

**Министерство образования Республики Башкортостан  
государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
Бирский многопрофильный профессиональный колледж**

**УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**  
по учебным дисциплинам «Инженерная графика»  
«Техническое черчение», «Основы строительное черчение»  
для обучающихся технических специальностей

**ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

г. Бирск

2014

Артамонова С.В.  
Проекционное черчение (учебно-методические пособие). ГБПОУ  
Бирск, Бирский многопрофильный профессиональный колледж, 2014. – 30 с.

Учебно-методические пособие содержит правила выполнения изображений предметов на чертежах, выполняемых в разделе «Проекционное черчение» по курсу «Инженерная графика» и имеют цель оказание помощи обучающимся и студентам в правильном их оформлении в соответствии с действующими государственными стандартами.

Учебно-методические пособие адресуется обучающимся и студентам технических специальностей учебных заведений НПО и СПО при выполнении практических и курсовых работ.

Рецензенты:

Н.П. Теплова – зам. дир. по научно-методической работе ( ГБПОУ Бирский многопрофильный профессиональный колледж)

Т.А. Полюдова – зам. дир. по учебно-производственной работе ( ГБПОУ Бирский многопрофильный профессиональный колледж)

Л.А. Шкатова – методист ( ГБПОУ Бирский многопрофильный профессиональный колледж)

## ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

Правила изображения предметов на чертежах всех отраслей промышленности устанавливает стандарт.

Изображения делятся на виды, разрезы, сечения.

**Вид** – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями.

В зависимости от определенных условий виды подразделяют на:

1) основные

- вид спереди (главный)
- вид сверху
- вид слева
- вид справа
- вид снизу
- вид сзади

2) дополнительные

3) местные.

Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

При выполнении технических чертежей применяют различные проекционные изображения, главным образом прямоугольные проекции предмета и его дополнительные виды. Всякая техническая деталь или сооружение представляет собой комплекс геометрических тел. Следовательно, при составлении чертежа и чтении его необходимо уметь находить эти составляющие геометрические формы, а также строить разрезы, сечения. Недостаточная наглядность изображения предмета в прямоугольных проекциях восполняется аксонометрическими изображениями.

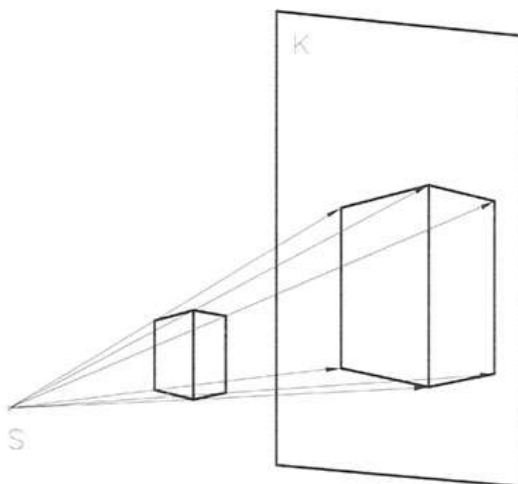


Рис. 1 Центральное проецирование

Различные способы изображения пространственных форм на плоскости, которые применяют при составлении чертежей и построении наглядных изображений, основаны на методе проекций, включающем в себя два основных способа проецирования -

центральное и параллельное. (Рис. 1, 2).

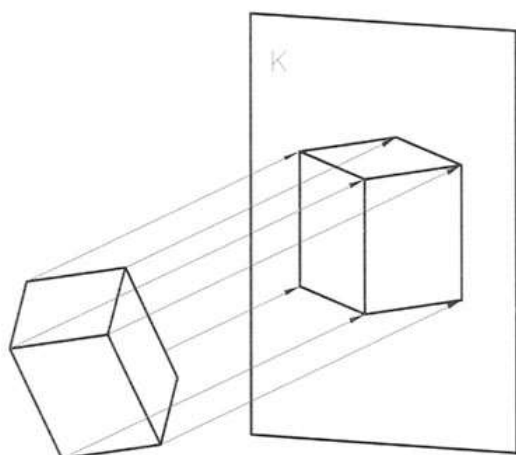


Рис. 2 Параллельное проецирование.

Центральная проекция или перспектива обладает наилучшей наглядностью и наиболее точно передает те зрительные впечатления, которые получает наблюдатель, рассматривая предмет в натуре. (Рис.56а). Перспектива, как и фотография, передает не только общую форму предмета, но и отражает взаимное расположение наблюдателя и предмета: поворот и удаление предмета относительно зрителя. Преимущество перспективы по сравнению с фотографированием состоит в том, что можно получить наглядное изображение несуществующего проектируемого предмета. Недостаток этого метода - по перспективному изображению сложно определить истинные размеры предмета.

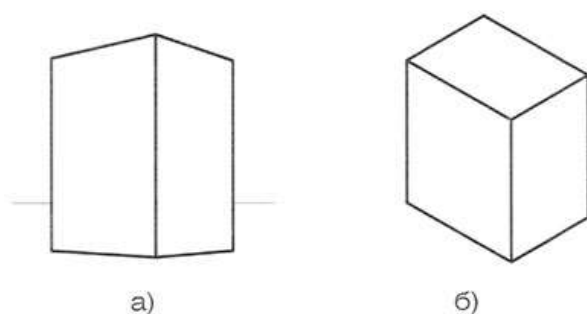


Рис. 3 Виды изображений.

- а) центральная проекция
- б) параллельная проекция

### 1. Аксонометрические проекции.

Параллельное проецирование - частный случай центрального. Отличие заключается в том, что центр проецирования как бы удален в бесконечность, поэтому проецирующие прямые становятся параллельными. На основе параллельного проецирования получают наглядные изображения предметов – **аксонометрические** проекции. Они не отличаются такой наглядностью, как перспектива. В этом случае отсутствует перспективное уменьшение удаленных элементов, предмет рассматривается как бы издалека и только сверху или снизу. Аксонометрия дает представление о форме изображаемого предмета, по ней также можно определить основные размеры предмета. Построить аксонометрию значительно проще, чем перспективу. Таким образом,

аксонометрические проекции - это наглядные изображения предмета. Получаемые параллельным проецированием его на одну плоскость вместе с осями прямоугольных координат, к которым этот предмет отнесен. Прямые линии и плоские фигуры предмета, параллельные между собой, изображаются параллельными и в аксонометрии.

Аксонометрические проекции называют **прямоугольными** если направление проецирования и проецирующие прямые перпендикулярны плоскости, на которую они проецируются, и **косоугольными** если направление проецирования не перпендикулярно плоскости аксонометрических проекций. Проекция аксонометрических осей на плоскость называют **аксонометрическими осями**, а проекции единицы измерения по осям - **аксонометрическими единицами измерения**. В зависимости от положения предмета и осей координат относительно плоскости проекций, а также в зависимости от направления проецирования единицы измерения проецируются в общем случае с искажением. Искажаются и размеры проецируемых предметов. Отношение длины аксонометрической единицы к ее истинной величине называют показателем или **коэффициентом искажения** для данной оси координат.

Аксонометрические проекции называют **изометрическими**, если коэффициенты искажения по всем осям равны; **диметрическими**, если коэффициенты искажения равны по двум осям и **триметрическими**, если все коэффициенты искажения различны. Для аксонометрических искажений предметов применяют пять видов аксонометрических проекций: прямоугольные – изометрические и диметрические, косоугольные – фронтальные диметрические, фронтальные изометрические и горизонтальные изометрические.

### **1.1. Прямоугольные аксонометрические проекции.**

#### **Прямоугольная изометрическая проекция.**

Этот вид аксонометрических проекций – прямоугольная изометрия - широко распространен благодаря хорошей наглядности изображений и простоте построений. В прямоугольной изометрии аксонометрические оси  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$  расположены под углами  $120^\circ$  одна к другой, ось  $OZ$  - вертикальная. Коэффициент искажения по всем осям одинаковый и равен  $0,82$ . Чтобы упростить построение прямоугольной применяют приведенный коэффициент, равный единице ( $0,82 \times 1,22$ ). В этом случае при построении аксонометрических изображений размеры частей предмета, параллельные направлениям аксонометрических осей, откладываются без сокращений в истинную величину.

Окружности, вписанные в прямоугольную изометрию -трех видимых граней куба, представляют собой эллипсы. Большая ось эллипсов равна  $1,22D$ , а малая -  $0,71 D$ , где  $D$  - диаметр изображаемой окружности. Чтобы упростить построения, можно заменять эллипсы овалами, оси которых равны осям эллипса. (Рис. 4).

