен наклону данной плоскости к горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ , а с координатной осью  $Z$  – к фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ . Горизонтальный след такой плоскости перпендикулярен оси  $Y$ . В зависимости от удаления от наблюдателя различают: *восходящую профильно проецирующую* и *нисходящую профильно проецирующую плоскости* (рис. 36).

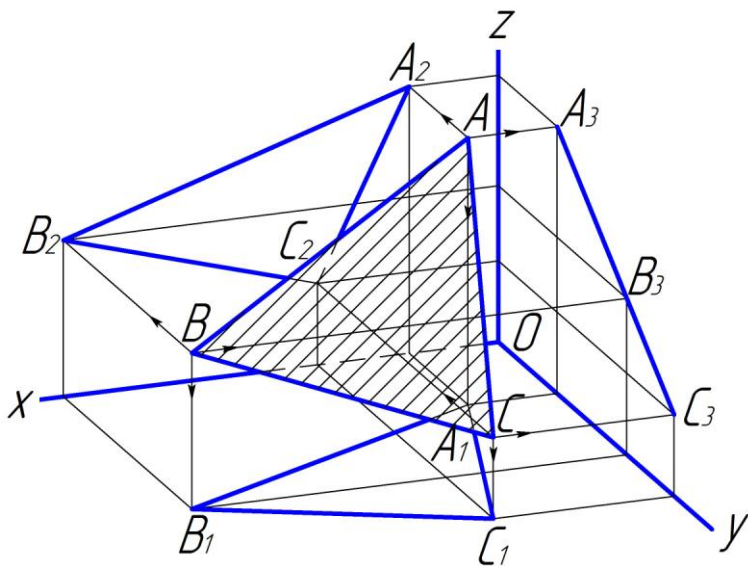


Рис. 36

**ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ** – это плоскость параллельная одной из плоскостей проекций, а значит перпендикулярная одновременно к двум другим плоскостям проекций. В зависимости от того какой плоскости проекций параллельна данная плоскость, различают: *горизонтальную, фронтальную и профильную* плоскости уровня. Любой геометрический объект, расположенный в плоскости уровня, в зависимости от параллельности проецирует на одну из плоскостей проекций в натуральную величину (рис. 37, рис. 38, рис. 39).

**ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ** – плоскость, параллельная горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  и при этом перпендикулярная фронтальной  $\Pi_2$  и профильной  $\Pi_3$  плоскостям проекций. Фронтальная и профильная проекции такой плоскости – прямые линии, совпадающие с одноименными следами этой плоскости, и параллельные осям координат  $X$  и  $Y$  соответственно. Любой геометрический объект, расположенный в горизонтальной плоскости уровня, проецируется без искажения на горизонтальную плоскость проекций  $\Pi_1$  (рис. 37).

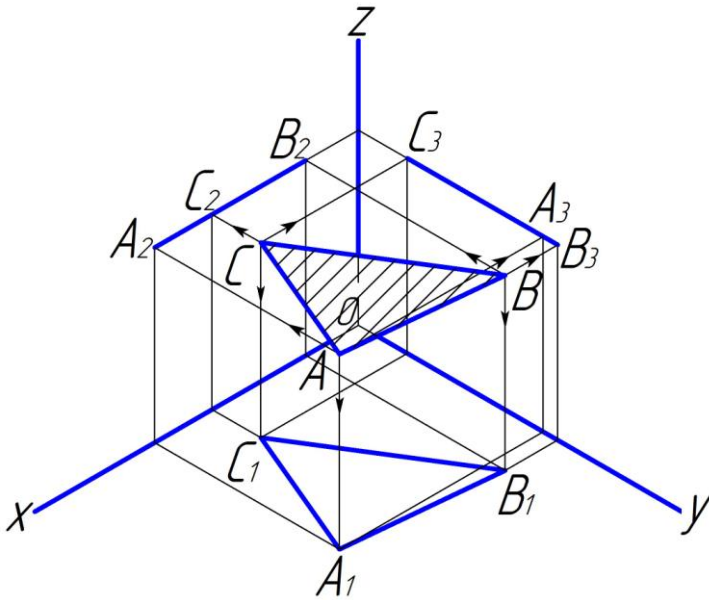


Рис. 37

**ФРОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ** – плоскость, параллельная фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  и при этом перпендикулярная горизонтальной  $\Pi_1$  и профильной  $\Pi_3$  плоскостям проекций. Горизонтальная и профильная проекции такой плоскости – прямые линии, совпадающие с одноименными следами этой плоскости и параллельные осям координат  $X$  и  $Z$  соответственно. Любой геометрический объект, расположенный во фронтальной плоскости уровня, проецируется без искажения на фронтальную плоскость проекций  $\Pi_2$  (рис. 38).



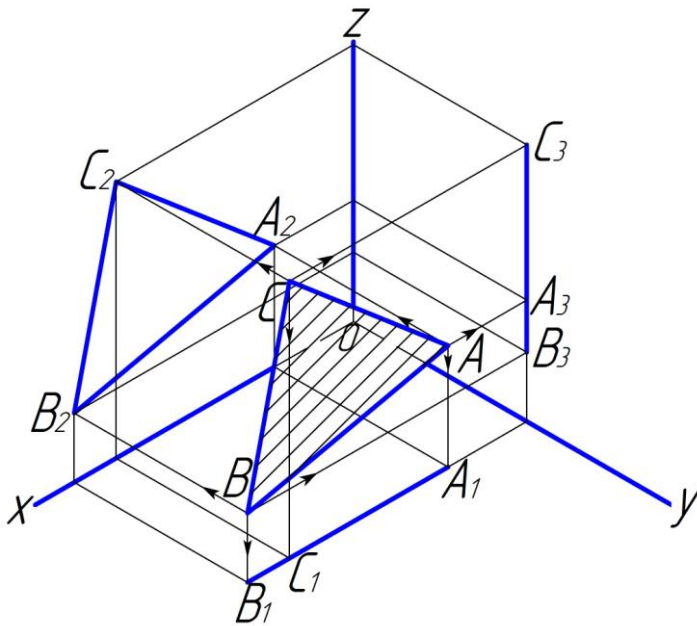


Рис. 38

**ПРОФИЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ** – плоскость, параллельная профильной плоскости проекций  $\Pi_3$  и при этом перпендикулярная горизонтальной  $\Pi_1$  и фронтальной  $\Pi_2$  плоскостям проекций. Горизонтальная и фронтальная проекции такой плоскости – прямые линии, совпадающие с одноименными следами этой плоскости и параллельные осям координат  $Y$  и  $Z$  соответственно. Любой геометрический объект, расположенный в профильной плоскости уровня, проецируется без искажения на профильную плоскость проекций  $\Pi_3$  (рис. 39).

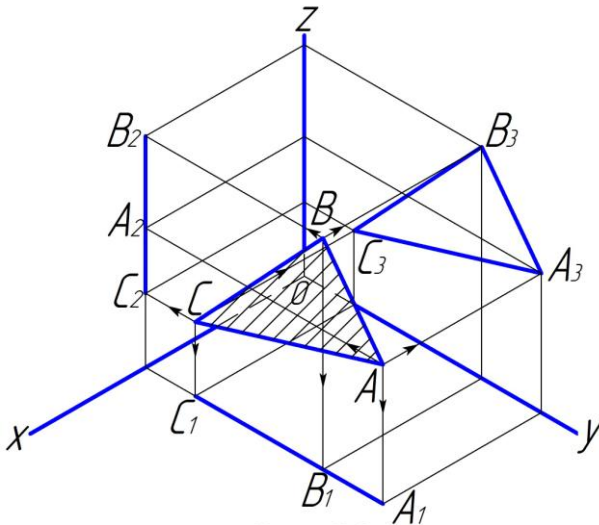


Рис. 39

**ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ ПЛОСКОСТИ** – это прямые линии, расположенные в данной плоскости, и выделяемые среди множества других линий, как занимающие особое положение. Это линии уровня плоскости: *горизонталь h*, *фронталь f* и *профильная прямая плоскости p*, а также *линии наибольшего наклона плоскости* к плоскостям проекций  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  (рис. 40).

**ГОРИЗОНТАЛЬ ПЛОСКОСТИ** – прямая линия, принадлежащая этой плоскости и параллельная горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ , т.е. это горизонтальная прямая линия уровня, лежащая на поверхности какой-либо плоскости. Фронтальная и профильная проекции горизонтали плоскости параллельны осям координат X и Y соответственно.

Все горизонтали плоскости параллельны друг другу и горизонтальному следу своей плоскости. Обозначается на чертеже буквой –  $h$  (рис. 40, рис. 41).

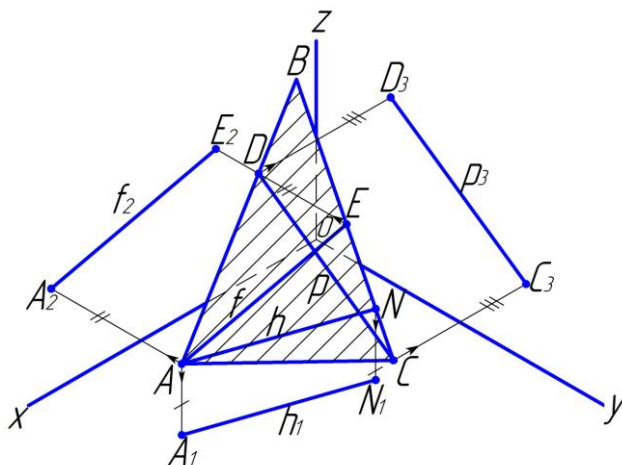


Рис. 40

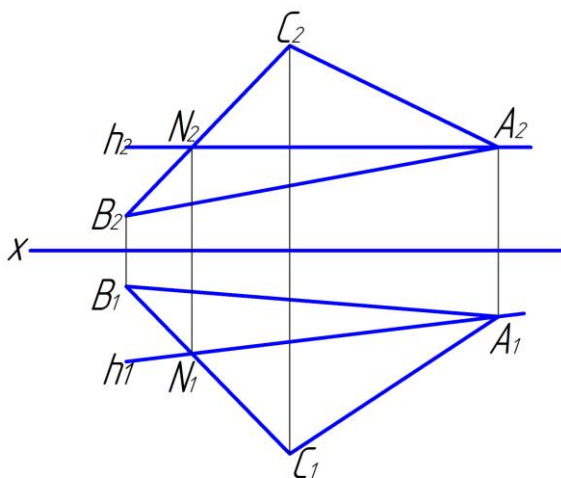


Рис. 41

**ФРОНТАЛЬ ПЛОСКОСТИ** – прямая линия, принадлежащая этой плоскости и параллельная фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ , т.е. это фронтальная прямая линия уровня, лежащая на поверхности какой-либо плоскости. Горизонтальная и профильная проекции фронтали плоскости параллельны осям координат  $X$  и  $Z$  соответственно. Все фронтали плоскости параллельны друг другу и фронтальному следу своей плоскости. Обозначается на чертеже буквой –  $f$  (рис.40, рис. 42).

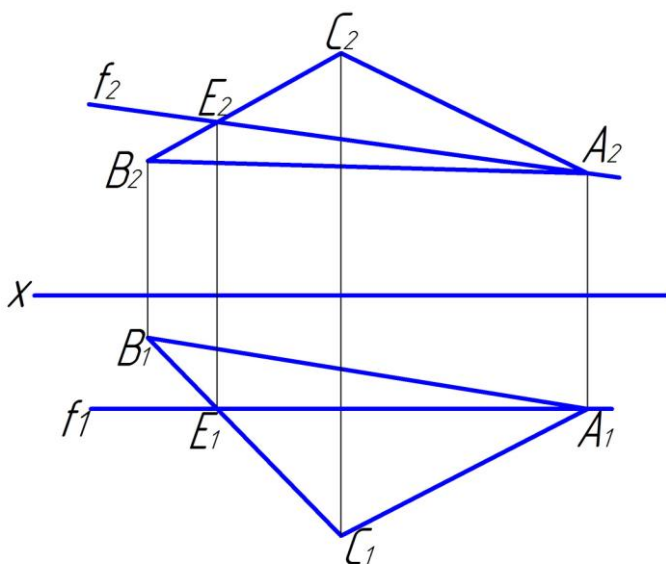


Рис. 42

**ПРОФИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ПЛОСКОСТИ** – прямая линия, принадлежащая этой плоскости и параллельная профильной плоскости

проекций  $\Pi_3$ , т.е. это профильная прямая линия уровня, лежащая на поверхности какой-либо плоскости. Фронтальная и горизонтальная проекции профильной прямой плоскости параллельны осям координат  $Z$  и  $Y$  соответственно. Все профильные прямые линии плоскости параллельны друг другу и профильному следу своей плоскости. Обозначается на чертеже буквой –  $p$  (рис.40, рис. 43).

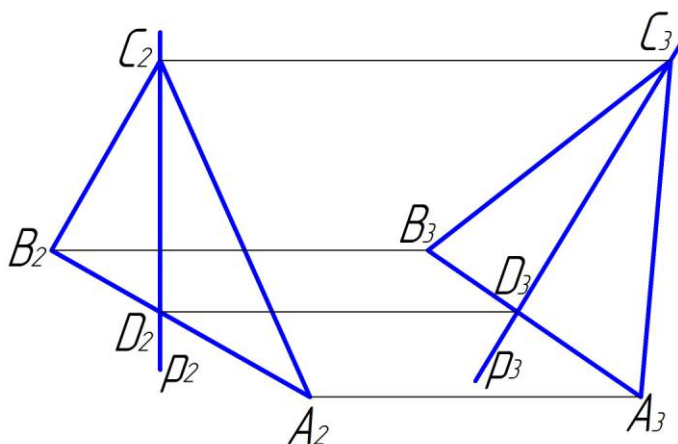


Рис. 43

**ЛИНИИ НУЛЕВОГО УРОВНЯ ПЛОСКОСТИ** – это прямые линии, принадлежащие одновременно данной плоскости и какой-либо плоскости проекций, т.е. являются одновременно и главными линиями плоскости и следами этой плоскости. Горизонтальный след плоскости – это горизонталь плоскости нулевого уровня, фронтальный след

плоскости – фронталь плоскости нулевого уровня и профильный след плоскости – профильная прямая плоскости нулевого уровня. Обозначаются на чертеже –  $h_{o\alpha}$ ,  $f_{o\alpha}$ ,  $\rho_{o\alpha}$  соответственно (рис. 44).