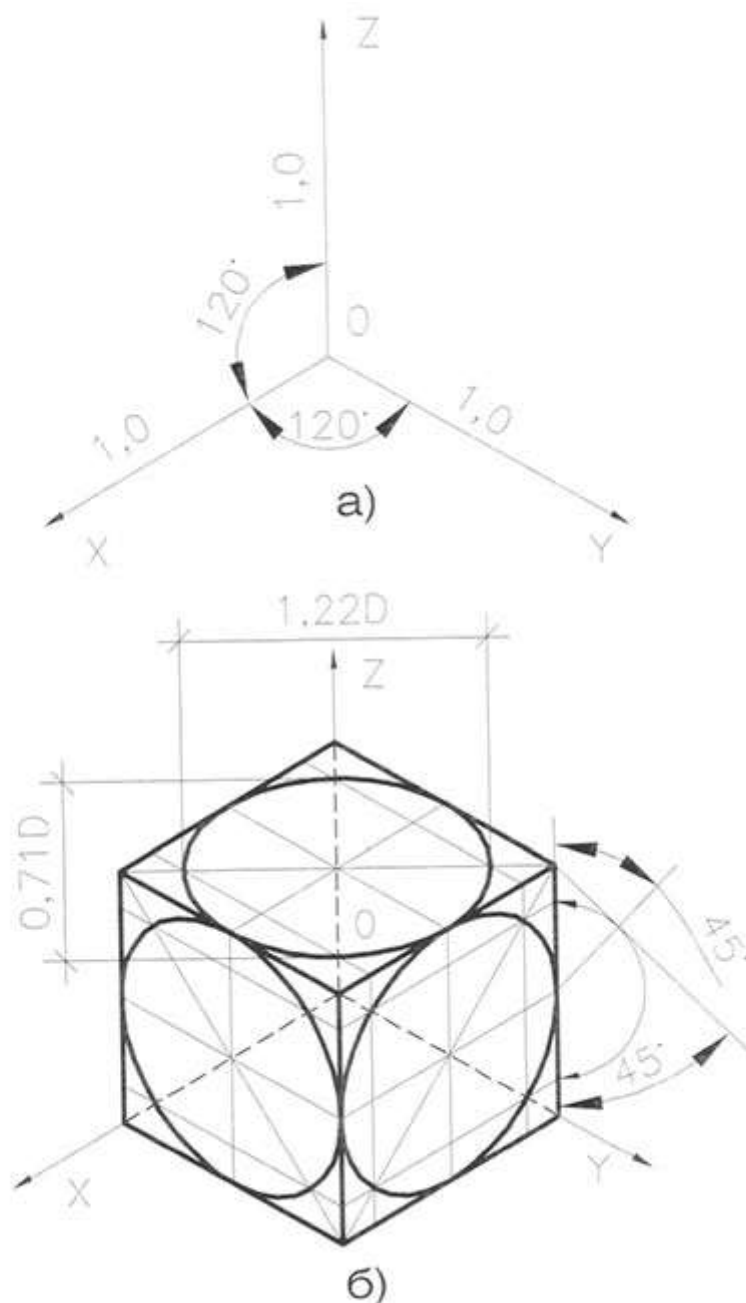
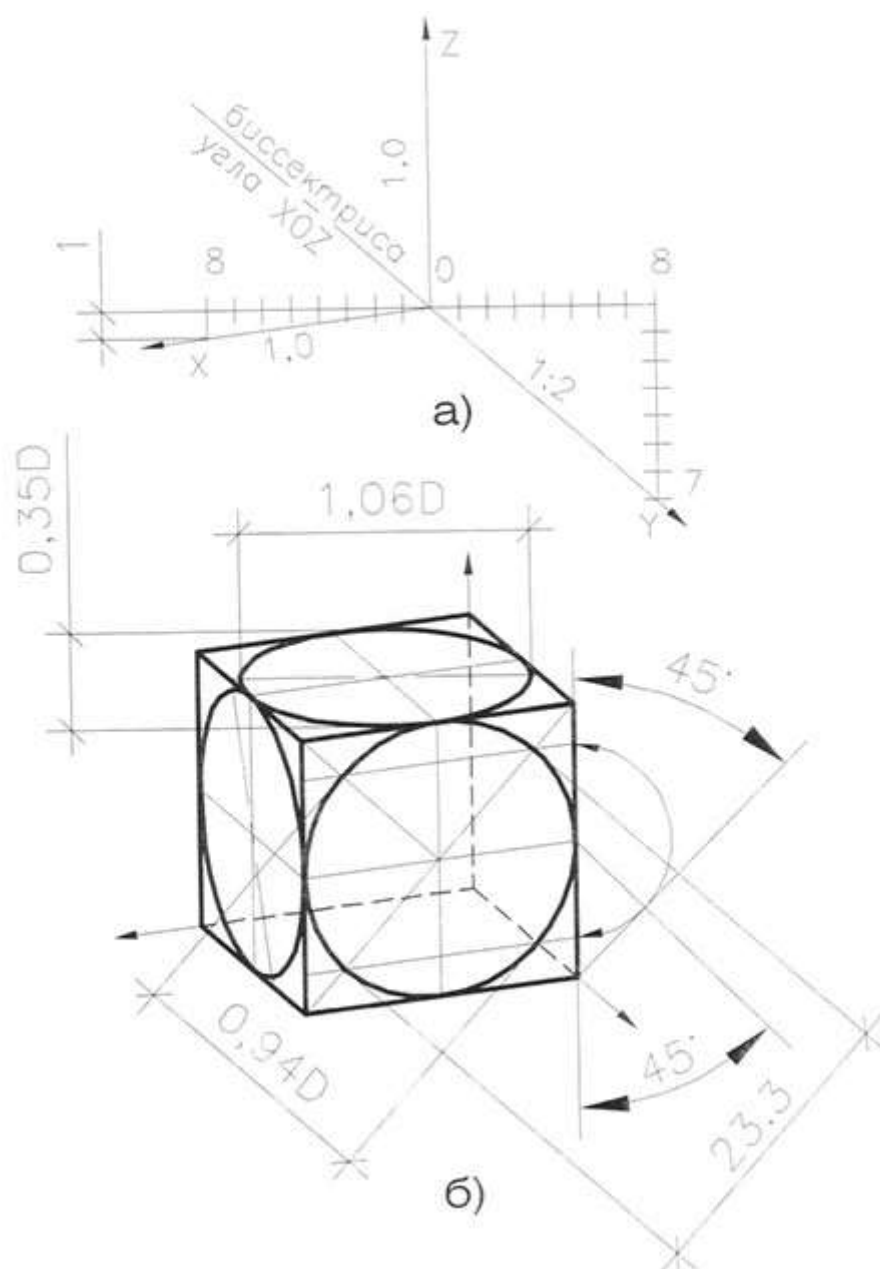


Рис. 4 Прямоугольная изометрия  
 а) расположение осей  
 б) аксонометрическая проекция куба

**Прямоугольная диметрическая проекция.**

Аксонометрические изображения построенные в прямоугольной диметрической проекции - прямоугольной диметрии, обладают наилучшей наглядностью, однако построение изображений сложнее, чем в прямоугольной изометрии. Аксонометрические оси располагаются следующим образом (Рис. 5 а): ось  $OZ$  направлена вертикально вверх, а оси  $OX$  и  $OY$  составляют с горизонтальной линией, проведенной через начало координат (точку  $O$ ), углы соответственно  $7$  и  $41^\circ$ .



**Рис. 5 Прямоугольная диметрическая проекция а) расположение осей аксонометрических б) аксонометрическая проекция куба**

Положение осей можно определить также, отложив от начала координат в обе стороны по восемь произвольных единиц. Через полученные восьмью точки проводят вниз вертикальные линии и на левой вертикали откладывают одну единицу, а на правой - семь. Соединив полученные точки с началом координат, определяют направление осей  $OX$  и  $OY$ .

Коэффициенты искажений по осям  $OX$  и  $OZ$  равны  $0,94$ , а по оси  $OY$  -  $0,47$ . Для упрощения рекомендуется прямоугольную диметрию строить в приведенных коэффициентах искажений: по осям  $OX$  и  $OZ$  - без сокращений, а по оси  $OY$  - с сокращением в 2 раза.

Построение прямоугольной диметрии куба с окружностями, вписанными в три видимые его грани (Рис. 5 б). Окружности, вписанные в видимые грани куба в прямоугольной диметрии, представляют собой эллипсы двух видов. Оси эллипса, расположенного в грани, которая параллельна координатной плоскости  $XOZ$ , равны: большая ось -  $1,06D$ , малая -  $0,94D$ , где  $D$  - диаметр окружности, вписанной в грань куба. В двух других эллипсах большие оси также равны  $1,06D$ , а малые оси в 3 раза короче, т. е.  $0,35D$ .

Построение прямоугольной диметрии окружностей (овалов), вписанных в аксонометрию квадратов, удобнее выполнять по восьми точкам. Четыре из них расположены на середине сторон квадратов, а другие четыре точки - на диагоналях. Они определяются с помощью равнобедренного прямоугольного треугольника, построенного на полустороне квадрата.

Выбирая вид прямоугольной аксонометрической проекции, следует иметь в виду, что в прямоугольной изометрии (Рис.4) поворот боковых сторон предмета получается одинаковым и поэтому изображение иногда оказывается не наглядным. Кроме того, часто диагональные в плане ребра предмета на изображении сливаются в одну линию. Эти недостатки отсутствуют на изображениях, выполненных в прямоугольной диметрии.

## **1.2. Косоугольные аксонометрические проекции**

Косоугольные аксонометрические проекции характеризуются двумя основными признаками: плоскость аксонометрических проекций располагается параллельно одной из граней предмета, которая изображается без искажения; направление проецирования выбирается косоугольное (составляет с плоскостью проекций острый угол), что дает возможность спроецировать и две другие грани или стороны предмета, но уже с искажением.

Название фронтальная или горизонтальная определяет положение плоскости аксонометрических проекций относительно основных сторон или граней предмета.