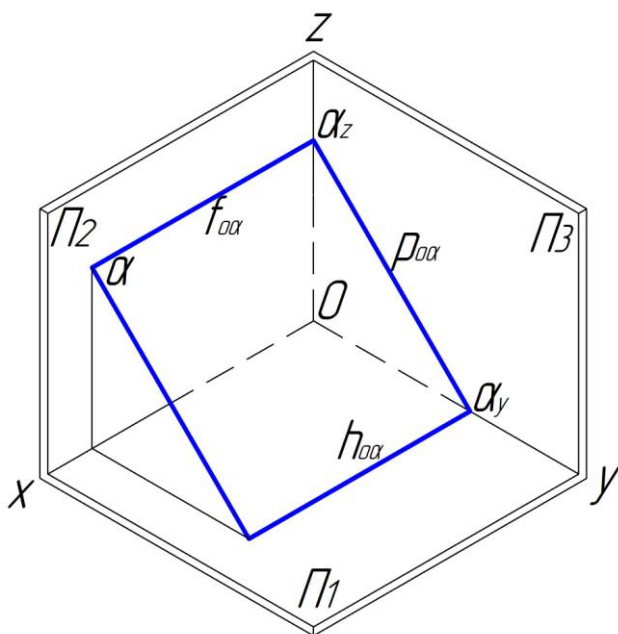


Рис. 44

**ЛИНИИ НАИБОЛЬШЕГО НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ** к плоскостям проекций  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  – прямые линии, лежащие в ней и перпендикулярные или к горизонталям плоскости, или к ее фронталям, или к ее профильным прямым (рис. 45).

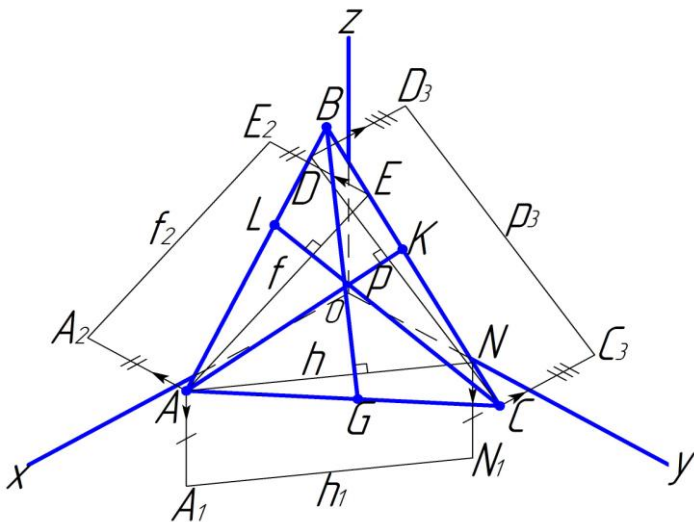


Рис. 45

**ЛИНИЯ СКАТА ПЛОСКОСТИ** – линия наибольшего наклона плоскости к горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ , т.е. прямая линия, проведенная по поверхности плоскости перпендикулярно любой горизонтали этой плоскости (рис. 45). Согласно теореме о проекции прямого угла, прямой угол между горизонталью плоскости и линией ската плоскости проецируется на горизонтальную плоскость проекций  $\Pi_1$  без искажения (рис. 46). Линия ската плоскости и ее горизонтальная проекция образуют линейный угол, которым измеряется двугранный, составленный данной плоскостью и плоскостью проекций  $\Pi_1$ .

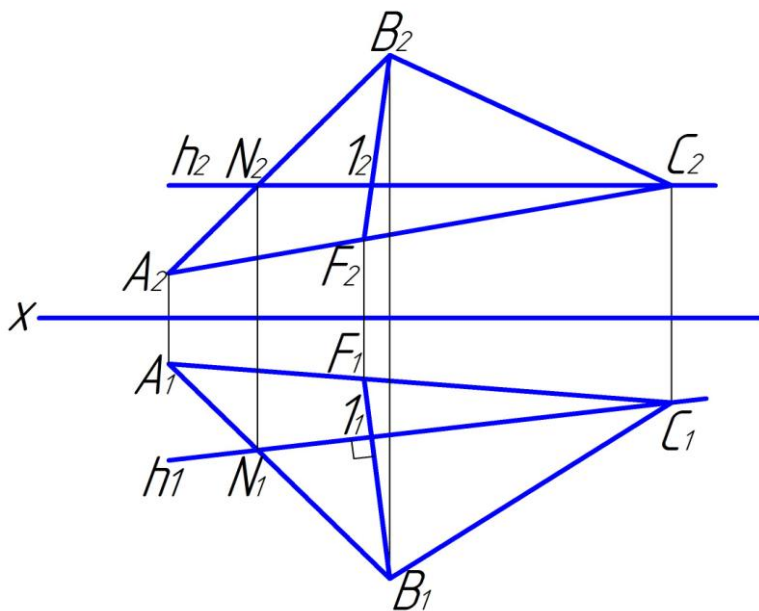


Рис. 46

**ЛИНИЯ НАИБОЛЬШЕГО НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ К ФРОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ  $\Pi_2$**  – прямая линия, проведенная по поверхности какой-либо плоскости перпендикулярно любой фронтالي этой плоскости (рис. 45). Согласно теореме о проекции прямого угла, прямой угол между линией наибольшего наклона плоскости к фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  и фронталью этой плоскости проецируется на фронтальную плоскость проекций  $\Pi_2$  без искажения (рис. 47).



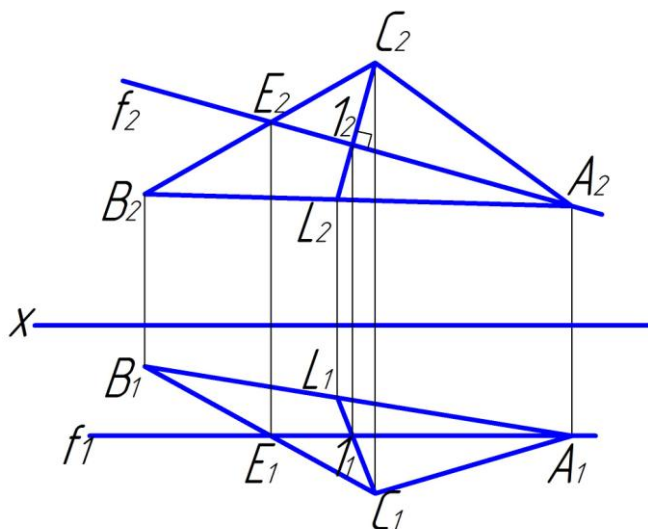


Рис. 47

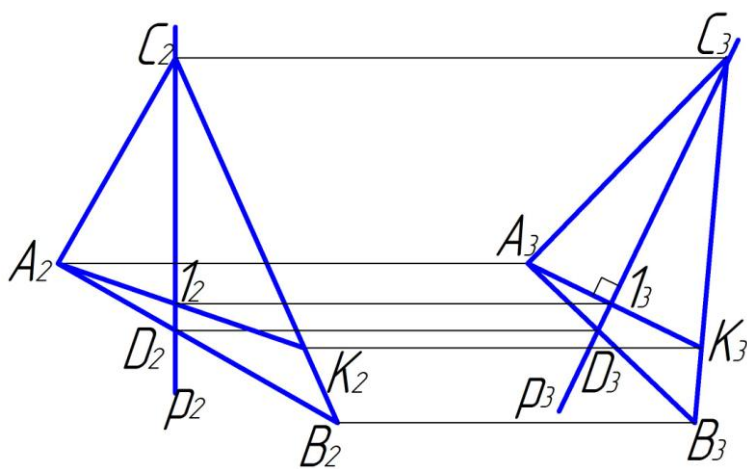


Рис. 48

**ЛИНИЯ НАИБОЛЬШЕГО НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ К ПРОФИЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ  $\Pi_3$**  – прямая линия, проведенная по поверхности плоскости перпендикулярно профильной прямой линии уровня этой плоскости (рис. 45). Согласно теореме о проекции прямого угла, прямой угол между линией наибольшего наклона плоскости к профильной плоскости проекций  $\Pi_3$  и профильной прямой линией этой плоскости проецируется на профильную плоскость проекций  $\Pi_3$  без искажения (рис. 48).

## **МНОГОГРАННИКИ**

**МНОГОГРАННИК** – геометрическое тело, образованное замкнутой гранной поверхностью.

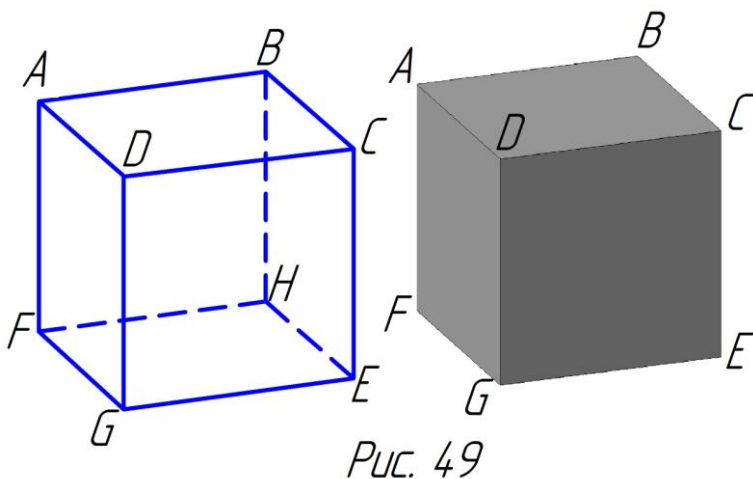
**ГРАНЬ МНОГОГРАННИКА** – часть его поверхности, представляющая собой плоскость в форме многоугольника (в составе поверхности их не менее четырех). Например: грань ABCD (рис. 49).

**РЕБРО** – линия пересечения смежных граней (сторон) многогранника. Например: ребро AD образовано пересечением граней ABCD и ADFE (рис. 49).

**ВЕРШИНА МНОГОГРАННИКА** – вершина многогранного угла, образованная смежными гранями, представляющая собой точку сходящихся концов ребер этих граней. Например: вершина D образована пересечением ребер AD, DF и DC (рис. 49).

**МНОГОГРАННЫЙ УГОЛ** – пространственная фигура, составленная из плоских углов граней, общие ребра которых сходятся в одной точке (вершине). Различают по количеству граней в составе угла. Например: двугранный угол образуют грани ABCD и ADFE, пересекаясь в общем ребре AD; трехгранный угол составлен гранями ABCD, ADFE и DCGF с общей вершиной D (рис. 49).

**СЕТКА МНОГОГРАННИКА** – совокупность его вершин и соединяющих их ребер (рис. 49).



**ВЫПУКЛЫЙ МНОГОГРАННИК** – многогранник, расположенный с одной стороны от плоскости любой его грани. Все грани такого многогранника всегда выпуклые многоугольники (рис. 50).

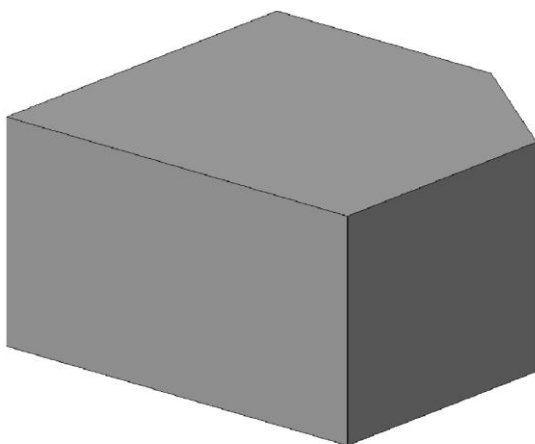
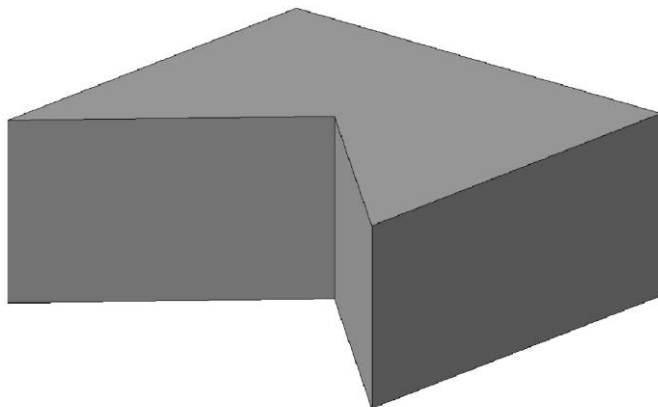


Рис. 50

**ВОГНУТЫЙ МНОГОГРАННИК** – многогранник, который не может находиться по одну сторону от любой его грани (рис. 51).



*Рис. 51*

**ТЕОРЕМА ЭЙЛЕРА.** Во всяком выпуклом многограннике число его вершин, плюс число его граней, минус число его ребер равно двум. Данную теорему о свойствах многогранников доказал великий математик Леонард Эйлер (1707 - 1783).

**ФОРМУЛА ЭЙЛЕРА:**

$$B + \Gamma - P = 2,$$

где  $B$  – количество вершин многогранника;

$\Gamma$  – количество граней многогранника;

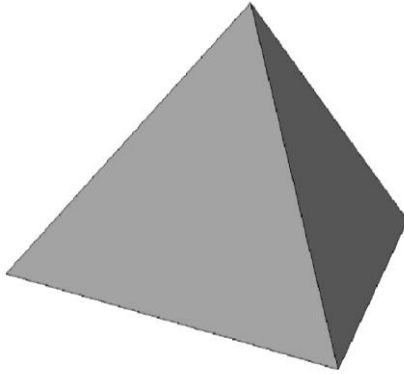
$P$  – количество ребер многогранника.

Формула справедлива для любого выпуклого многогранника и используется для проверки пра-

вильности построения изображений многогранников на ортогональном чертеже.

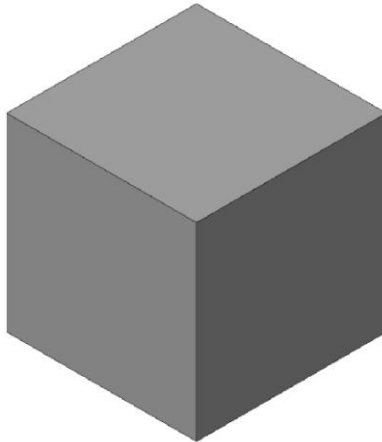
**ПРАВИЛЬНЫЕ МНОГОГРАННИКИ** – выпуклые многогранники, у которых все грани правильные и конгруэнтные многоугольники, а равные многогранные углы при вершинах выпуклые и содержат одинаковое число граней. Различают пять правильных многогранников: тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, додекаэдр, икосаэдр (рис. 52, рис. 53, рис. 54, рис. 55, рис. 56). Все вершины правильного многогранника лежат на одной сфере (описанной), все его грани касаются одной сферы (вписанной). Центры этих сфер совпадают в центре многогранника. Называются *правильными телами Платона*, по имени описавшего их древнегреческого философа-идеалиста (прозвище; настоящее имя – Аристокл; 427 - 347 гг. до н.э.).

**ТЕТРАЭДР** – правильный четырехгранник, все четыре грани которого – равносторонние треугольники, т.е. это *правильная трехгранная пирамида*. Каждая из четырех граней может быть выбрана в качестве ее основания. Опущенный из любой вершины тетраэдра перпендикуляр на противоположную грань проходит через ее центр (рис. 52). Имеет 4 вершины, 4 грани и 6 ребер ( $4 + 4 - 6 = 2$ ).



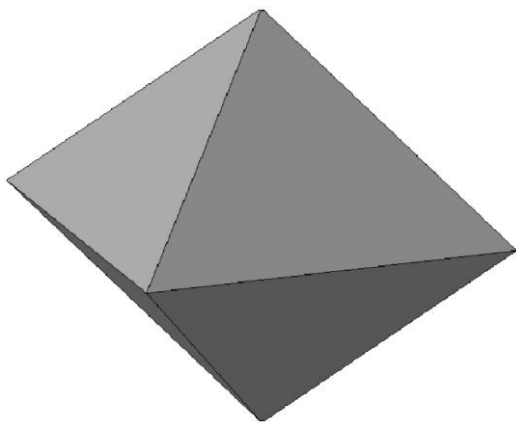
*Рис. 52*

**ГЕКСАЭДР** – правильный шестигранник, поверхность которого состоит из шести равных квадратов, т.е. это **куб** (рис. 53). В каждой вершине взаимно перпендикулярно сходятся три грани и три ребра. Имеет 8 вершин, 6 граней и 12 ребер ( $8 + 6 - 12 = 2$ ). Куб представляет собой частный случай призмы.



*Рис. 53*

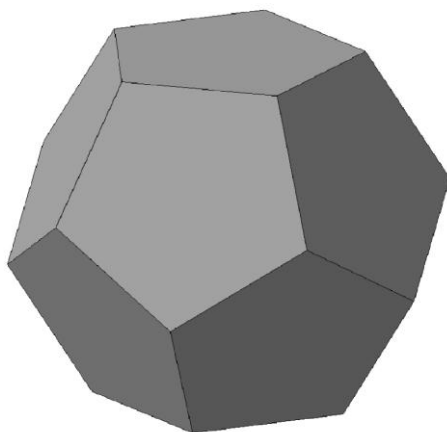
**ОКТАЭДР** – правильный восьмигранник, состоящий из восьми равносторонних и равных между собой треугольников, соединенных по четыре у каждой вершины. Любая из диагональных плоскостей делит октаэдр на две пирамиды с квадратными основаниями, т.е. это **четырехугольная правильная выпуклая бипирамида** (рис. 54). Имеет 6 вершин, 8 граней и 12 ребер ( $8 + 6 - 12 = 2$ ).



*Рис. 54*

**ДОДЕКАЭДР** – правильный двенадцатигранник, состоящий из двенадцати правильных и равных пятиугольников, соединенных по три около каждой вершины. Два пятиугольника, находящихся в параллельных плоскостях, можно принять за основания додекаэдра (рис. 55). Имеет 20 вершин, 12 граней и 30 ребер ( $20 + 12 - 30 = 2$ ).

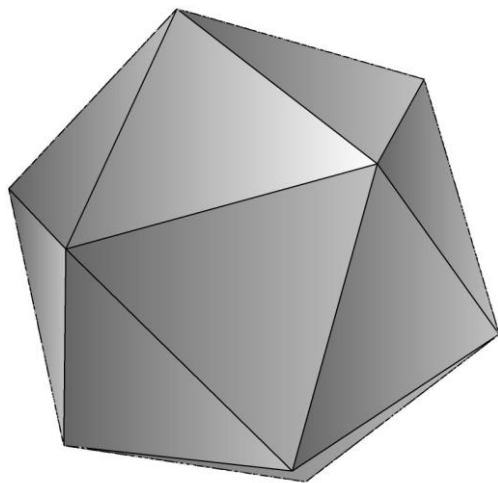




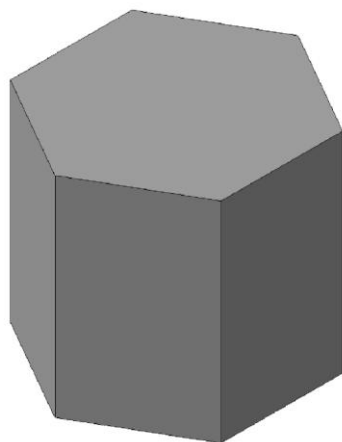
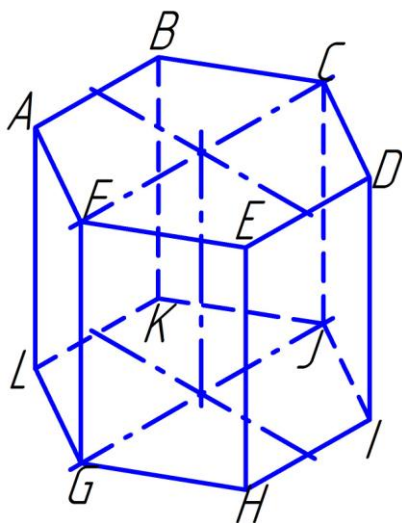
*Рис. 55*

**ИКОСАЭДР** – правильный двадцатигранник, состоящий из двадцати равносторонних и равных треугольников. Около каждой вершины соединены пять треугольников. Икосаэдр можно расчленить на две правильные пятиугольные пирамиды и антипризму с пятиугольными основаниями (рис. 56). Имеет 12 вершин, 20 граней и 30 ребер ( $12 + 20 - 30 = 2$ ).

**ПРИЗМА** – выпуклый многогранник, у которого две противоположные грани – равные и взаимно параллельные многоугольника, а боковые грани – параллелограммы. Основания призмы всегда лежат в параллельных плоскостях, а боковые ребра равны и параллельны друг другу. Если неограниченно увеличивать число сторон оснований, то в пределе призма станет цилиндром (рис. 57).



*Рис. 56*



*Рис. 57*

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРАВИЛЬНЫХ МНОГОГРАННИКОВ

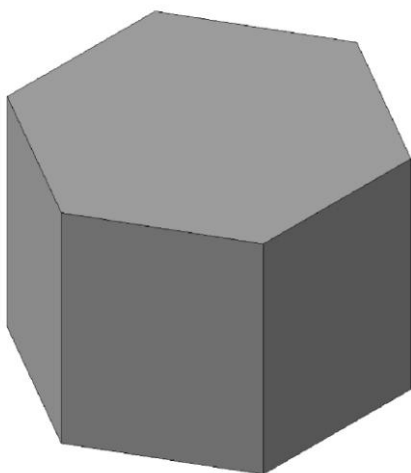
Правильный многогранник	Форма грани	Число вершин	Число граней	Число ребер	Формула Эйлера	Число ребер, сходящихся в вершине
Тетраэдр	Правильный треугольник	4	4	6	$4+4-6=2$	3
Гексаэдр	Квадрат	8	6	12	$8+6-12=2$	3
Октаэдр	Правильный треугольник	6	8	12	$6+8-12=2$	4
Икосаэдр	Правильный треугольник	12	20	30	$12+20-30=2$	5
Додекаэдр	Правильный пятиугольник	20	12	30	$20+12-30=2$	3

**ПРОЕЦИРУЮЩАЯ БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ПРИЗМЫ** – боковая поверхность призмы, у которой ребра перпендикулярны какой-либо плоскости проекции (рис. 57).

**ВЫСОТА ПРИЗМЫ** – перпендикуляр, проведенный между параллельными плоскостями, в которых лежат основания призмы (рис. 57).

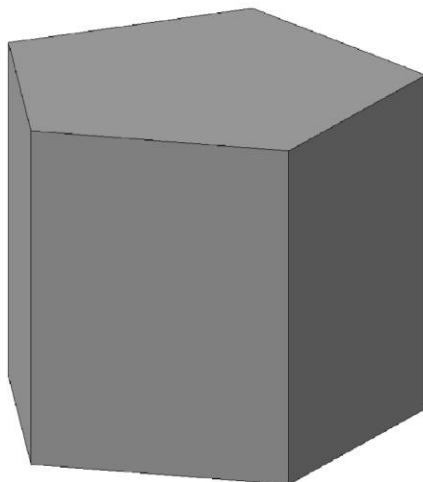
**ДИАГОНАЛЬ ПРИЗМЫ** – отрезок, соединяющий две ее вершины, не принадлежащие одной грани (рис. 57).

**ПРЯМАЯ ПРИЗМА** – многогранник с равными и параллельными гранями-основаниями в форме многоугольника и перпендикулярными им боковыми четырехугольными гранями и их ребрами (рис. 51; рис. 58).



*Рис. 58*

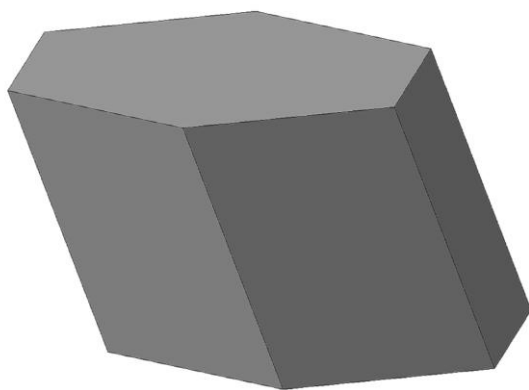
**ПРАВИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ПРИЗМА** – прямая призма, у которой основания – правильные многоугольники, а боковые грани – равные прямоугольники (рис. 58; рис. 59).



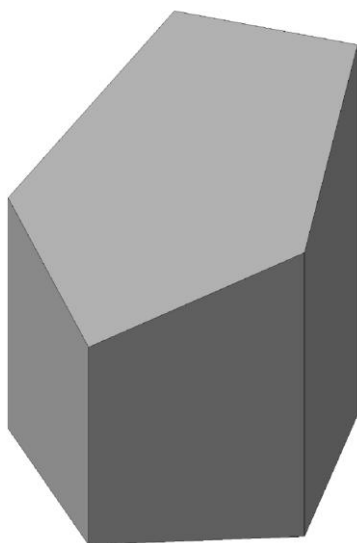
*Рис. 59*

**НАКЛОННАЯ ПРИЗМА** – многогранник с двумя равными и параллельными многоугольниками-основаниями и не перпендикулярными им боковыми гранями и их ребрами (рис. 60).

**УСЕЧЕННАЯ ПРИЗМА** – призма, полученная рассечением плоскостью не параллельной ее основанию. Основания усеченной призмы не являются равными и параллельными (рис. 61).

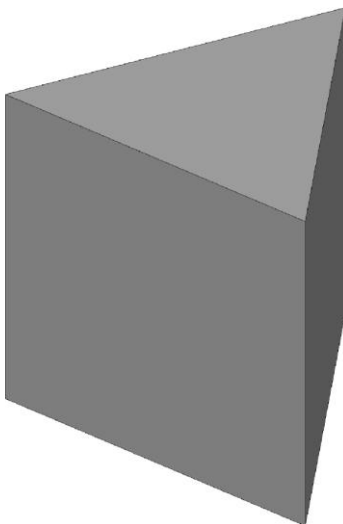


*Рис. 60*



*Рис. 61*

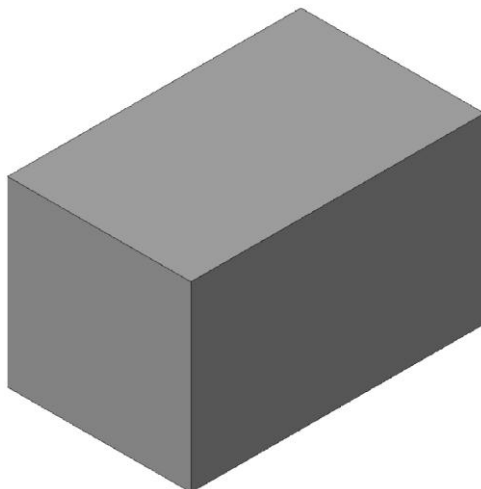
**ПРИЗМА АРХИМЕДА** – прямая правильная призма с квадратными боковыми гранями (рис. 62).



*Рис.62*

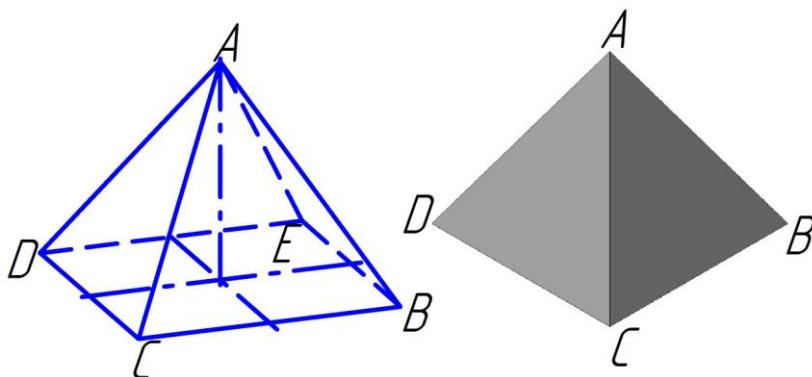
**ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД** – четырехугольная призма, у которой основания параллелограммы, а противоположные грани попарно параллельны и равны между собой (рис. 63). Имеет 6 граней, 8 вершин и 12 ребер.

**ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД** – прямой параллелепипед, у которого боковые ребра перпендикулярны основанию, а основания и боковые грани прямоугольной формы (рис. 63).



*Рис. 63*

**ПИРАМИДА** – выпуклый многогранник, в основании которого лежит многоугольник, а боковые грани треугольной формы с общей вершиной (рис. 64).



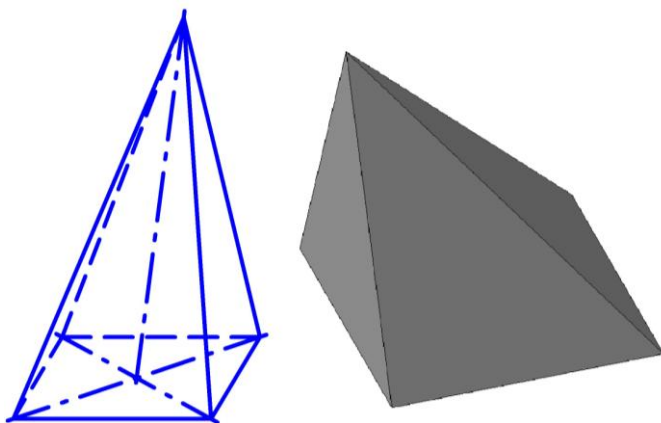
*Рис. 64*



**ВЫСОТА ПИРАМИДЫ** – это перпендикуляр, опущенный из общей для боковых ребер вершины пирамиды на ее основание (рис. 64).

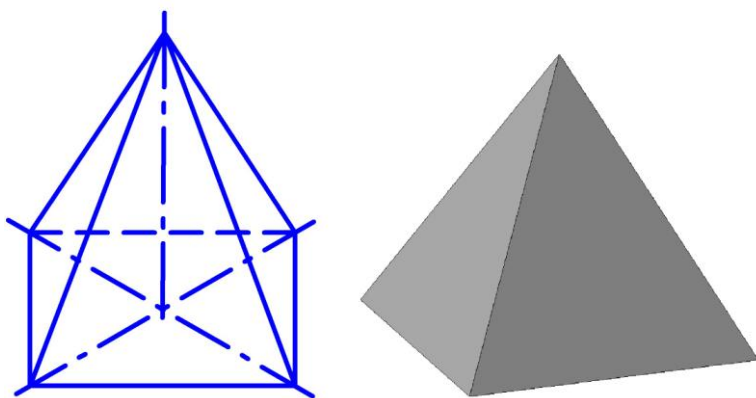
**ПРЯМАЯ ПИРАМИДА** – пирамида, у которой высота опускается из вершин в центр ее основания (рис. 64).