Аксонометрические изображения предметов при косоугольном проецировании оказываются менее наглядными, чем при прямоугольном проецировании. Изображенные предметы воспринимаются — только деформированными, со скошенностью в направлении, перпендикулярном плоскости проекций. Однако изображения в косоугольной аксонометрии обладают важным преимуществом, которое довольно часто используют в техническом черчении: плоские элементы предмета, параллельные плоскости аксонометрических проекций, проецируются без искажения. В черчении косоугольные аксонометрические проекции используют в случаях, когда нужно изобразить без искажения части предмета сложной криволинейной формы.

### **Фронтальная диметрическая проекция.**

Аксонометрические оси фронтальной диметрии располагаются следующим образом (Рис. 6 а): ось  $OZ$  - вертикальная, ось  $OX$  - горизонтальная, ось  $OY$  делит угол  $ZOX$  пополам и направлена вправо вниз. Ось  $OY$  можно построить, отложив от горизонтали угол  $45^\circ$ . По осям  $OX$  и  $OZ$ , размеры изображения проецируются в истинную величину, а по оси  $OY$  сокращаются вдвое.



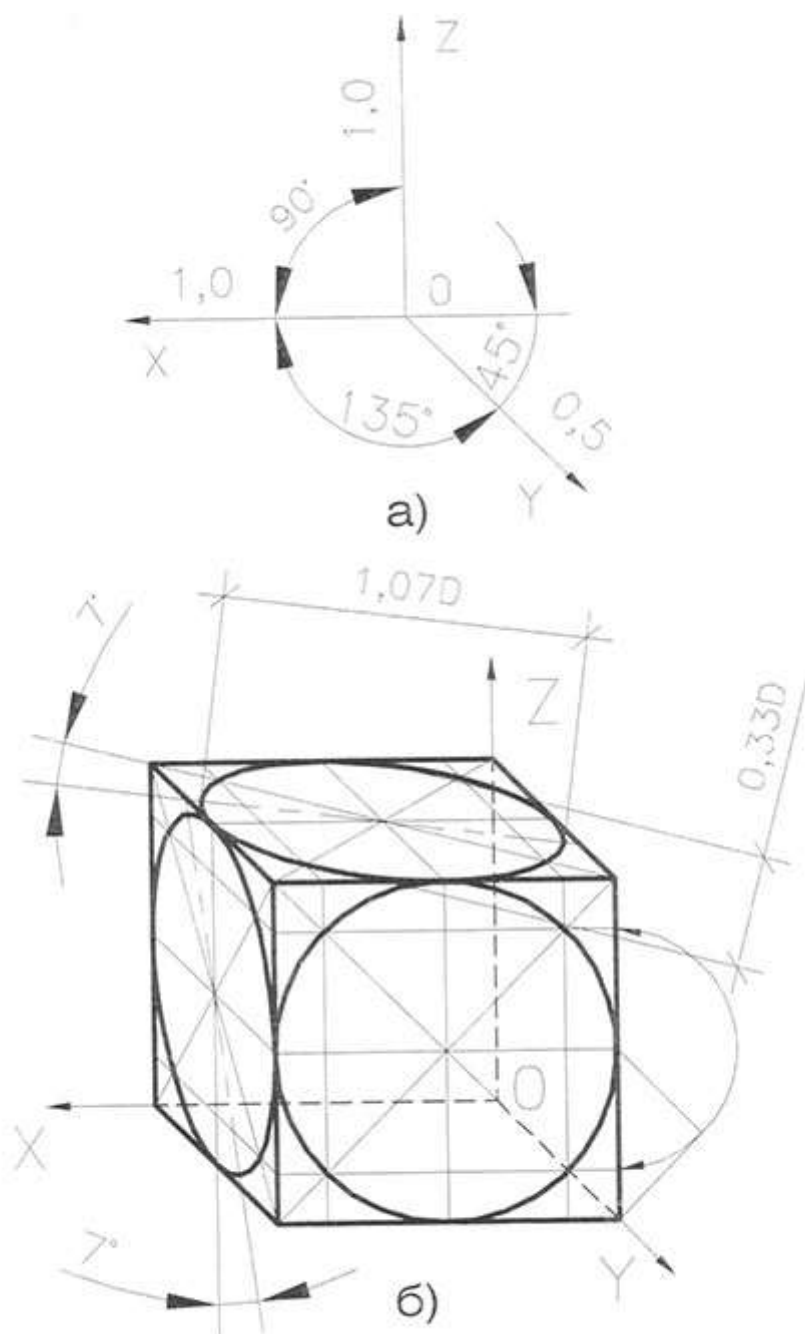


Рис. 6 Фронтальная диметрия:  
 а) расположение аксонометрических осей,  
 б) аксонометрическая проекция куба

Фронтальная диметрическая проекция куба с окружностями, вписанными в три видимые грани, показана на рис.6 б. В передней грани параллельной координатной плоскости  $XOZ$  окружность изображается без искажений, в двух других гранях - одинаковыми эллипсами, большие оси которых равны  $1,07 D$ , а малые -  $0,33 D$ , где  $D$  — диаметр окружности, вписанной в грани куба. Направления больших осей эллипсов отклоняются от большей диагонали аксонометрии описанного квадрата (параллелограмма) на  $7^\circ$ .

Фронтальную диметрию целесообразно применять в тех случаях, когда требуется сохранить неискаженными фигуры, расположенные во фронтальных плоскостях что упрощает построение аксонометрического изображения.

### **Фронтальная изометрическая проекция.**

Во фронтальной изометрии положение осей (рис. 7 а) аналогично положению осей во фронтальной диметрии. По всем осям размеры откладывают без сокращений, в истинную величину. На рис. 7 б построена фронтальная изометрия куба. Искажение общей формы изображенного предмета и неестественная вытянутость куба вдоль оси  $OY$  в этой проекции больше, чем во фронтальной диметрии. Эллипсы рекомендуется строить по восьми точкам. Направление осей эллипсов совпадает с диагоналями граней куба.

Расположение осей во фронтальной изометрии, как и в других аксонометрических проекциях, дает вид предмета сверху.

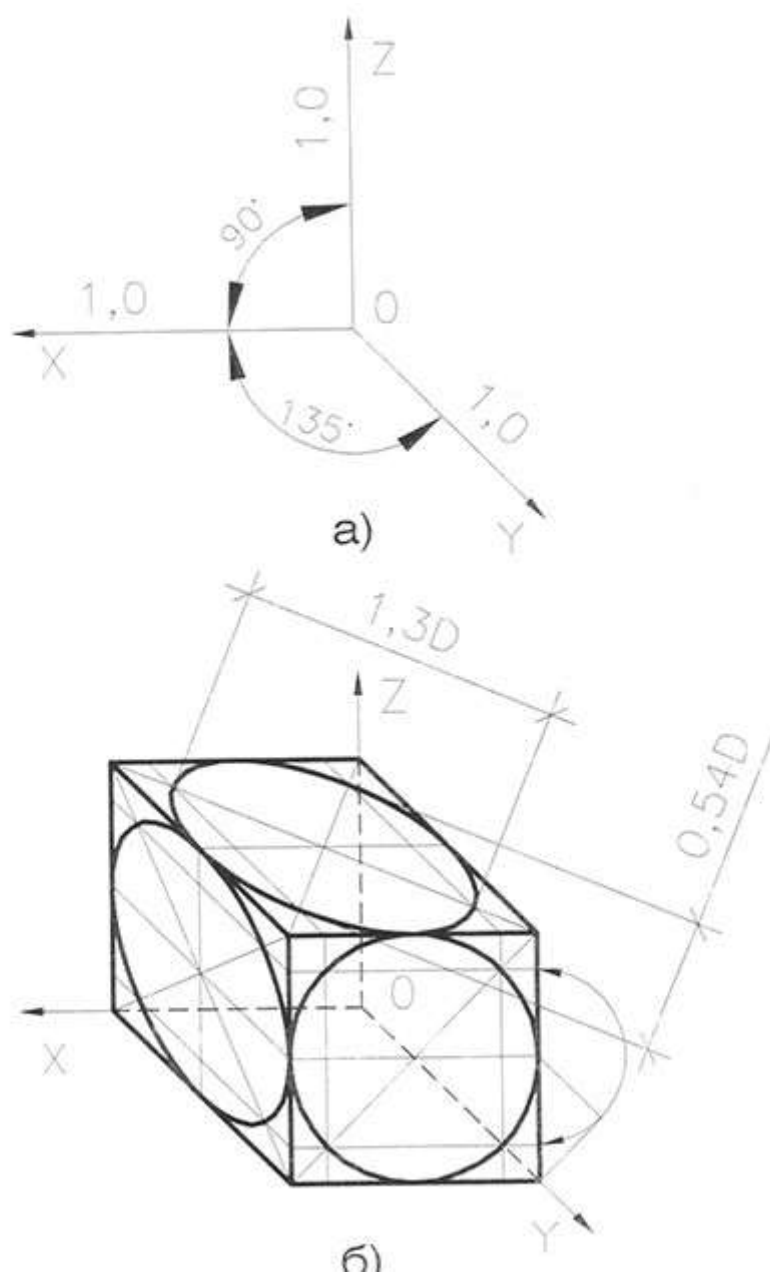


Рис. 7 Фронтальная изометрия  
а) расположение аксонометрических осей  
б) аксонометрическая проекция куба

### **Горизонтальная изометрическая проекция.**

АксонOMETрические оси горизонтальной изометрии располагают следующим образом (рис. 8 а): ось  $OZ$  - вертикальная, угол между осями  $OX$  и  $OY$  равен  $90^\circ$ , ось  $OY$  составляет с горизонталью угол  $30^\circ$ . ГОСТ 2.317-69 допускает применять и другие углы между горизонталью и осью  $OY$  -  $45$  и  $60^\circ$ , при этом угол  $90^\circ$  между осями  $OX$  и  $OY$  сохраняется. По всем осям размеры откладывают без искажений, в истинную величину. Искажение формы и вытянутость куба направлены вдоль оси  $OZ$ . (Рис. 8 б).

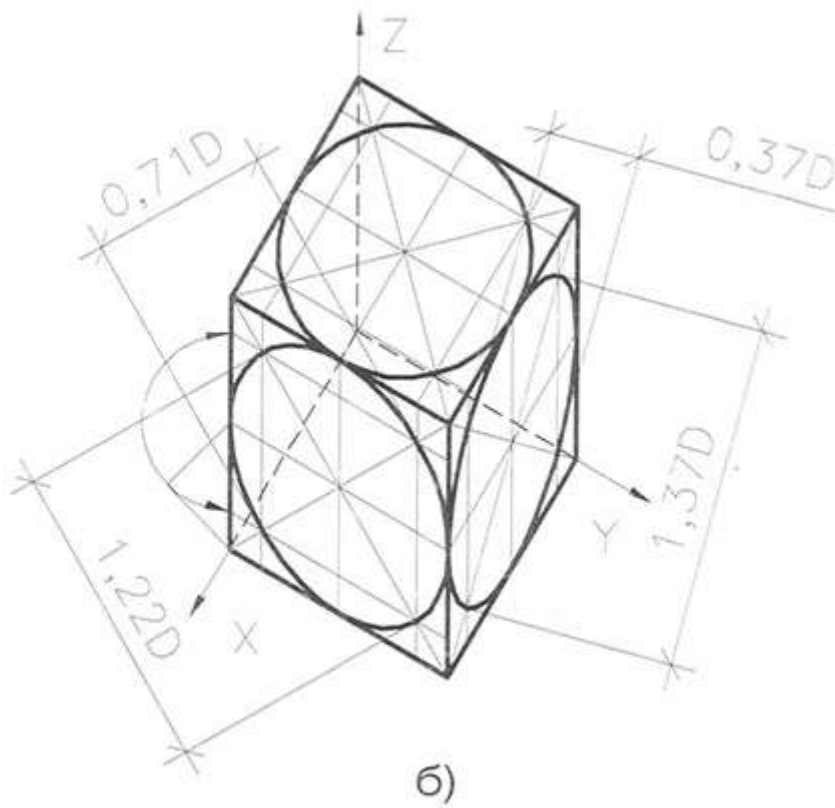
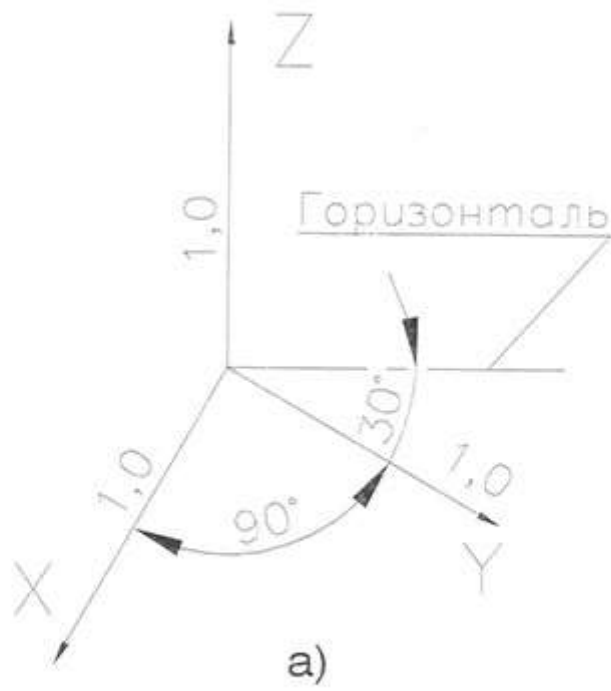


Рис. 8 Горизонтальная изометрия  
 а) расположение аксонометрических осей  
 б) аксонометрическая проекция куба

Размеры осей эллипса, расположенного в грани, параллельной координатной плоскости  $YOZ$ , равны осям эллипсов прямоугольной изометрии. Вместо этого эллипса можно построить овал. Второй эллипс строят по восьми точкам. Оси эллипса совпадают с направлением диагоналей граней куба.

В горизонтальной изометрии плоские фигуры, расположенные на плане и в горизонтальных плоскостях, не искажаются. Это свойство проекции используют при изображении в аксонометрии строительных объектов, когда надо сохранить неискаженными конфигурацию и размерные соотношения плана.

## **2. Ортогональные проекции.**

### **Прямоугольное проецирование на две и три плоскости проекций.**

Аксонометрические и перспективные изображения обладают хорошей наглядностью, но по ним трудно определить истинные размеры изображенных предметов, а также воспроизвести их в натуре. Поэтому в основу получения изображений на чертежах положен метод прямоугольного (ортогонального) проецирования на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекций. (Рис.62). Прямоугольные проекции (чертежи) предмета обладают следующим преимуществом: при наличии масштаба и размеров по чертежам можно воспроизвести изображенные предметы в точном соответствии с проектным замыслом.

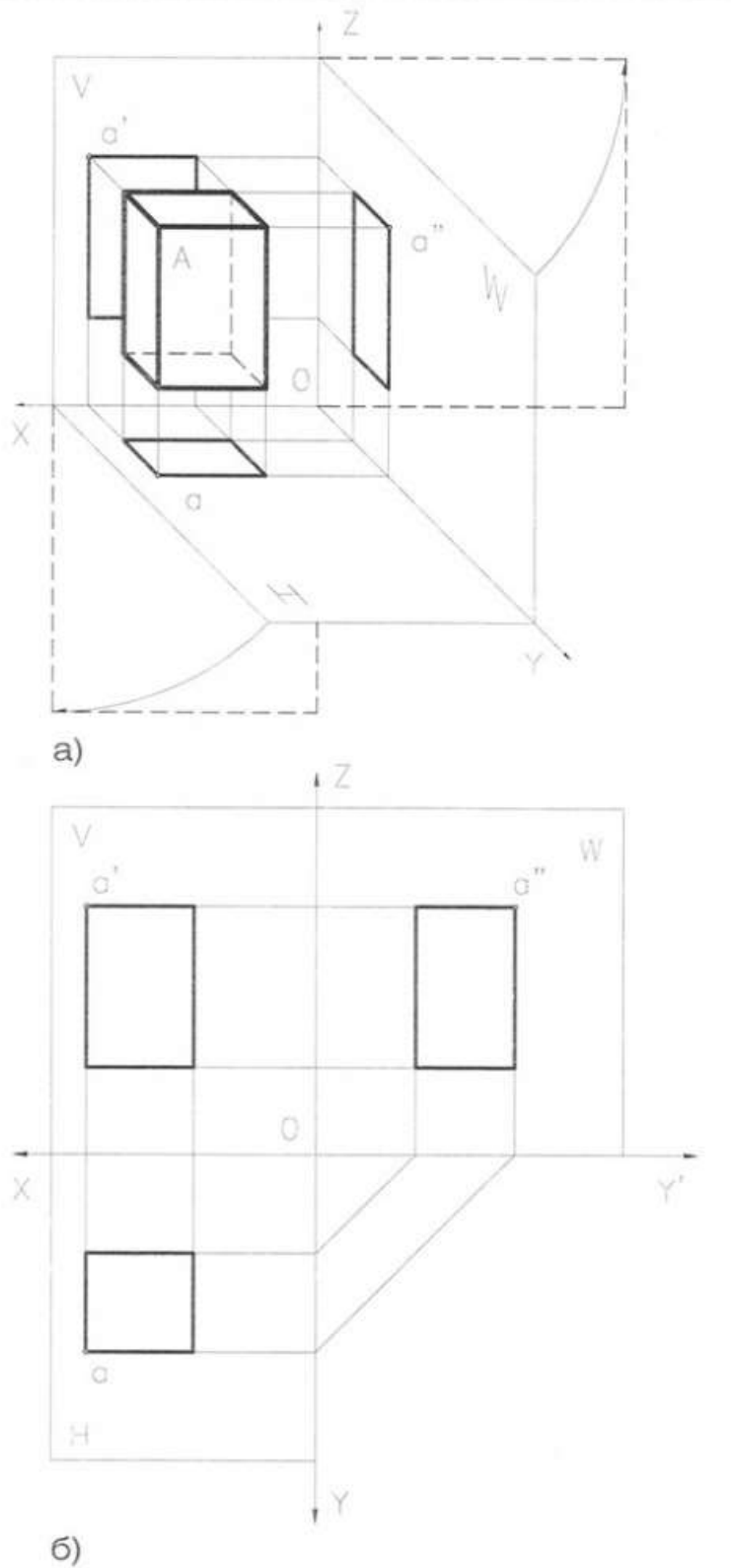


Рис. 4 Проекция прямоугольного параллелепипеда  
 а) прямоугольное проецирование параллелепипеда на три плоскости проекций  
 б) прямоугольные проекции (чертеж) параллелепипеда

Две проекции определяют положение, форму и размеры изображенного на чертеже предмета; третья проекция определяется пересечением соответствующих линий связи.