**НАКЛОННАЯ ПИРАМИДА** – пирамида, у которой высота смещена от центра ее основания (рис. 65).



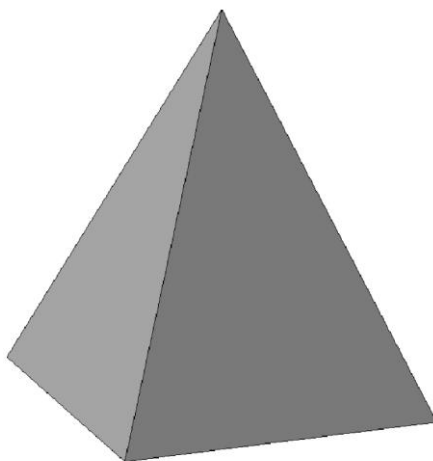
*Рис. 65*

**ПРАВИЛЬНАЯ ПИРАМИДА** – пирамида, у которой в основании правильный многоугольник, высота проходит через центр основания, боковые ребра равны, а все боковые грани – равные равнобедренные треугольники (рис. 66).



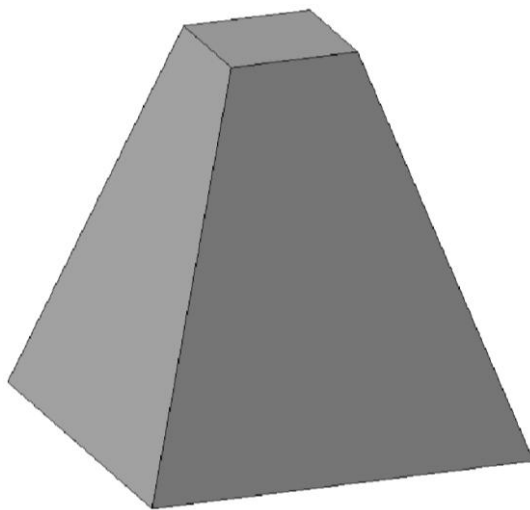
*Рис. 66*

**ПОЛНАЯ ПИРАМИДА** – пирамида, у которой есть вершина как общая точка всех ребер боковой поверхности (рис. 67).



*Рис. 67*

**УСЕЧЕННАЯ ПИРАМИДА** – многогранник, полученный из полной пирамиды после отсечения общей вершины боковых ребер. Плоскость отсечения может быть параллельной или не параллельной многоугольному основанию пирамиды (рис. 68).



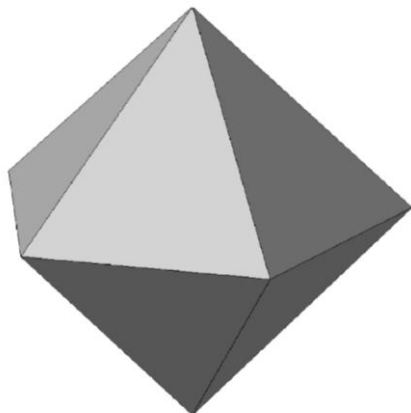
*Рис. 68*

**БИПИРАМИДА** – многогранник, состоящий из двух пирамид, имеющих общее основание (рис. 70).

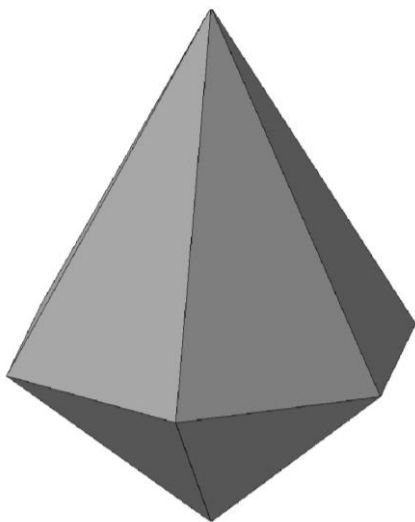
**ПРАВИЛЬНАЯ БИПИРАМИДА** – бипирамида, состоящая из равных пирамид (рис. 70).

**НЕПРАВИЛЬНАЯ БИПИРАМИДА** – бипирамида, состоящая из неравных пирамид (рис. 71).

**ВЫПУКЛАЯ БИПИРАМИДА** – бипирамида, которая вся расположена с одной стороны от плоскости любой ее грани (рис. 70; рис. 71).

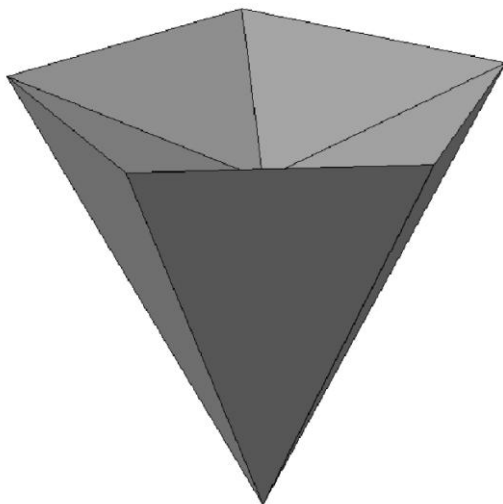


*Рис. 70*



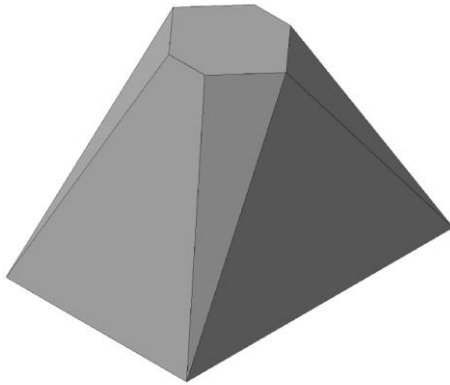
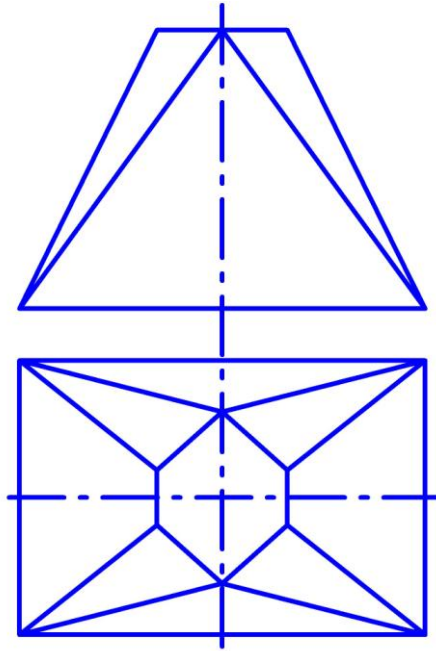
*Рис. 71*

**ВОГНУТАЯ БИПИРАМИДА** – бипирамида, которая не может находиться по одну сторону от любой ее грани (рис. 72).



*Рис. 72*

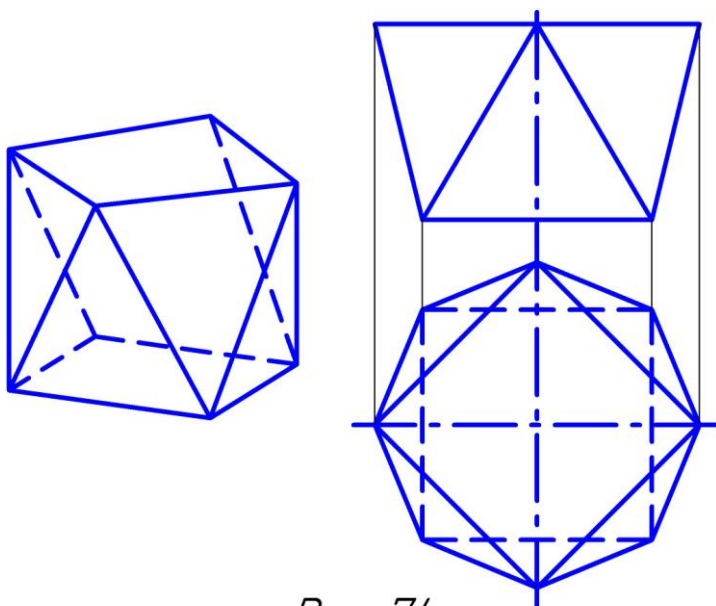
**ПРИЗМАТОИД** – выпуклый многогранник, состоящий из двух многоугольников – оснований, расположенных в параллельных плоскостях и боковых граней в форме треугольников и трапеций, вершины которых являются вершинами оснований призматоида (рис. 73).



*Рис. 73*

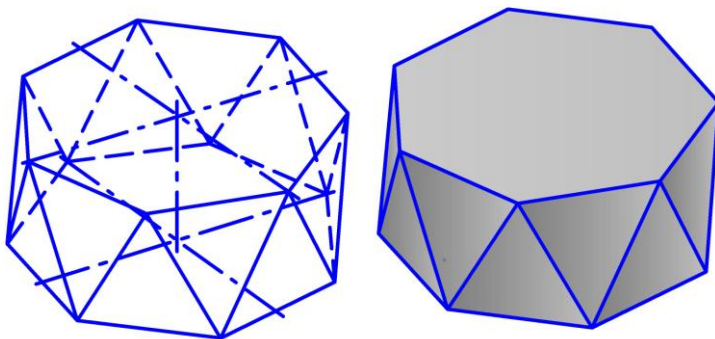
**АНТИПРИЗМА** – призматойд, у которого верхнее и нижнее основание – равные многоугольники, развернутые относительно друг друга на  $180^\circ$ , а боковые грани треугольной формы (рис. 74).

**ПРЯМАЯ АНТИПРИЗМА** – антипризма, у которой центры оснований расположены на общем к ним перпендикуляре (рис. 74).



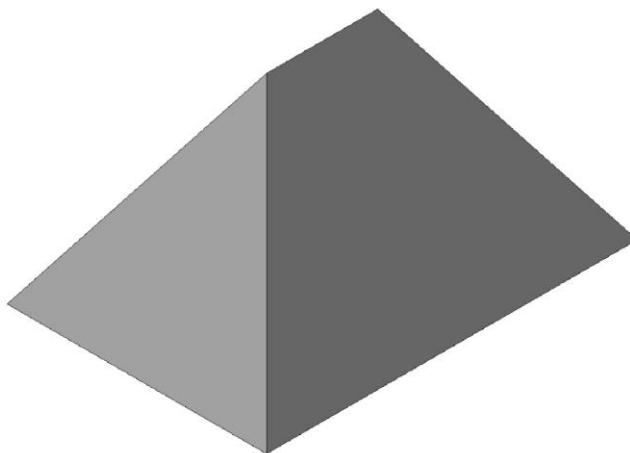
*Рис. 74*

**АНТИПРИЗМА АРХИМЕДА** – прямая антипризма, у которой боковые грани – правильные треугольники (рис. 75).



*Рис. 75*

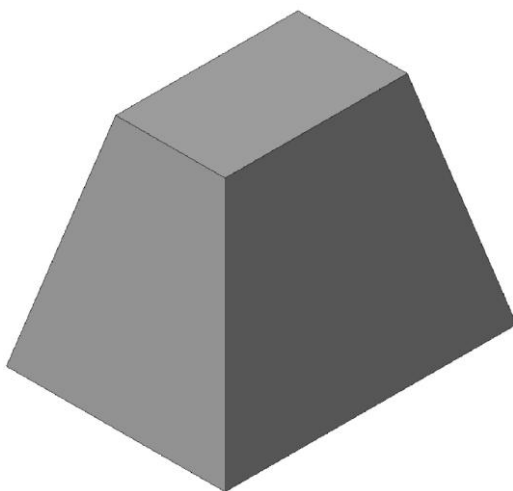
**КЛИН** – выпуклый многоугольник с одним прямоугольным основанием и равными противоположными боковыми гранями, имеющими форму равнобедренных треугольников и равнобоких трапеций (рис. 76).



*Рис. 76*



**ОБЕЛИСК** – выпуклый многоугольник, у которого нижнее и верхнее основания являются прямоугольниками, расположенными в параллельных плоскостях, а противоположные боковые грани наклонены к основанию под равным углом (рис. 77).



*Рис. 77*

## **АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ**

**АКСОНОМЕТРИЯ** – метод параллельного проецирования на одну плоскость проекций, при котором используется параллельное прямоугольное и параллельное косоугольное проецирование. Термин образован из слов древнегреческого языка: «αξων» – ось и «μετρο» – измеряю. Аксонометрические изображения, полученные этим методом, широко применяются благодаря хорошей наглядности и простоте построений.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА АКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ** – предмет (объект) относят к некоторой пространственной системе трех взаимно перпендикулярных координатных осей и затем проецируют параллельными лучами на плоскость проекций вместе с осями координат. Аксонометрическая проекция (в отличие от ортогональных проекций) это проекция только на одну плоскость (рис. 78).

**АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ** – изображение предмета (объекта) и соотнесенных с ним пространственных осей координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , полученное параллельным прямоугольным или косоугольным проецированием на аксонометрической плоскости проекций. Применяемые в конструкторской документации аксонометрические проекции стандартизованы в ГОСТ 2.317-69.

**СООТНЕСЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И ПРЕДМЕТА (ОБЪЕКТА) В АКСОНОМЕТРИИ** – расположение трех взаимно перпендикулярных осей координат относительно предмета (объекта) изображаемого на аксонометрической проекции. Например: декартовые оси координат могут быть расположены в пирамиде с точкой отсчета  $O$  в центре ее основания (рис. 78).

**АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ** (или картина, или картинная плоскость) – плоскость, на которой в результате проецирования данного предмета (объекта) вместе с его осями координат получают изображения аксонометрических проекций (рис. 78).

**АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСИ КООРДИНАТ** – изображение на аксонометрической плоскости проекций трех пространственных взаимно перпендикулярных осей координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . При изображении трехмерного предмета (объекта) оси координат можно расположить внутри него, совмещая его ось высоты с осью  $Z$ . Либо трехмерный предмет (объект) располагают в углу какого либо октанта пространственной системы координат, совмещая точку  $O$  с вершиной его основания.

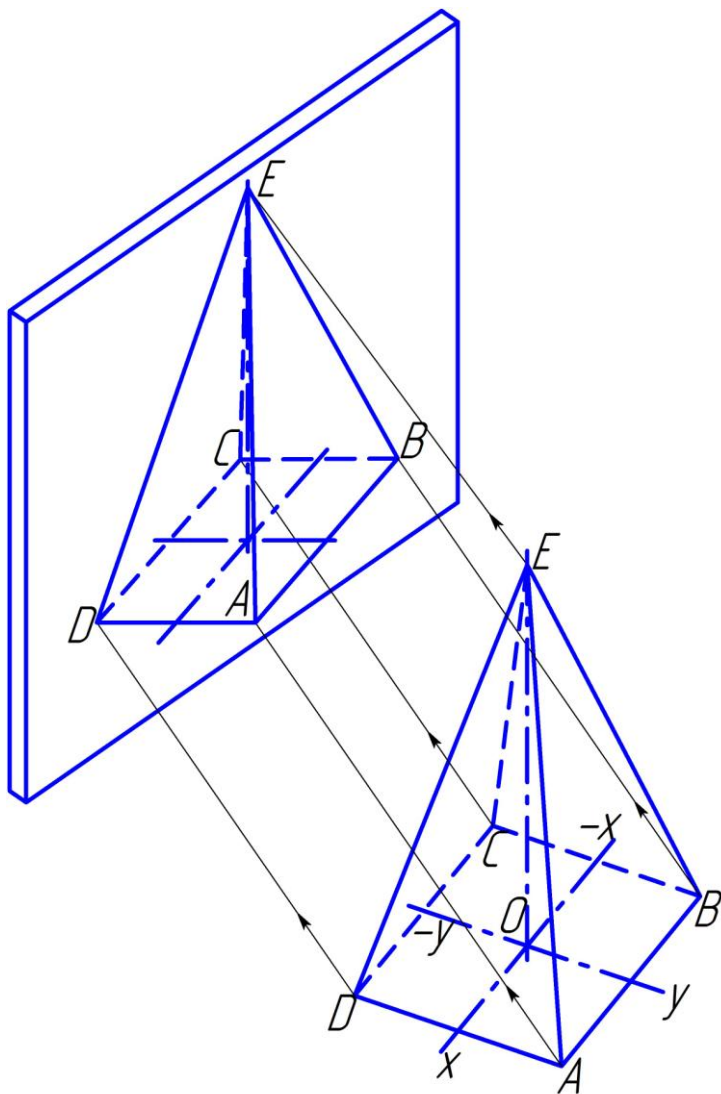


Рис. 78

**ВТОРИЧНАЯ ПРОЕКЦИЯ** – проекция проекции, а именно аксонометрическая проекция ортогональных проекций и их координатных линий.

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСКАЖЕНИЯ** (или показатели искажения по аксонометрическим осям) – отношение длины аксонометрической проекции отрезка оси координат к его истинной длине. Чаще всего обозначают как  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$ .

**ТЕОРЕМА ПОЛЬКЕ** – любые три отрезка, выходящие из одной точки на плоскости, могут быть приняты за параллельные проекции трех равных и взаимно перпендикулярных отрезков в пространстве. Доказательство этой теоремы см. в книгах: Глазунов Е.А., Четверухин Н.Ф., Аксонометрия. М., 1953, с. 32-35; Глаголев Н.А. Начертательная геометрия. М., 1953. Эта теорема К. Польке имеет существенное значение, как для теории аксонометрии, так и для многих ее приложений. На ее основании было доказано, что коэффициенты искажения пропорциональны соответственно отрезкам, изображающим аксонометрические оси.

**КАРЛ ПОЛЬКЕ** (1810 - 1896) – профессор академии изобразительного искусства и строительной академии в Берлине. В 1851 г. им было сформулировано «Основное предложение аксонометрии» (теорема Польке).

## **КЛАССИФИКАЦИЯ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ:**

- в зависимости от направления проецирующих лучей по отношению к аксонометрической плоскости различают две группы аксонометрических проекций: *прямоугольные* и *косоугольные*;

- в зависимости от отношений коэффициентов искажения по аксонометрическим осям различают три группы аксонометрических проекций: *изометрические*, *диметрические* и *триметрические*;

- в зависимости от соотношения размеров проецируемого предмета (объекта) и его изображения различают *точные* и *приведенные* (подобно увеличенные) аксонометрические проекции.

**ИЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ** (от древнегреческого «*isos*» – одинаковый) – аксонометрические проекции, у которых коэффициенты искажения по всем трем осям координат равны между собой:  $K_x = K_y = K_z$ .

**ДИМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ** (от древнегреческого «*di*» – двойной) – аксонометрические проекции, у которых коэффициенты искажения равны между собой только по двум осям координат:  $K_x = K_z \neq K_y$ .

**ТРИМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ** (от древнегреческого «*treis*» – три) – аксонометрические проекции, у которых все три коэффициента искажения

по осям координат различны, т.е. не равны друг другу:  $K_x \neq K_y \neq K_z$ .

**СТАНДАРТНЫЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ** – аксонометрические проекции, рекомендуемые ГОСТом 2.317 – 69 к применению на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. Стандартизованы пять аксонометрических проекций: две прямоугольные (изометрическая и диметрическая) и три косоугольные (фронтальные изометрическая и диметрическая, горизонтальная изометрическая).

**КОЭФФИЦИЕНТ ПРИВЕДЕНИЯ** – подобный множитель коэффициента искажения. Используется для сокращения вычислительной работы, когда коэффициент искажения округляют до удобного для вычислений значения. Например: для прямоугольной диметрической проекции коэффициент искажения по оси  $OX$  равен 0,94, по оси  $OY$  – 0,47, а коэффициент приведения будет равен 1 и 0,5 соответственно.

**ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ** – стандартная аксонометрическая проекция (ГОСТ 2.317-69), полученная с использованием прямоугольного проецирования и имеющая равные между собой коэффициенты искажения по осям координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . Коэффициент искажения по осям  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  составляет 0,82. Размеры предмета по всем трем измерениям в направлениях осей  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  сокращаются на 18%. Стандарт рекомендует прямоугольную

изометрическую проекцию строить без сокращения размера по осям координат (т.е. воспользоваться коэффициентом приведения равным 1), что соответствует увеличению изображения относительно оригинала в 1,22 раза. Построение прямоугольной изометрической проекции начинается с нанесения на чертеж проекций осей координат, к которым отнесен изображаемый предмет (объект). Изображение осей координат можно выполнить либо при помощи циркуля, либо равных по величине делений (рис. 79).

**ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ** – стандартная аксонометрическая проекция (ГОСТ 2.317-69), полученная с использованием прямоугольного проецирования и имеющая равные между собой коэффициенты искажения по двум осям координат  $X$  и  $Z$ . Коэффициент искажения по осям  $X$  и  $Z$  составляет 0,94, а по оси  $Y$  – 0,47. Стандарт рекомендует прямоугольную диметрическую проекцию строить без сокращения размера по осям координат  $X$  и  $Z$  (т.е. воспользоваться коэффициентом приведения равным 1) и применить коэффициент приведения равный 0,5 по оси  $Y$ , что соответствует увеличению изображения относительно оригинала в 1,06 раза. Построение прямоугольной диметрической проекции начинается с нанесения на чертеж проекций осей координат, к которым отнесен изображаемый предмет (объект). Изображение осей координат заданного положения можно выполнить, используя равные по величине деления (рис. 80).



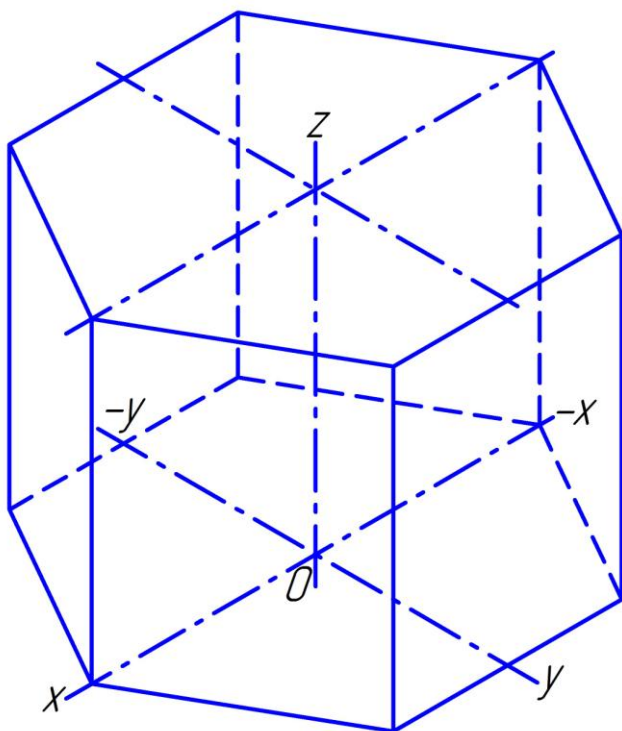
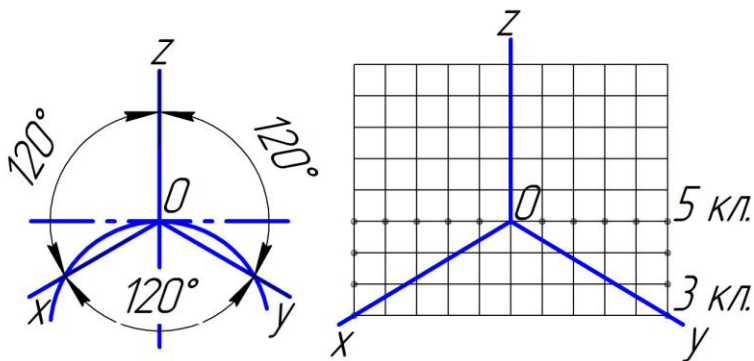


Рис. 79

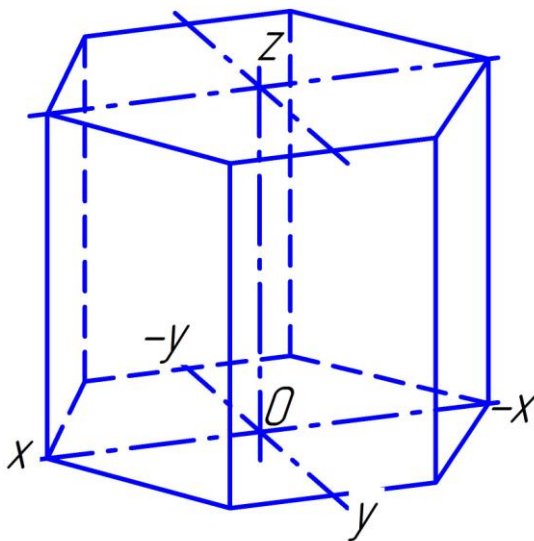
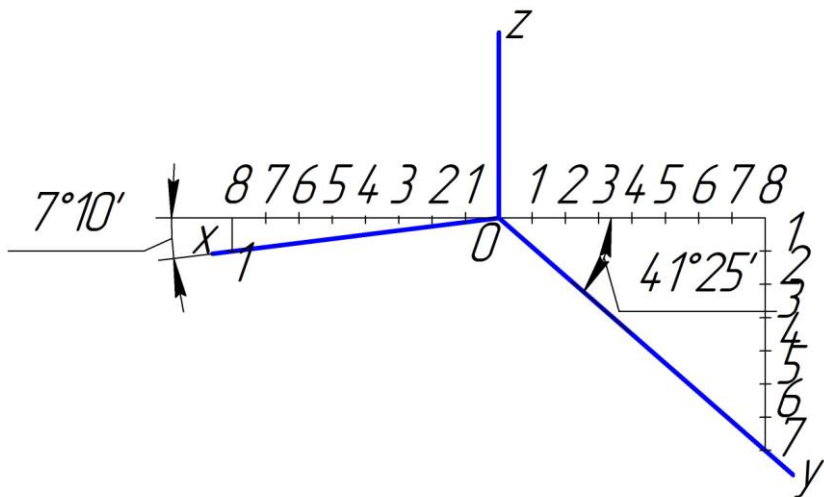


Рис. 80

**КОСОУГОЛЬНАЯ ФРОНТАЛЬНАЯ ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ** (иногда называют *кабинетной проекцией* – от англ. «cabinet projection») – стандартная аксонометрическая проекция (ГОСТ 2.317-69), полученная с использованием косоугольного проецирования на аксонометрическую плоскость проекций (картину), расположенную параллельно координатной плоскости  $XOZ$  (фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ ). Коэффициенты искажения по оси  $X$  и  $Z$  равны 1, т.к. оси  $X$  и  $Z$ , располагаясь параллельно аксонометрической плоскости проекций, проецируются в натуральную величину, а коэффициент искажения по оси  $Y$  равен 0,5. Фронтальную диметрическую проекцию следует применять в тех случаях, когда целесообразно сохранить не искаженными какие либо ребра и грани, расположив их параллельно фронтальной плоскости проекций. Изображение не имеет отличий от оригинала (рис. 81).

**КОСОУГОЛЬНАЯ ФРОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ** – стандартная аксонометрическая проекция (ГОСТ 2.317-69), полученная с использованием косоугольного проецирования под углом  $45^\circ$  на аксонометрическую плоскость проекций (картину), расположенную параллельно координатной плоскости  $XOZ$  (фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ ). Коэффициенты

искажения по оси X, Y и Z будут равны 1 (рис. 82). Оси OX и OZ, располагаясь параллельно аксонометрической плоскости проекций, проецируются в натуральную величину. Коэффициент искажения по оси Y вычисляется равным  $\operatorname{ctg}$  угла наклона проекционного луча к плоскости проецирования, а  $\operatorname{ctg} 45^\circ = 1$ .

**КОСОУГОЛЬНАЯ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ** (иногда называют *зенитной перспективой*) – стандартная аксонометрическая проекция (ГОСТ 2.317-69), полученная с использованием косоугольного проецирования под углом  $45^\circ$  на аксонометрическую плоскость проекций (картину), расположенную параллельно координатной плоскости XOY (горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ ). Коэффициенты искажения по оси X, Y и Z будут равны 1 (рис. 83). Оси OX и OY, располагаясь параллельно аксонометрической плоскости проекций, проецируются в натуральную величину. Коэффициент искажения по оси OZ вычисляется равным  $\operatorname{ctg}$  угла наклона проекционного луча к плоскости проецирования, а  $\operatorname{ctg} 45^\circ = 1$ .