Чертеж предмета должен давать полное представление о форме изображаемого предмета, его устройстве, размерах, материале, из которого изготовлен предмет, а также содержать сведения о способах его изготовления. Вместе с тем чертеж предмета должен быть лаконичным и содержать минимальное количество изображений и текста, достаточных для свободного чтения чертежа, изготовления по нему детали и ее контроля.

Для лучшего понимания и чтения чертежи должны составляться по общим правилам. Все требования к оформлению чертежей, а также условные обозначения, содержащиеся на чертежах, должны быть единообразными. Поэтому при составлении чертежей необходимо руководствоваться основными положениями и правилами ГОСТов «Единой системы конструкторской документации». Все изображения на чертежах в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

Изображения предметов на чертежах образуются с помощью прямоугольного проецирования предмета на плоскости проекций. При этом предполагается, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

Предмет должен располагаться относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней наиболее полно отображало форму и размеры предмета при наилучшем использовании поля чертежа.

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба. Предмет мысленно помещают внутри этого куба (заднюю его грань принимают за фронтальную плоскость проекций) и строят проекции предмета на каждой грани. Если после этого развернуть грани куба до совмещения с фронтальной плоскостью, то получим изображения предмета на шести плоскостях проекций.

На каждой плоскости проекций получается изображение обращенной к наблюдателю видимой части предмета; такое изображение называется видом. В зависимости от направления проецирования установлены следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций: 1 - вид спереди (главный вид); 2 - вид сверху; 3 - вид слева; 4 - вид справа; 5 - вид снизу; 6 - вид сзади.

Названия видов на чертежах, выполненных в проекционной связи, не указывают. Чтобы уменьшить количество видов, допускается на них показывать невидимые части поверхностей предметов штриховыми линиями. Виды предмета должны быть увязаны между собой, вид сверху располагается под видом спереди, а виды слева и справа - на одном уровне с видом спереди (справа от него при взгляде на предмет слева и слева от него при взгляде на предмет справа). (Рис.5).

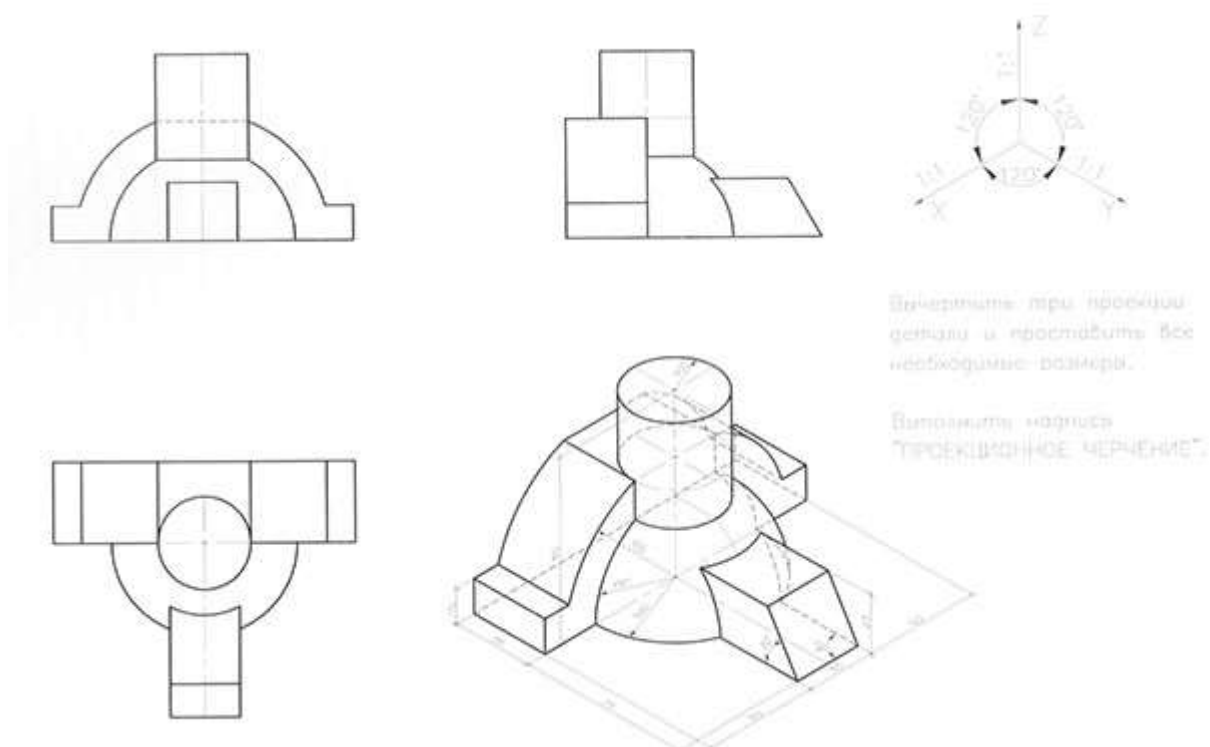


Рис. 5

Для того чтобы правильно разместить изображения предмета и его частей на рабочем поле чертежа, необходимо:

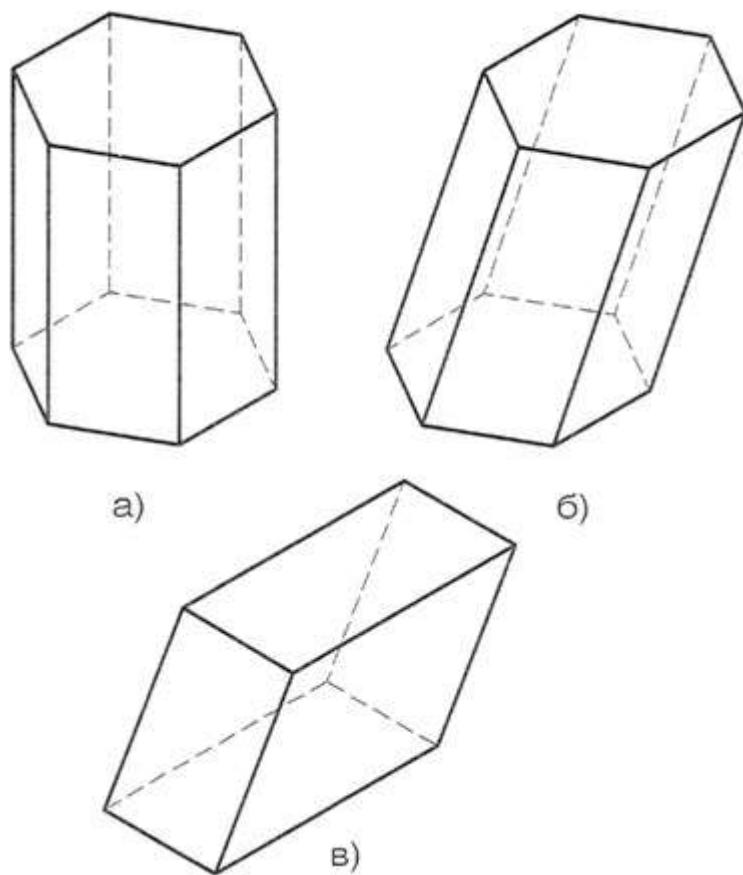
- 1) выбрав масштаб чертежа, определить для каждого вида его основные габаритные размеры: для вида сверху - наибольшую длину и ширину предмета, для вида спереди - наибольшие длину и высоту и т. д.;
- 2) полученные размеры перевести на выбранный масштаб чертежа;
- 3) каждое изображение выразить в виде прямоугольника по установленным в масштабе габаритным размерам;
- 4) для определения формата чертежа полученные размеры прямоугольнике расположить с возможной равномерной плотностью и с учетом необходимых мест для выносных и размерных линий и поясняющих надписей;
- 5) после схематической компоновки чертежа приступают к детальному изображению видов предмета внутри этих прямоугольников.

### 3. Многогранники.

#### Проекция призмы.

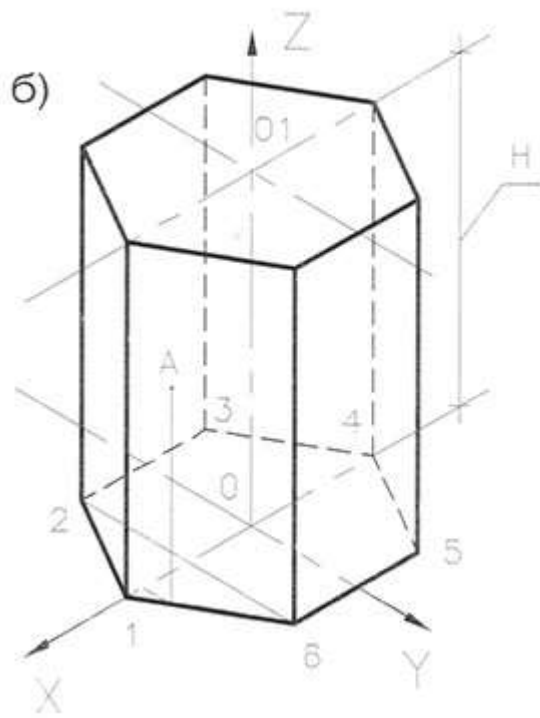
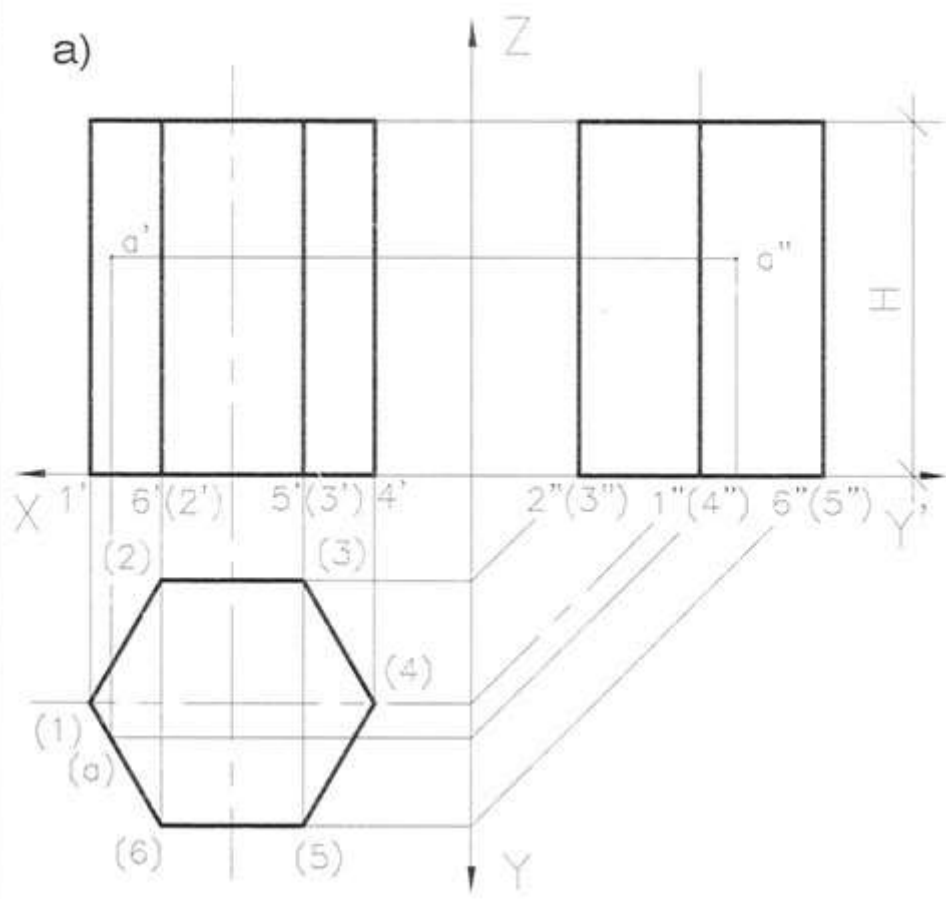
**Призма** (греч. Prisma), многогранник, две грани которого (основания) - равные многоугольники, расположенные в параллельных плоскостях, а другие грани (боковые) - параллелограммы. (Рис. 6). По числу боковых граней призмы разделяются на трехгранные, четырехгранные и т.д. Призма, основания которой параллелограммы, называется **параллелепипедом**. (Рис.6 в) Если все боковые грани составляют основаниями прямые углы, призма называется прямой. (Рис.6 а)





**Рис. 6**

**Построение ортогональных проекций прямой шестигранной призмы** приведено на рис. 7 а. Горизонтальная проекция призмы представляет правильный шестигранник. На фронтальную и профильную проекции призма проецируется в виде прямоугольников, ширина которых определяется горизонтальной проекцией, а высота равна высоте призмы. Вертикальные стороны прямоугольников - проекции вертикальных граней боковой поверхности призмы.



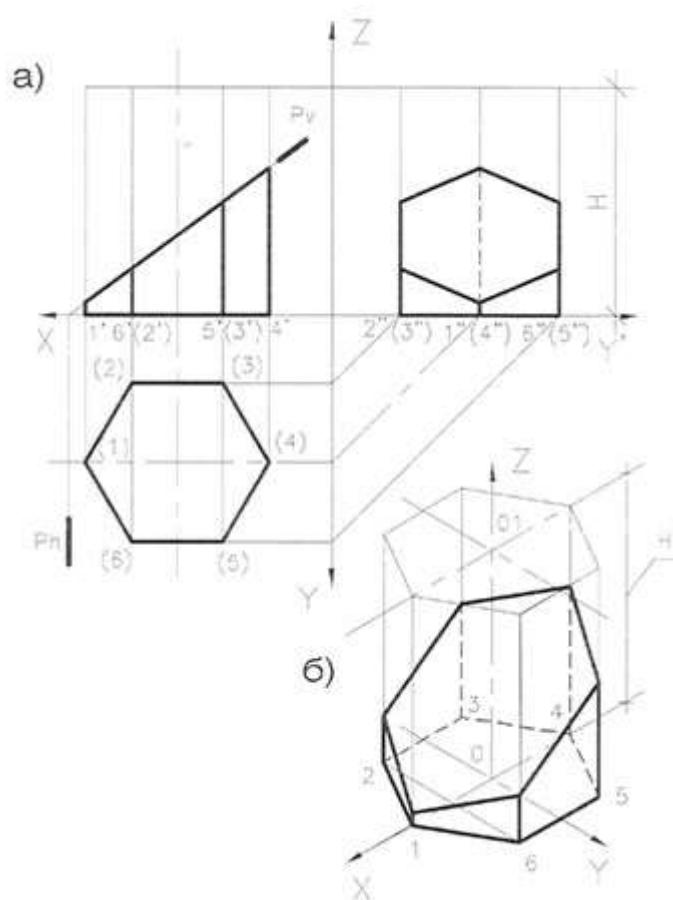
**Рис. 7**

**Построение призмы в прямоугольной изометрии** приведено на рис. 7 б. Построение начинаем с расположения аксонометрических осей  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$ , проведя их под углом  $120^\circ$  друг к другу. Ось призмы направим по оси  $OZ$  и отложим на ней высоту призмы. Через точку  $O_1$  проведем аксонометрические оси  $O_1X_1$  параллельно  $OX$  и  $O_1Y_1$  параллельно  $OY$ . Принимая точки  $O$  и  $O_1$  за центры верхнего и нижнего оснований призмы, строим два одинаковых шестигранника, основания призмы. Затем соединяем вершины нижнего и верхнего оснований вертикальными ребрами. Невидимую часть нижнего основания призмы и задние (невидимые) ребра выполним штриховой линией.

**Построение точек на поверхности призмы** в ортогональных и аксонометрической проекциях показано на рис. 7. Точка  $A$  расположена на боковой поверхности призмы. По ее фронтальной проекции  $a'$  находим ее горизонтальную проекцию ( $a$ ), лежащую на шестиграннике основания призмы. Профильная проекция ( $a''$ ) точки  $A$  строится обычным способом нахождения ее координат ( $ax$ ,  $ay$ ,  $az$ ) по осям. На прямоугольной изометрии цилиндра точка  $A$  также строится обычным способом по ее координатам ( $ax$ ,  $ay$ ,  $az$ ).

**Построение сечения призмы наклонной секущей плоскостью  $P$** , перпендикулярной фронтальной плоскости проекции, показано на рис.8. В данном случае сечение получается в виде шестиугольника на профильной проекции, фронтальная проекция которого совпадает со следом секущей плоскости  $P_v$ , а горизонтальная - с горизонтальной проекцией призмы.

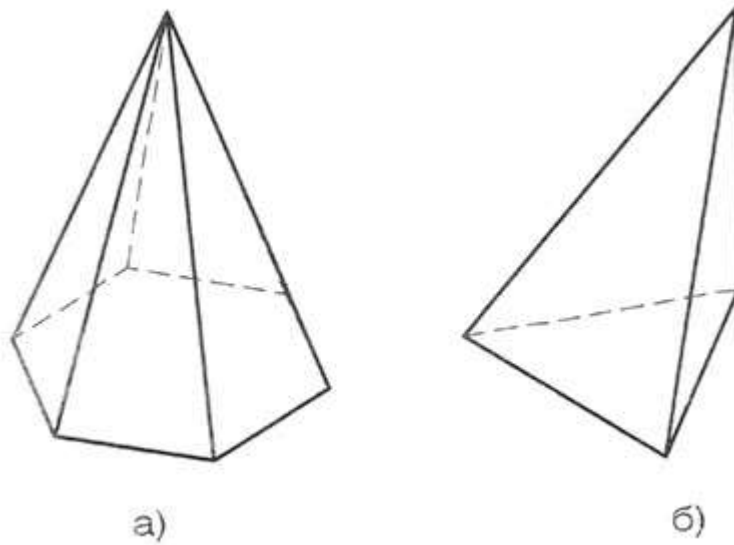
Для построения прямоугольной изометрии усеченной призмы высота вертикальных ребер принимается равной их действительному значению, взятому с фронтальной или профильной проекций. (Рис.8 б).