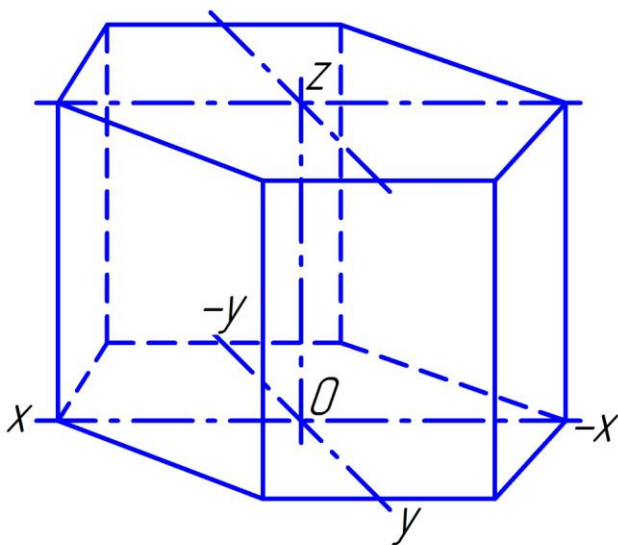
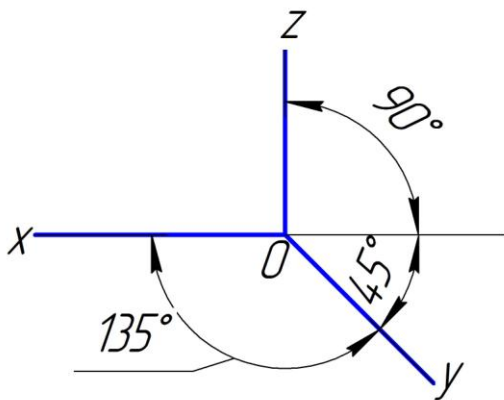


Рис. 81

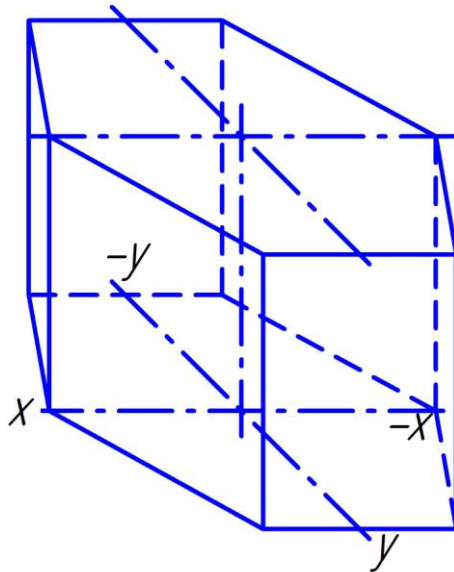
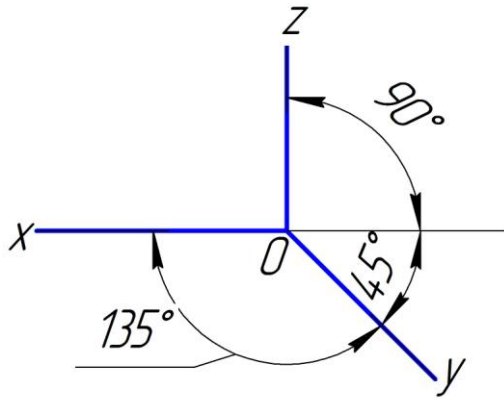


Рис. 82

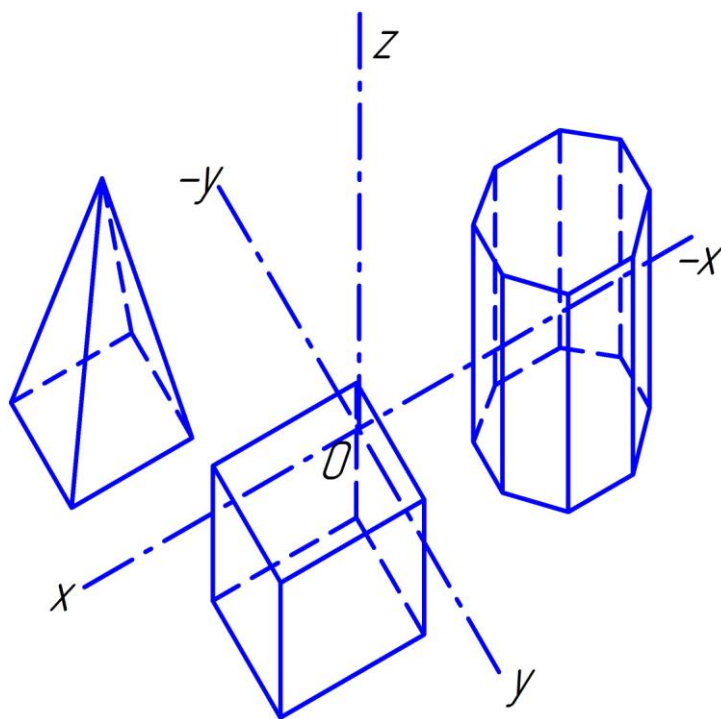
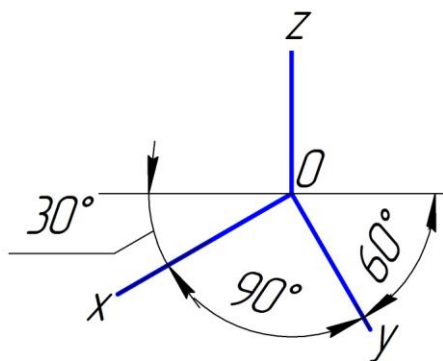


Рис. 83

Основные понятия  
начертательной геометрии в схемах

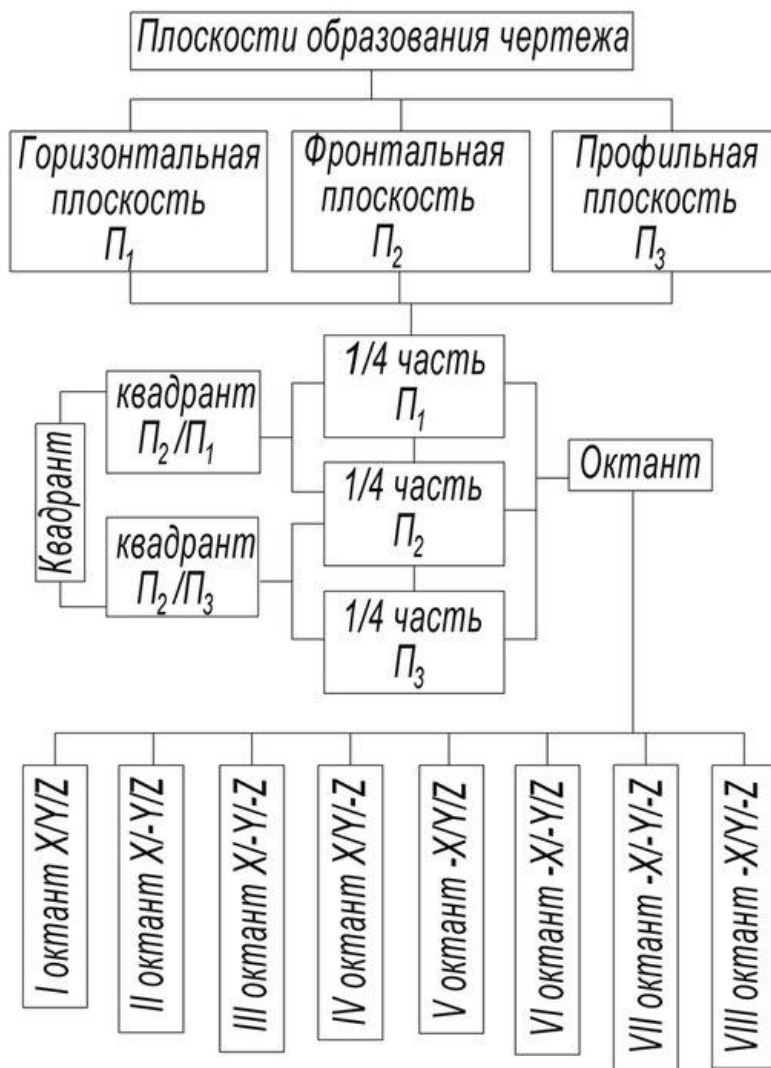


рис. 84



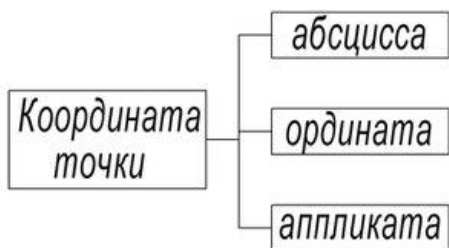


рис. 85

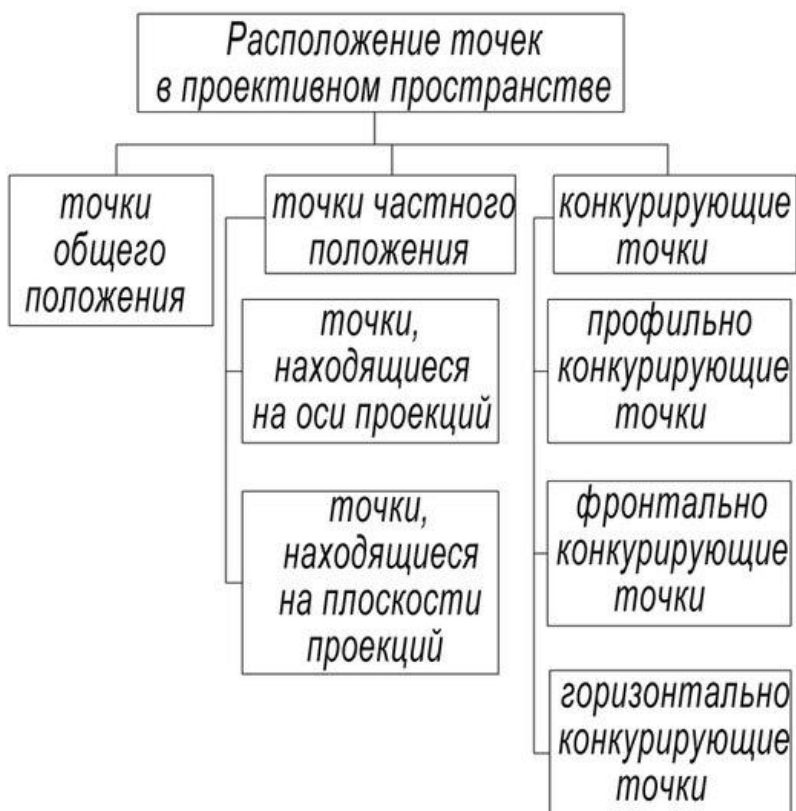


рис. 86

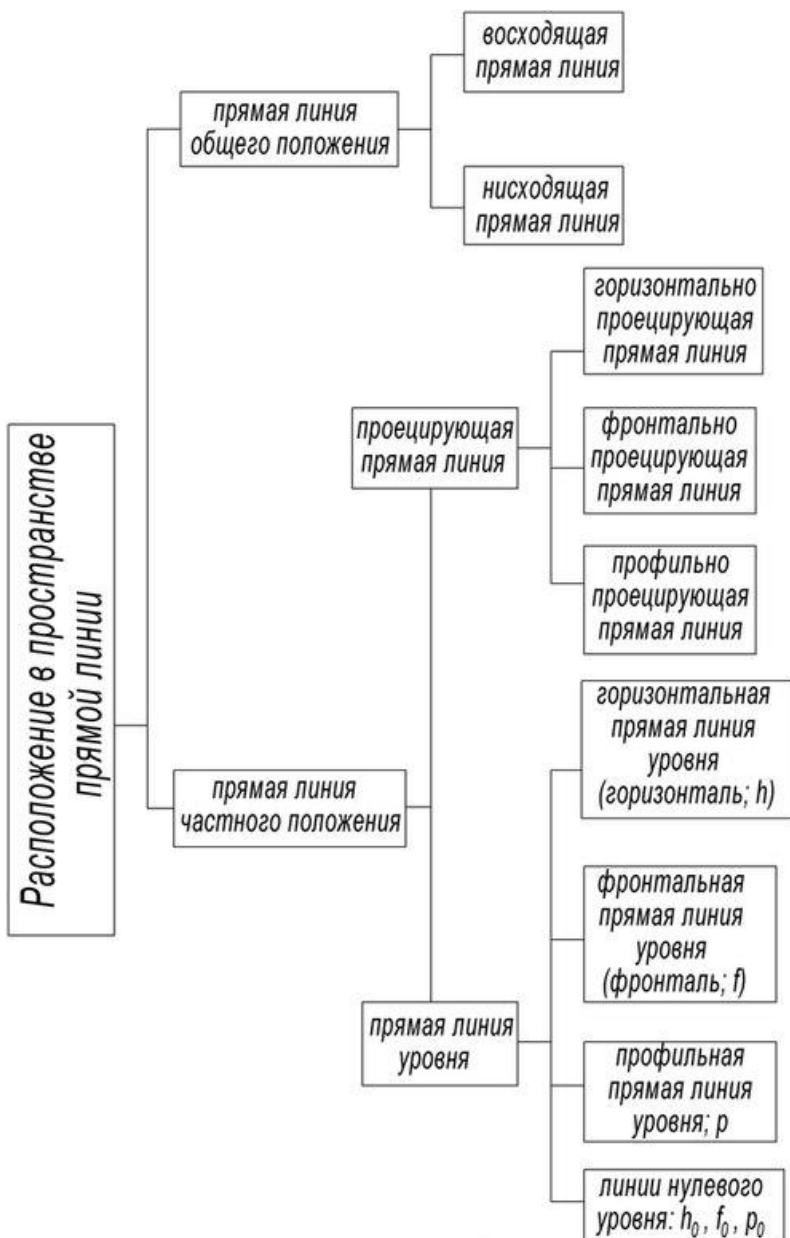
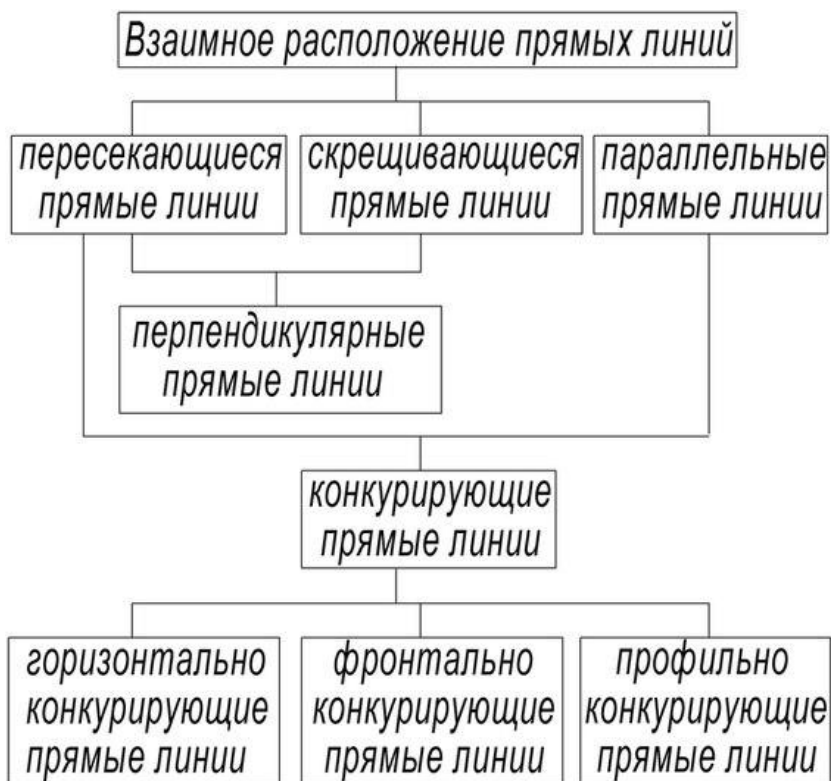