**Рис. 8**

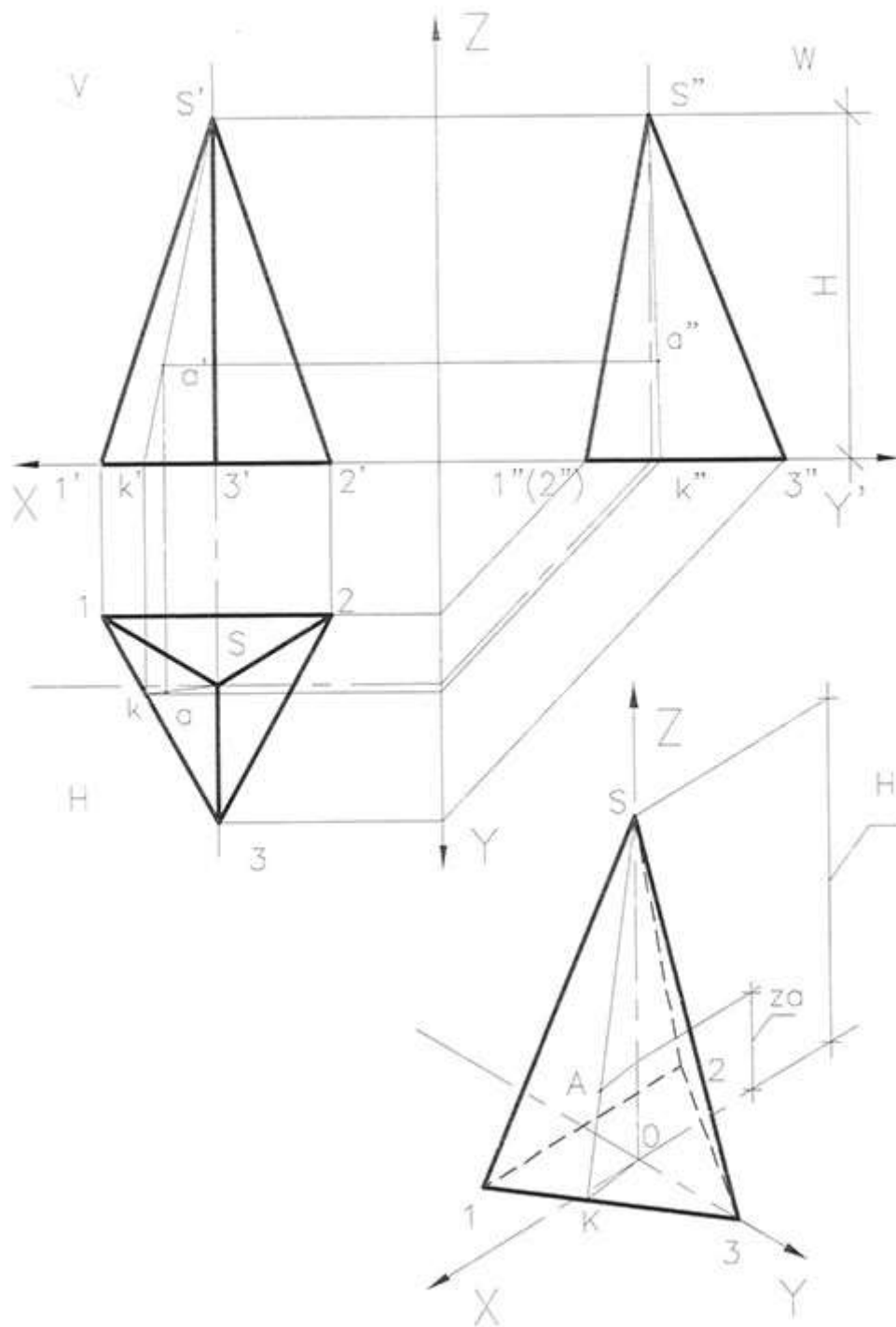
### Проекции пирамиды.

**Пирамида** (греч. Pyramis) - многогранник, основание которого многоугольник, а остальные грани -треугольники, имеющие общую вершину. По числу углов основания различают призмы треугольные, четырехугольные и д.т. (Рис.9).



*Рис. 9*

**Построение ортогональных проекций правильной трехгранной пирамиды** приведено на рис.10. Горизонтальная проекция пирамиды представляет правильный треугольник основания вершины которого соединены с вершиной пирамиды. На фронтальную проекцию пирамида проецируется в виде двух треугольников, а на профильную - в виде одного треугольника. Наклонные стороны треугольников - проекции боковых ребер пирамиды.



**Рис. 10**

**Построение точек на поверхности пирамиды** в ортогональных и аксонометрической проекциях показано на рис.10.

Если на фронтальной проекции пирамиды задана точка  $A$ , то недостающие проекции этой точки можно построить двумя способами.

**Первый способ:** с помощью проекций вспомогательной линии  $s'k'$ , проходящей через заданную точку. (Рис.10).

Дано: фронтальная проекция точки А - точка (а'), расположенная в пределах видимой части пирамиды.

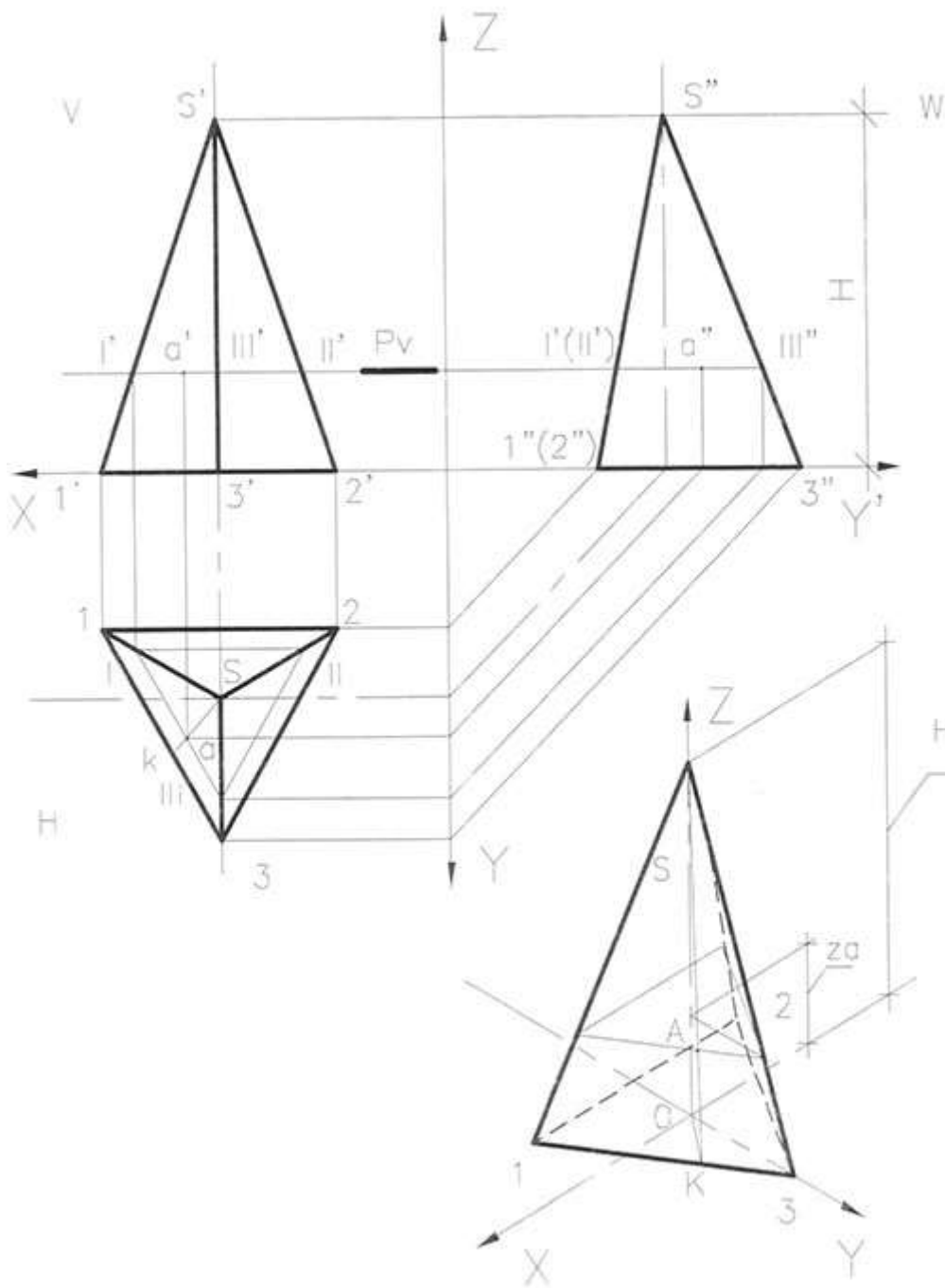
Через вершину пирамиды и заданную точку (а') проводим прямую линию до ее основания и получаем точку (к') - прямая s'k'.

Далее строим горизонтальную проекцию этой прямой на плоскости Н. Найдем горизонтальную проекцию этой прямой, проведя проецирующую прямую k'k, и соединим полученную т. к с горизонтальной проекцией вершины пирамиды s.

Так как искомая т. А принадлежит прямой s'k' то она должна лежать на ее горизонтальной проекции. Поэтому с помощью линии связи мы переносим ее на линию sk и получаем горизонтальную проекцию т. а.

Профильная проекция а" т. А определяется пересечением той же прямой s"к" на профильной проекции с линиями связи, переносящими т. а фронтальной проекций.

**Второй способ:** с помощью построения проекции сечения пирамиды горизонтальной плоскостью Рv параллельной основанию пирамиды и проходящей через заданную точку А. (Рис.11).



**Рис. 11**

Дано: фронтальная проекция точки А-т.  $a'$ , расположенная в пределах видимой части пирамиды.

Через т.  $a'$  проводим прямую,  $P_v$  параллельную основанию пирамиды, которая является фронтальной проекцией секущей плоскости  $P$ . Эта линия пересекает боковые ребра пирамиды  $sT$ ,  $s'2'$ ,  $s'3'$  в точках  $\Gamma$ ,  $1\Gamma$  и  $И\Gamma$  соответственно. Построив горизонтальные проекции этих точек на боковых ребрах пирамиды и соединив их линиями построения, получим горизонтальную проекцию сечения пирамиды плоскостью  $P_v$ . Отрезок прямой  $\Pi\Gamma$  является фронтальной проекцией сечения пирамиды через точку  $a'$ .



Горизонтальной проекцией этого сечения будет треугольник, стороны которого параллельны основанию пирамиды.

Так как точка  $a'$  лежит в плоскости сечения, то с помощью линии связи переносим ее на горизонтальную проекцию сечения.

Профильная проекция  $t. a''$  определяется как пересечение профильной проекции сечения ГИГ с линией связи, переносящей положение  $t. a$  с горизонтальной проекции.

### **Построение точек на поверхности пирамиды в аксонометрии.**

Строим пирамиду в прямоугольной изометрии. Построение начинаем с треугольного основания пирамиды и, отложив на вертикальной оси высоту пирамиды, проводим три боковых ребра, причем невидимое ребро проводим штриховой линией. (Рис.11).

#### **Первый способ. Рис.10.**

Строим образующую SK: на оси X или Y откладываем координаты X или Y, соответствующие  $t. K$  на горизонтальной проекции, и проведем через них линии, параллельные оси Y или X соответственно. Пересечение их с основанием пирамиды дает положение точки K.

Соединим  $t. K$  с вершиной пирамиды S и с центром основания  $t. O$ . Рассмотрим полученный треугольник SOK: сторона OS - вертикальная ось пирамиды, совпадающая с осью Z. Сторона SK - прямая, на которой находится  $t. A$ . Сторона OK - основание треугольника составляющая с осью Z угол  $90^\circ$ .

Высоту  $t. A$  берем на фронтальной проекции по перпендикуляру от основания пирамиды до  $t. a'$  и откладываем ее в аксонометрии на оси Z, то есть на стороне OS.

Через полученную засечку проводим прямую в плоскости треугольника параллельно основанию треугольника до пересечения с прямой SK.

Таким образом, переносим высоту положения  $t. A$  на поверхность пирамиды.

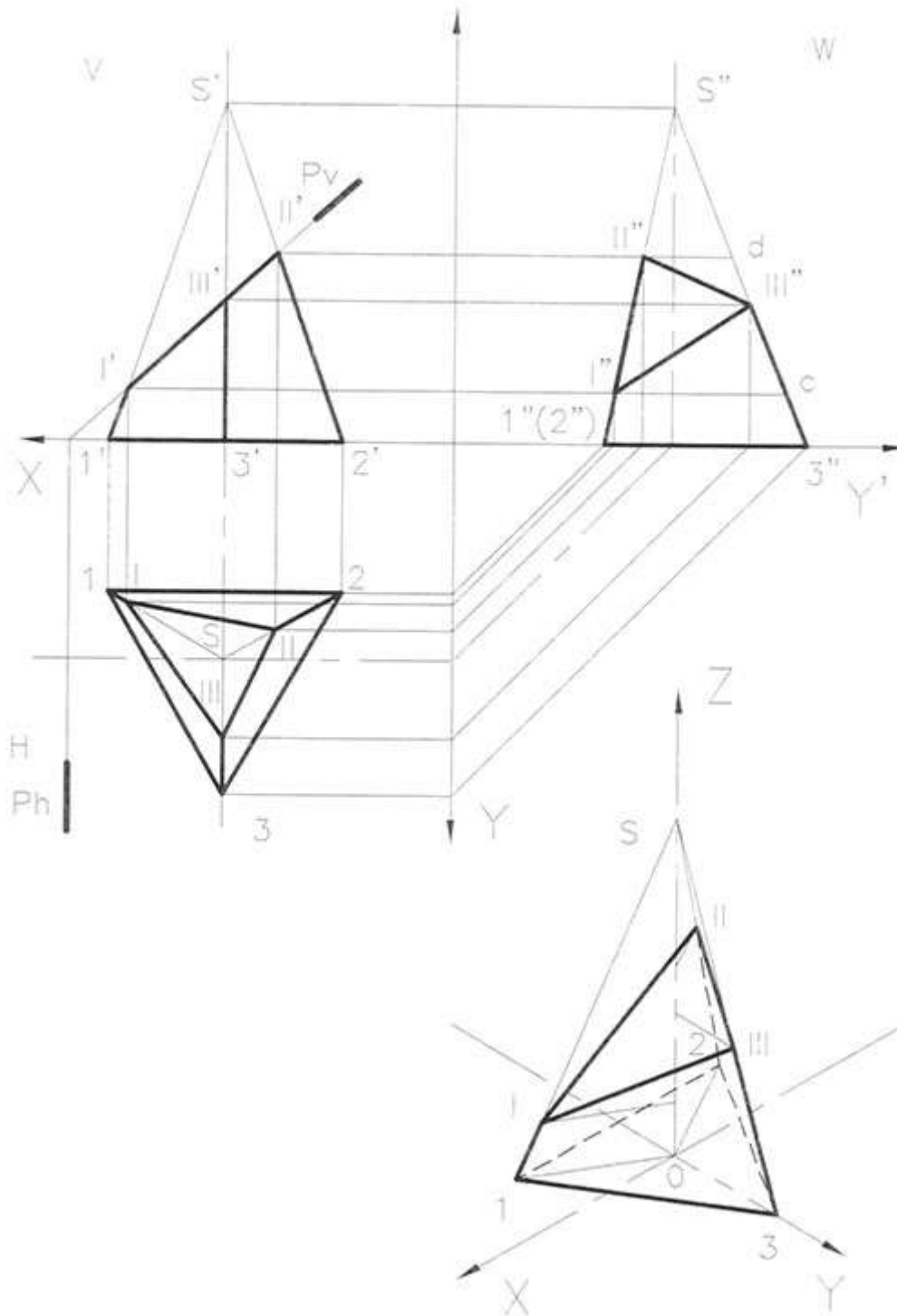
#### **Второй способ. Рис.11.**

Строим сечение пирамиды плоскостью, параллельной основанию и проходящей через  $t. A$ . Такое сечение пирамиды есть треугольник, подобный основанию пирамиды, расположенной на высоте, равной высоте  $t. A$  ( $z_a$ ). Отложим величину  $z_a$ , взятую с фронтальной проекции по оси Z на аксонометрии и через полученную засечку проведем линию, параллельную оси Y до пересечения с ребром S3 -  $t. III$ . Далее через  $t. III$  проводим линии параллельные основанию пирамиды (31 и 32) до пересечения с соответствующими боковыми ребрами S1 и S2, получив линию сечения пирамиды горизонтальной плоскостью Pv в аксонометрии. На горизонтальной проекции пирамиды проведем прямую SK через горизонтальную проекцию  $t. A$  и найдем положение  $t. K$  на аксонометрии. Проведем на аксонометрии пирамиды прямую SK. Ее пересечение с линией сечения пирамиды даст положение искомой  $t. A$  на аксонометрии.

Использование первого или второго способа построения недостающих проекций  $t. A$

определяется ее положением в каждом конкретном случае. Так как проекции точек определяются пересечением линий построения, то точность построений тем выше, чем ближе угол между пересекающимися прямыми к  $90^\circ$ . Если прямая SK, на которой лежит т. А, составляет с осями координат X и Y  $45^\circ$ , то определить положение т. А на аксонометрии первым способом вообще невозможно.

**Построение усеченной пирамиды. (Рис.12).**



**Рис. 12**

Строим три проекции пирамиды - горизонтальную, фронтальную и профильную, (см. выше).

На фронтальной проекции пирамиды проводим линию секущей плоскости  $P_v$  под произвольным углом к основанию пирамиды и обозначаем римскими цифрами точки пересечения наклонных ребер пирамиды с секущей плоскостью (т. Г, II', III").

Переносим эти точки на горизонтальную проекцию пирамиды (I, II, III) и, соединив их, получаем горизонтальную проекцию сечения.

Затем строим профильную проекцию сечения пирамиды, находя положение точек I'', II'' и III''.

**Построение аксонометрии усеченной пирамиды.** Рис. 12. Строим аксонометрическую проекцию пирамиды, как описано выше.

Далее переносим точки I, II и III с фронтальной проекции на аксонометрию. Откладываем на аксонометрии по оси Z высоту точки I, взятую с фронтальной проекции, и через полученную точку проведем линию, параллельную прямой O1 до пересечения с ребром S1. Данное пересечения определяет положение т. I. Остальные точки строим аналогичным способом.