рис. 87



*рис. 88*



*рис. 89*

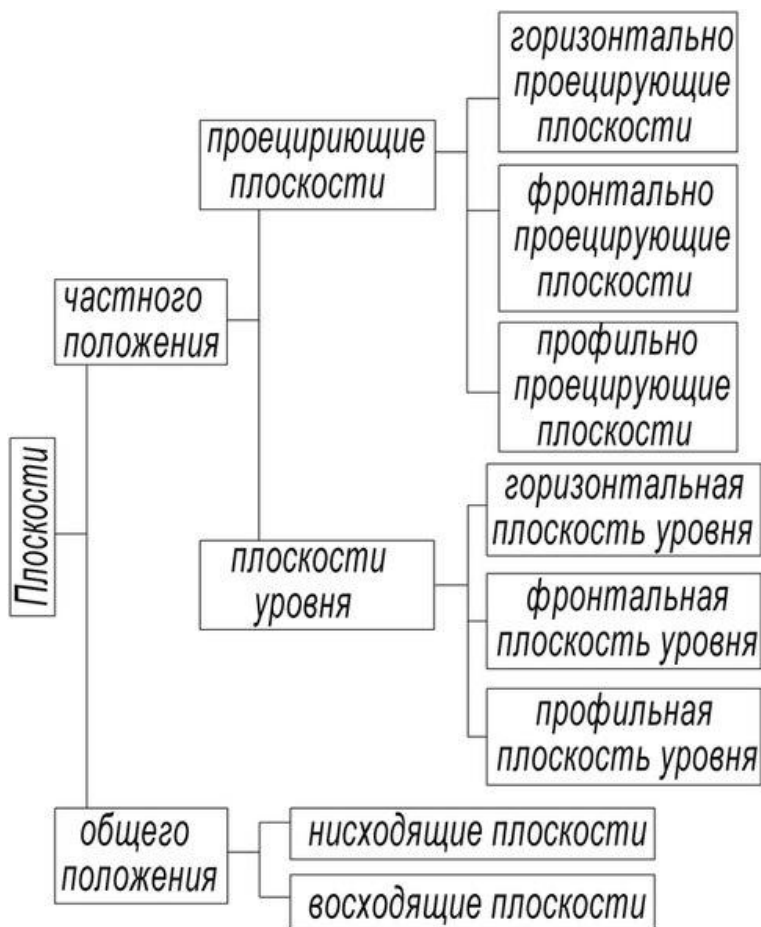


рис. 90



рис. 91

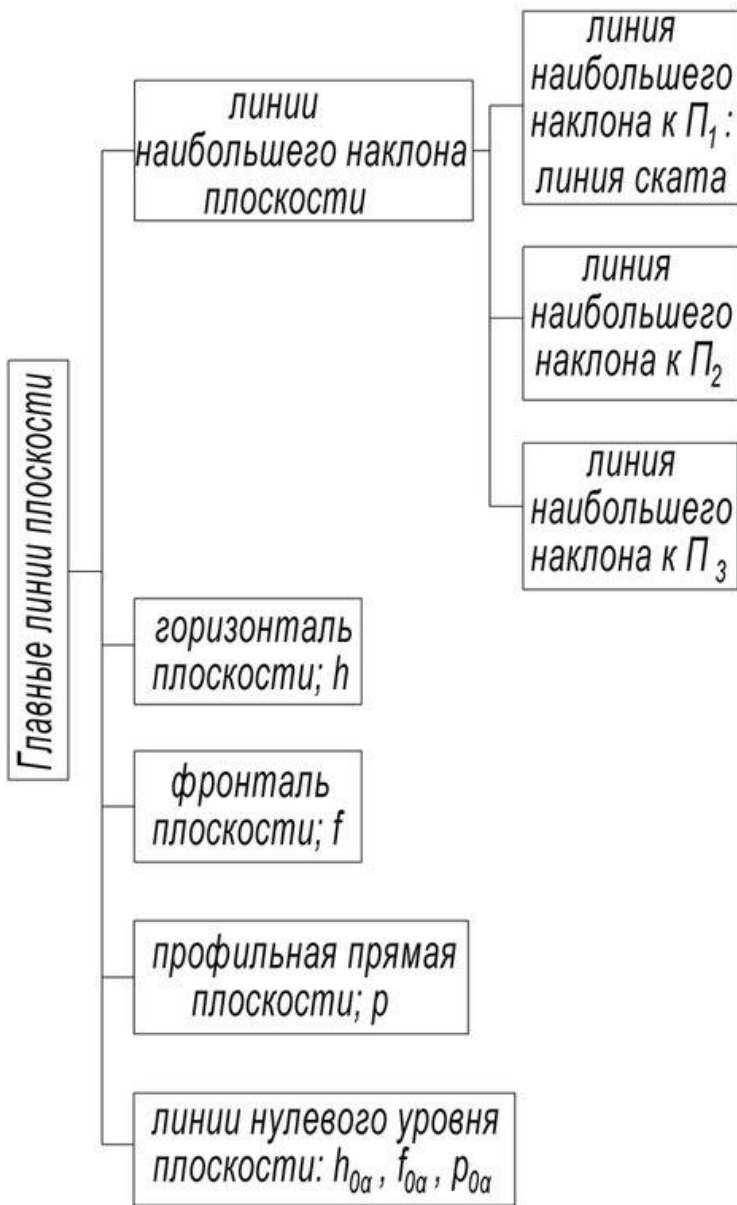


рис. 92

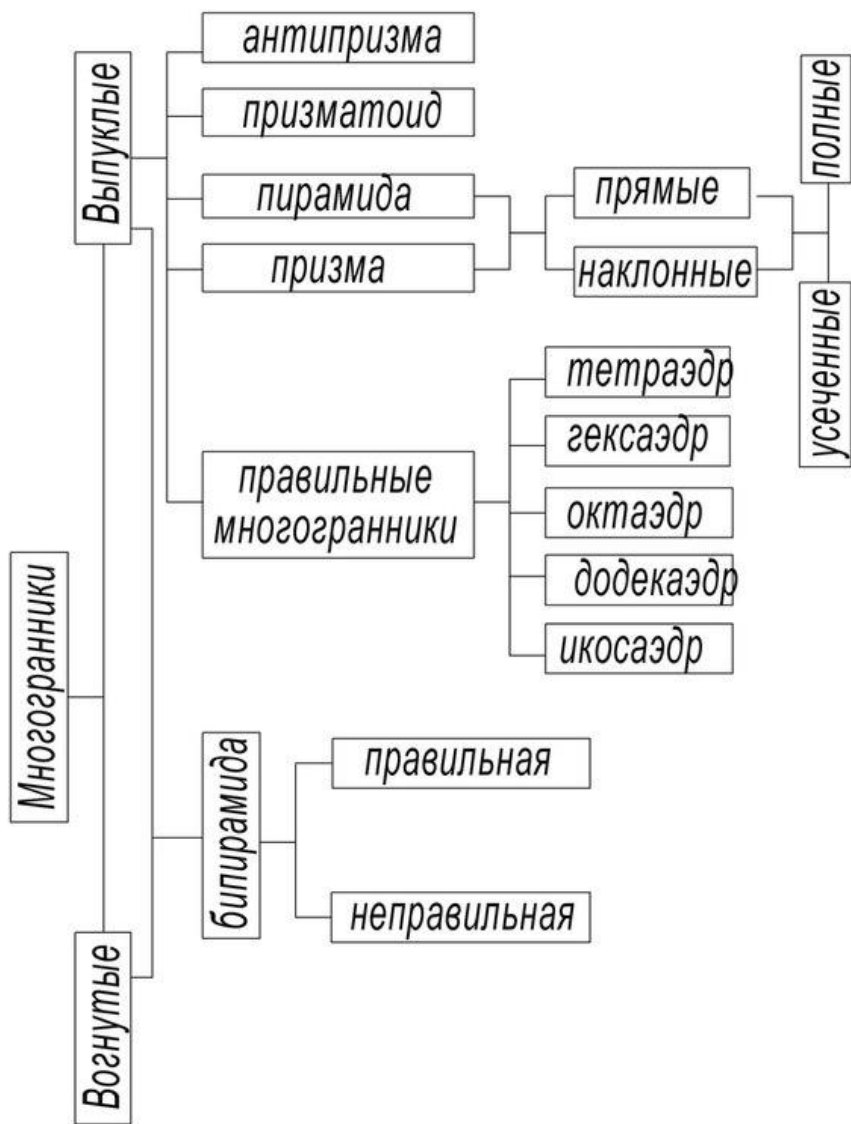


рис. 93

## Алфавитный указатель

АБСЦИССА.....	21
АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ.....	99
АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	98
АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСИ КООРДИНАТ.....	99
АКСОНОМЕТРИЯ.....	98
АНТИПРИЗМА.....	95
АНТИПРИЗМА АРХИМЕДА.....	95
АППАРАТ ПРОЕЦИРОВАНИЯ.....	6
АППЛИКАТА.....	21
<b>Б</b> ИПИРАМИДА.....	91
БИСЕКТОРНАЯ ПЛОСКОСТЬ ДВУГРАННОГО УГЛА.....	17
<b>В</b> ЕРШИНА МНОГОГРАННИКА.....	75
ВИДИМОСТЬ НА ЧЕРТЕЖЕ КОНКУРИРУЮЩИХ ТОЧЕК.....	26
ВОГНУТАЯ БИПИРАМИДА.....	93
ВОГНУТЫЙ МНОГОГРАННИК.....	77
ВОСХОДЯЩАЯ ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	57
ВОСХОДЯЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	32
ВТОРИЧНАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	101
ВЫПУКЛАЯ БИПИРАМИДА.....	92
ВЫПУКЛЫЙ МНОГОГРАННИК.....	76
ВЫСОТА ПИРАМИДЫ.....	89
ВЫСОТА ПРИЗМЫ.....	84
<b>Г</b> ЕКСАЭДР.....	79
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ.....	9
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРАВИЛЬНЫХ МНОГО- ГРАННИКОВ.....	83
ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ ПЛОСКОСТИ.....	66
ГОРИЗОНТАЛЬ ПЛОСКОСТИ.....	66
ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ.....	13
ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ.....	63
ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	15
ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ.....	38
ГОРИЗОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	49
ГОРИЗОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ.....	25
ГОРИЗОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ.....	59
ГОРИЗОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	34
ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПЛОСКОСТИ.....	55
ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ.....	44
ГРАНЬ МНОГОГРАННИКА.....	75

ДВУХКАРТИННЫЙ ЭПИЮР.....	19
ДВУХМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ.....	10
ДИАГОНАЛЬ ПРИЗМЫ.....	84
ДИМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	102
ДОДЕКАЭДР.....	80
<b>ЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО</b> .....	5
ЕСКД.....	10
<b>ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОБЪЕКТА НА ПЛОСКОСТИ</b> .....	6
ИЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	102
ИКОСАЭДР.....	81
ИНВАРИАНТНЫЕ СВОЙСТВА ПРОЕЦИРОВАНИЯ.....	9
ИНЦИДЕНТНОСТЬ.....	23
<b>КАРЛ ПОЛЬКЕ</b> .....	101
КВАДРАНТ.....	17
КЛАССИФИКАЦИЯ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ.....	102
КЛИН.....	96
КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАЧИ.....	11
КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ.....	20
КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	48
КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ.....	25
КООРДИНАТНАЯ ЛИНИЯ.....	20
КООРДИНАТЫ.....	21
КОСОУГОЛЬНАЯ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	108
КОСОУГОЛЬНАЯ ФРОНТАЛЬНАЯ ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	107
КОСОУГОЛЬНАЯ ФРОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	107
КОЭФФИЦИЕНТ ПРИВЕДЕНИЯ.....	103
КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСКАЖЕНИЯ.....	101
<b>ЛИНИИ НАИБОЛЬШЕГО НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ</b> .....	70
ЛИНИИ НУЛЕВОГО УРОВНЯ.....	41
ЛИНИИ НУЛЕВОГО УРОВНЯ ПЛОСКОСТИ.....	69
ЛИНИЯ.....	31
ЛИНИЯ НАИБОЛЬШЕГО НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ К ПРОФИЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ $P_3$ .....	74
ЛИНИЯ НАИБОЛЬШЕГО НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ К ФРОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ $P_2$ .....	72
ЛИНИЯ ПРОЕКЦИОННОЙ СВЯЗИ.....	20
ЛИНИЯ СКАТА ПЛОСКОСТИ.....	71



<b>МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ</b> .....	11
МНОГОГРАННИК.....	75
МНОГОГРАННЫЙ УГОЛ.....	75
<b>НАКЛОННАЯ ПИРАМИДА</b> .....	89
НАКЛОННАЯ ПРИЗМА.....	85
НАЧАЛО КООРДИНАТ.....	18
НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.....	5
НЕПРАВИЛЬНАЯ БИПИРАМИДА.....	91
НЕСОБСТВЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ.....	6
НИСХОДЯЩАЯ ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	58
НИСХОДЯЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	33
НУЛЬМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ.....	10
<b>ОБЕЛИСК</b> .....	97
ОБРАТИМЫЙ ЧЕРТЕЖ.....	20
ОДНОМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ.....	10
ОКТАНТ.....	16
ОКТАНТОВЫЕ ЗНАКИ КООРДИНАТ.....	23
ОКТАЭДР.....	80
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДИМОСТИ КОНКУРИРУЮЩИХ ТОЧЕК.....	26
ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ТОЧКИ.....	22
ОРДИНАТА.....	21
ОРТОГОНАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ТОЧКИ НА ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ.....	19
ОРТОГОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТРЕХ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ.....	12
ОРТОГОНАЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ.....	8
ОСИ КООРДИНАТ.....	18
ОСНОВНЫЕ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ.....	12
ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОСЕЙ КООРДИНАТ.....	18
<b>П<sub>1</sub></b> .....	12
<b>П<sub>2</sub></b> .....	12
<b>П<sub>3</sub></b> .....	12
ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД.....	87
ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ.....	8
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	47
ПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	45
ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	51
ПИРАМИДА.....	88
ПЛОСКОСТИ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	58
ПЛОСКОСТЬ.....	53
ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	56
ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ.....	63
ПОЗИЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ.....	10

ПОЛНАЯ ПИРАМИДА.....	90
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОСЕЙ КООРДИНАТ.....	18
ПРАВИЛЬНАЯ БИПИРАМИДА.....	91
ПРАВИЛЬНАЯ ПИРАМИДА.....	89
ПРАВИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ПРИЗМА.....	85
ПРАВИЛЬНЫЕ МНОГОГРАННИКИ.....	78
ПРИЗМА.....	81
ПРИЗМА АРХИМЕДА.....	87
ПРИЗМАТОИД.....	93
ПРОЕКТИВНОЕ ПРОСТРАНСТВО.....	6
ПРОЕКЦИОННЫЙ ЧЕРТЕЖ.....	20
ПРОЕКЦИЯ.....	6
ПРОЕЦИРОВАНИЕ.....	6
ПРОЕЦИРУЮЩАЯ БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ПРИЗМЫ.....	84
ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ.....	59
ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	34
ПРОФИЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ.....	14
ПРОФИЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ.....	65
ПРОФИЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	16
ПРОФИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ПЛОСКОСТИ.....	68
ПРОФИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ.....	40
ПРОФИЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	50
ПРОФИЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ.....	25
ПРОФИЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ.....	61
ПРОФИЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	36
ПРОФИЛЬНЫЙ СЛЕД ПЛОСКОСТИ.....	55
ПРОФИЛЬНЫЙ СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ.....	44
ПРЯМАЯ АНТИПРИЗМА.....	95
ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	31
ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	31
ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	34
ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ.....	37
ПРЯМАЯ ПИРАМИДА.....	89
ПРЯМАЯ ПРИЗМА.....	84
ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	104
ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	103
ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД.....	87
ПРЯМЫЕ ЛИНИИ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	31
<b>РЕБРО</b> .....	75
<b>СЕТКА МНОГОГРАННИКА</b> .....	75
СИММЕТРИЧНЫЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ ТОЧКИ.....	28

СКРЕЩИВАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	45
СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ.....	41
СЛЕДЫ ПЛОСКОСТИ.....	54
СООТНЕСЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И ПРЕДМЕТА (ОБЪЕКТА) В АКСОНОМЕТРИИ.....	99
СПЛОШНАЯ ТОЛСТАЯ ЛИНИЯ.....	29
СПЛОШНАЯ ТОНКАЯ ЛИНИЯ.....	29
СТАНДАРТНЫЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	103
СУЩНОСТЬ МЕТОДА АКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ.....	98
СУЩНОСТЬ МЕТОДА ОРТОГОНАЛЬНОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ.....	18
ТЕОРЕМА ОБ ОРТОГОНАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ ПРЯМОГО УГЛА.....	52
ТЕОРЕМА ПОЛЬКЕ.....	101
ТЕОРЕМА ЭЙЛЕРА.....	77
ТЕТРАЭДР.....	78
ТОЧКА ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	23
ТОЧКА ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	23
ТОЧКИ СХОДА СЛЕДОВ.....	56
ТРЕХКАРТИННЫЙ ЭПЮР.....	19
ТРЕХМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ.....	10
ТРИМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	102
<b>У</b> СЕЧЕННАЯ ПИРАМИДА.....	91
<b>У</b> СЕЧЕННАЯ ПРИЗМА.....	85
<b>Ф</b> ОРМУЛА ЭЙЛЕРА.....	77
<b>Ф</b> РОНТАЛЬ ПЛОСКОСТИ.....	68
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ.....	12
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ.....	64
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	15
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ.....	38
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	49
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ.....	25
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ.....	60
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	35
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПЛОСКОСТИ.....	55
<b>Ф</b> РОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ.....	44
<b>Ц</b> ЕНТРАЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ.....	7
<b>Ч</b> ЕРТЕЖ.....	10
<b>Ш</b> ТРИХОВАЯ ЛИНИЯ.....	29
<b>Ш</b> ТРИХПУНКТИРНАЯ ЛИНИЯ.....	30
<b>Э</b> ПЮР.....	19

## Тематический указатель

<b>ПРОЕКЦИРОВАНИЕ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ</b> .....	5
НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.....	5
ЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО.....	5
ПРОЕКТИВНОЕ ПРОСТРАНСТВО.....	6
НЕСОБСТВЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ.....	6
ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОБЪЕКТА НА ПЛОСКОСТИ.....	6
ПРОЕКЦИРОВАНИЕ.....	6
АППАРАТ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ.....	6
ПРОЕКЦИЯ.....	6
ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ.....	7
ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ.....	8
ОРТОГОНАЛЬНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ.....	8
ИНВАРИАНТНЫЕ СВОЙСТВА ПРОЕКЦИРОВАНИЯ.....	9
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ.....	9
НУЛЬМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ.....	10
ОДНОМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ.....	10
ДВУХМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ.....	10
ТРЕХМЕРНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ.....	10
ЧЕРТЕЖ.....	10
ЕСКД.....	10
ПОЗИЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ.....	10
МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ.....	11
КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАЧИ.....	11
<b>ОРТОГОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТРЕХ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ. ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ</b> .....	12
ОРТОГОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТРЕХ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ.....	12
ОСНОВНЫЕ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ.....	12
П1.....	12
П2.....	12
П3.....	12
ФРОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ.....	12
ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ.....	13
ПРОФИЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ.....	14
ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	15
ФРОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	15
ПРОФИЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	16
ОКТАНТ.....	16
КВАДРАНТ.....	17

БИСЕКТОРНАЯ ПЛОСКОСТЬ ДВУГРАННОГО УГЛА.....	17
ОСИ КООРДИНАТ.....	18
НАЧАЛО КООРДИНАТ.....	18
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОСЕЙ КООРДИНАТ.....	18
ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОСЕЙ КООРДИНАТ.....	18
СУЩНОСТЬ МЕТОДА ОРТОГОНАЛЬНОГО ПРОЕКЦИРОВАНИЯ...	18
ОРТОГОНАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ ТОЧКИ НА ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ.....	19
ЭПЮР.....	19
ДВУХКАРТИННЫЙ ЭПЮР.....	19
ТРЕХКАРТИННЫЙ ЭПЮР.....	19
ПРОЕКЦИОННЫЙ ЧЕРТЕЖ.....	20
КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ.....	20
ОБРАТИМЫЙ ЧЕРТЕЖ.....	20
ЛИНИЯ ПРОЕКЦИОННОЙ СВЯЗИ.....	20
КООРДИНАТНАЯ ЛИНИЯ.....	20
КООРДИНАТЫ.....	21
АБСЦИССА.....	21
ОРДИНАТА.....	21
АППЛИКАТА.....	21
ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ТОЧКИ.....	22
ОКТАНТОВЫЕ ЗНАКИ КООРДИНАТ.....	23
ТОЧКА ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	23
ТОЧКА ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	23
ИНЦИДЕНТНОСТЬ.....	23
КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ.....	25
ГОРИЗОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ.....	25
ФРОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ.....	25
ПРОФИЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ТОЧКИ.....	25
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДИМОСТИ КОНКУРИРУЮЩИХ ТОЧЕК.....	26
ВИДИМОСТЬ НА ЧЕРТЕЖЕ КОНКУРИРУЮЩИХ ТОЧЕК.....	26
СИММЕТРИЧНЫЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ ТОЧКИ.....	28
<b>ЛИНИЯ ЧЕРТЕЖА КАК ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ОБРАЗ ОБЪЕКТА ОТНОСИТЕЛЬНО НАБЛЮДАТЕЛЯ</b> .....	29
СПЛОШНАЯ ТОЛСТАЯ ЛИНИЯ.....	29
СПЛОШНАЯ ТОНКАЯ ЛИНИЯ.....	29
ШТРИХОВАЯ ЛИНИЯ.....	29
ШТРИХПУНКТИРНАЯ ЛИНИЯ.....	30
<b>ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПРЯМОЙ ЛИНИИ И ЕЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИИ</b> .....	31
ЛИНИЯ.....	31
ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	31

ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	31
ВОСХОДЯЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	32
НИСХОДЯЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	33
ПРЯМЫЕ ЛИНИИ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	34
ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	34
ГОРИЗОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	34
ФРОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	35
ПРОФИЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ.....	36
ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ.....	37
ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ.....	38
ФРОНТАЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ.....	38
ПРОФИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ.....	40
ЛИНИИ НУЛЕВОГО УРОВНЯ.....	41
СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ.....	41
ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ.....	44
ФРОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ.....	44
ПРОФИЛЬНЫЙ СЛЕД ПРЯМОЙ ЛИНИИ.....	44
<b>ВЗАИМНОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРЯ-</b> <b>МЫХ ЛИНИЙ.....</b>	<b>45</b>
ПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	45
СКРЕЩИВАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	45
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	47
КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	48
ГОРИЗОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	49
ФРОНТАЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	49
ПРОФИЛЬНО КОНКУРИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	50
ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ.....	51
ТЕОРЕМА ОБ ОРТОГОНАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ ПРЯМОГО УГЛА..	52
<b>ПРОЕЦИРОВАНИЕ ПЛОСКОСТИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ</b> <b>ОБЪЕКТОВ ЕЕ ПОВЕРХНОСТИ.....</b>	<b>53</b>
ПЛОСКОСТЬ.....	53
СЛЕДЫ ПЛОСКОСТИ.....	54
ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПЛОСКОСТИ.....	55
ФРОНТАЛЬНЫЙ СЛЕД ПЛОСКОСТИ.....	55
ПРОФИЛЬНЫЙ СЛЕД ПЛОСКОСТИ.....	55
ТОЧКИ СХОДА СЛЕДОВ.....	56
ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	56
ВОСХОДЯЩАЯ ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	57
НИСХОДЯЩАЯ ПЛОСКОСТЬ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	58
ПЛОСКОСТИ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ.....	58
ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ.....	59
ГОРИЗОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ.....	59
ФРОНТАЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ.....	60

ПРОФИЛЬНО ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПЛОСКОСТЬ.....	61
ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ.....	63
ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ.....	63
ФРОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ.....	64
ПРОФИЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ УРОВНЯ.....	65
ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ ПЛОСКОСТИ.....	66
ГОРИЗОНТАЛЬ ПЛОСКОСТИ.....	66
ФРОНТАЛЬ ПЛОСКОСТИ.....	68
ПРОФИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ПЛОСКОСТИ.....	68
ЛИНИИ НУЛЕВОГО УРОВНЯ ПЛОСКОСТИ.....	69
ЛИНИИ НАИБОЛЬШЕГО НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ.....	70
ЛИНИЯ СКАТА ПЛОСКОСТИ.....	71
ЛИНИЯ НАИБОЛЬШЕГО НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ К ФРОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ $P_2$ .....	72
ЛИНИЯ НАИБОЛЬШЕГО НАКЛОНА ПЛОСКОСТИ К ПРОФИЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ $P_3$ .....	74
<b>МНОГОГРАННИКИ</b> .....	75
МНОГОГРАННИК.....	75
ГРАНЬ МНОГОГРАННИКА.....	75
РЕБРО.....	75
ВЕРШИНА МНОГОГРАННИКА.....	75
МНОГОГРАННЫЙ УГОЛ.....	75
СЕТКА МНОГОГРАННИКА.....	75
ВЫПУКЛЫЙ МНОГОГРАННИК.....	76
ВОГНУТЫЙ МНОГОГРАННИК.....	77
ТЕОРЕМА ЭЙЛЕРА.....	77
ФОРМУЛА ЭЙЛЕРА.....	77
ПРАВИЛЬНЫЕ МНОГОГРАННИКИ.....	78
ТЕТРАЭДР.....	78
ГЕКСАЭДР.....	79
ОКТАЭДР.....	80
ДОДЕКАЭДР.....	80
ИКОСАЭДР.....	81
ПРИЗМА.....	81
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРАВИЛЬНЫХ МНОГОГРАННИКОВ.....	83
ПРОЕЦИРУЮЩАЯ БОКОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ПРИЗМЫ.....	84
ВЫСОТА ПРИЗМЫ.....	84
ДИАГОНАЛЬ ПРИЗМЫ.....	84
ПРЯМАЯ ПРИЗМА.....	84
ПРАВИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ПРИЗМА.....	85
НАКЛОННАЯ ПРИЗМА.....	85
УСЕЧЕННАЯ ПРИЗМА.....	85

ПРИЗМА АРХИМЕДА.....	87
ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД.....	87
ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД.....	87
ПИРАМИДА.....	88
ВЫСОТА ПИРАМИДЫ.....	89
ПРЯМАЯ ПИРАМИДА.....	89
НАКЛОННАЯ ПИРАМИДА.....	89
ПРАВИЛЬНАЯ ПИРАМИДА.....	89
ПОЛНАЯ ПИРАМИДА.....	90
УСЕЧЕННАЯ ПИРАМИДА.....	91
БИПИРАМИДА.....	91
ПРАВИЛЬНАЯ БИПИРАМИДА.....	91
НЕПРАВИЛЬНАЯ БИПИРАМИДА.....	91
ВЫПУКЛАЯ БИПИРАМИДА.....	92
ВОГНУТАЯ БИПИРАМИДА.....	93
ПРИЗМАТОИД.....	93
АНТИПРИЗМА.....	95
ПРЯМАЯ АНТИПРИЗМА.....	95
АНТИПРИЗМА АРХИМЕДА.....	95
КЛИН.....	96
ОБЕЛИСК.....	97
<b>АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....</b>	<b>98</b>
АКСОНОМЕТРИЯ.....	98
СУЩНОСТЬ МЕТОДА АКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ.....	98
АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	98
СОотНЕСЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И ПРЕДМЕТА (ОБЪЕКТА) В АКСОНОМЕТРИИ.....	99
АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ.....	99
АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСИ КООРДИНАТ.....	99
ВТОРИЧНАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	101
КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСКАЖЕНИЯ.....	101
ТЕОРЕМА ПОЛЬКЕ.....	101
КАРЛ ПОЛЬКЕ.....	101
КЛАССИФИКАЦИЯ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ.....	102
ИЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	102
ДИМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	102
ТРИМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	102
СТАНДАРТНЫЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	103
КОЭФФИЦИЕНТ ПРИВЕДЕНИЯ.....	103
ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	103
ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	104



КОСОУГОЛЬНАЯ ФРОНТАЛЬНАЯ ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	107
КОСОУГОЛЬНАЯ ФРОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	107
КОСОУГОЛЬНАЯ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.....	108

## Библиографический список

1. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука, 1986.
2. Виноградов В.Н. Начертательная геометрия: Учеб. М.: Просвещение, 1989.
3. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии: Учеб. – М.: Высшая школа, 2000.
4. Григорьев В.Г., Горячев В.И., Кузнецова Т.П. Инженерная графика. – Ростов н/Д.:Феникс, 2004.
5. Злыгостева Т.А. Начертательная геометрия. – Просто и доступно. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2004.
6. Королев Ю.И. Начертательная геометрия. – СПб.: Питер, 2007.
7. Крылов Н.Н., Иконников Г.С., Николаев В.Л., Васильев В.Е. Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 2001.
8. Лагерь А.И. Инженерная графика. – М.: Высшая школа, 2003.
9. Лагерь А.И., Мота А.Н., Рушелюк К.С. Основы начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2005.
10. Локтев О.В. Краткий курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2005.
11. Михненко Л.В. Основы начертательной геометрии. – М.: КолосС, 2004.
12. Нартова Л.Г. Начертательная геометрия. – М.: Дрофа, 2003.
13. Павлова А.А. Начертательная геометрия: учеб. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005.
14. Пеклич В.А. Начертательная геометрия. – М.: Изд-во АСВ, 2000.
15. Соломонов К.Н., Бусыгин Е.Б., Чичернева О.Н. Начертательная геометрия: Учеб. – М.:МИСИС: ИНФРА-М, 2004.
16. Тарасов Б.Ф., Дудкина Л.А., Немолотов С.О. Начертательная геометрия. – СПб.: Изд-во «Лань», 2001.
17. Фетисов В.М. Основы инженерной графики. – Ростов н/Д.: Феникс, 2004.
18. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: Учеб. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 1999.

*Учебное издание*

Елена Константиновна Торхова

**Начертательная геометрия:  
основные понятия,  
термины и определения**

Авторская редакция

Подписано в печать 04.07.2016. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Усл. печ. л. 7,67. Уч.-изд. л. 2,17.  
Тираж 100 экз. Заказ № 1262.

Издательский центр «Удмуртский университет»  
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 4, каб. 207.  
Тел./факс: (3412) 500-295 E-mail: editorial@udsu.ru

Типография Издательского центра  
«Удмуртский университет»  
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 2.  
Тел. 68-57-18