

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Инженерная графика

Методические указания и задания для управляемой самостоятельной работы
для студентов специальности 1-40 05 01 «Информационные системы и
технологии» дневной формы обучения



Студент _____

Группа _____

Преподаватель _____

Витебск
2017

УДК 511(07)

Составители:

В. И. Луцейкович, П. А. Костин, Л. И. Розова,
А. Н. Гришаев, С. И. Малашенков

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ», протокол № 5 от 23.06.2017.

Инженерная графика : методические указания и задания для управляемой самостоятельной работы / сост. В. И. Луцейкович [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2017. – 68 с.

Методические указания и задания для управляемой самостоятельной работы по курсу «Инженерная графика» предназначены для подготовки к плановым лабораторным занятиям, а также для самостоятельного контроля уровня усвоения материала по пройденным темам.

УДК 511(07)

© УО «ВГТУ», 2017

Содержание

Введение	4
1 Начертательная геометрия	
1.1 Точка	5
1.2 Прямая	8
1.3 Плоскость	11
1.4 Многогранники	14
1.5 Цилиндр	20
1.6 Конус	25
1.7 Метрические задачи. Методы преобразования чертежа	30
1.8 Развертки	33
2 Инженерная графика	
2.1 Виды	38
2.1.1 Основные положения и определения	38
2.1.2 Основные виды	39
2.1.3 Местные виды	40
2.1.4 Построение чертежа по аксонометрическому изображению детали	41
2.1.5 Построение третьего вида детали по двум заданным	45
2.2 Разрезы	48
2.2.1 Простые разрезы	48
2.2.2 Условности и упрощения, применяемые при построении видов и разрезов	52
2.2.3 Построение видов и простых разрезов	55
2.2.4 Сложные разрезы	58
2.2.5 Построение видов и сложных разрезов	61
Литература	64
Приложение А	65

Введение

Данные методические указания и задания для управляемой самостоятельной работы являются частью методического комплекса, организующего учебную деятельность студентов по освоению курса «Начертательная геометрия и инженерная графика». Они включают типовые задания по начертательной геометрии и инженерной графике и краткие методические указания по выполнению этих заданий. Рабочая тетрадь предназначена для того, чтобы студенты имели возможность самостоятельно подготовиться к текущим занятиям, которые проводятся в компьютерных залах. Рекомендуется приносить с собою на практические занятия рабочую тетрадь с решенными задачами, что позволит более успешно работать в электронной рабочей тетради.

Непосредственно на практических занятиях студенты работают в электронной рабочей тетради, которая представляет собой сборник файлов графического пакета AutoCAD, скомпонованных в папках в соответствии с темами занятий. Каждый файл содержит заготовки для выполнения заданий, тексты заданий, а также пример оформления задач заданий.

В электронной рабочей тетради по одной теме занятия студентам предлагается несколько вариантов заданий. Номер варианта задания студенты получают от преподавателя непосредственно перед выполнением задания.

В электронной рабочей тетради задания представлены в текстовой и графической форме. В обозначении задания первая цифра соответствует номеру задания, вторая – номеру задачи, третья – номеру варианта.

1 НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

1.1 Точка

В решениях задач необходимо выдержать те параметры (требования), которые заданы условием задачи. При изображении элементов чертежа рекомендуется использовать различные значения типов, толщины линий и цвет. Так, линии связи и все вспомогательные построения на чертежах следует выполнять сплошными тонкими линиями, линии видимого контура – сплошными основными, а невидимый контур – штриховыми линиями. Осевые линии на чертежах изображаются штрихпунктирными тонкими линиями.

Положение точки определяется ее **координатами**, то есть расстояниями от точки до плоскостей проекций. При построении проекций точек следует учесть, что если точка принадлежит плоскости проекций, то одна координата этой точки будет равна нулю. В случае, когда точка принадлежит координатной оси (оси проекций), эта точка принадлежит одновременно двум плоскостям проекций, следовательно, две координаты точки равны нулю.

При решении задач на взаимное размещение точек нужно связать слова «**левее, правее, за, перед, выше, ниже**» с направлением координатных осей X, Y, Z . В частности, слова «**за**» или «**перед**» означают соответственно, что у точки координата Y меньше или больше на заданное расстояние, чем у точки, по отношению к которой строится текущая точка. В этом случае сравнивается положение точек относительно фронтальной плоскости проекций. Слова «**левее**» или «**правее**» определяют взаимное положение точек относительно профильной плоскости проекций. Следовательно, речь идет об изменении координаты X точки. Слова «**выше**» или «**ниже**» говорят о том, что следует изменить координату Z , то есть высоту точки. В этом случае сравниваются расстояния точек до горизонтальной плоскости проекций.

1.1 Ответьте на вопросы:

– Какие координаты определяют горизонтальную (фронтальную, профильную) проекции точки?

горизонтальную	
фронтальную	
профильную	

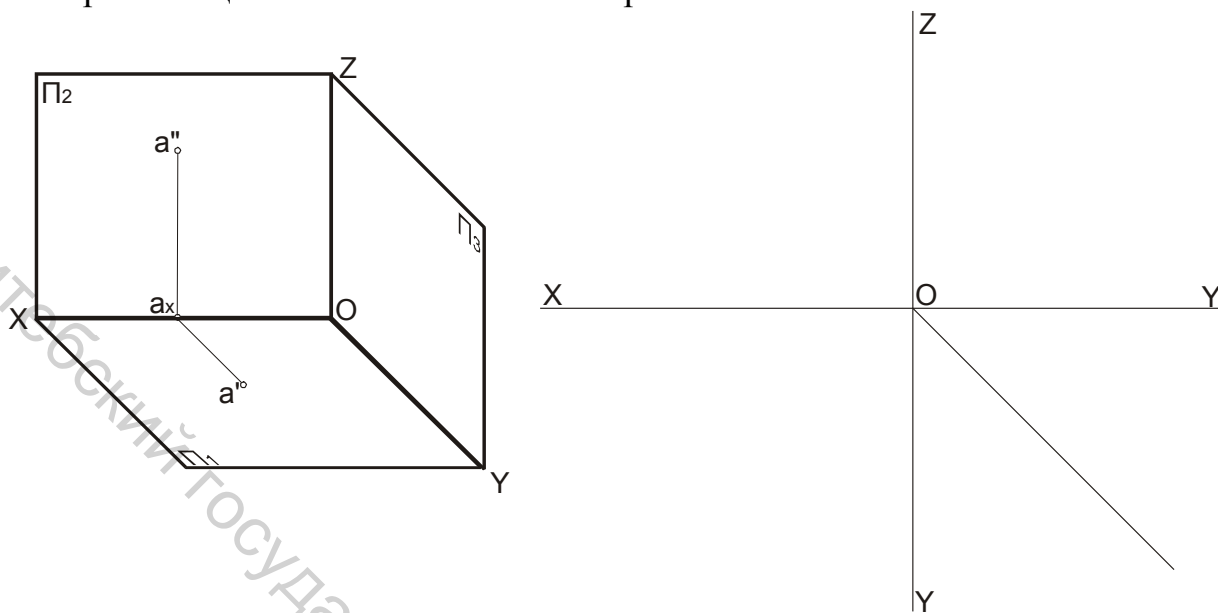
– Какая из координат точки равна нулю, если точка принадлежит горизонтальной (фронтальной, профильной) плоскости проекции?

горизонтальной	
фронтальной	
профильной	

– Какие координаты точки равны нулю, если точка принадлежит оси координат OX (OY, OZ)?

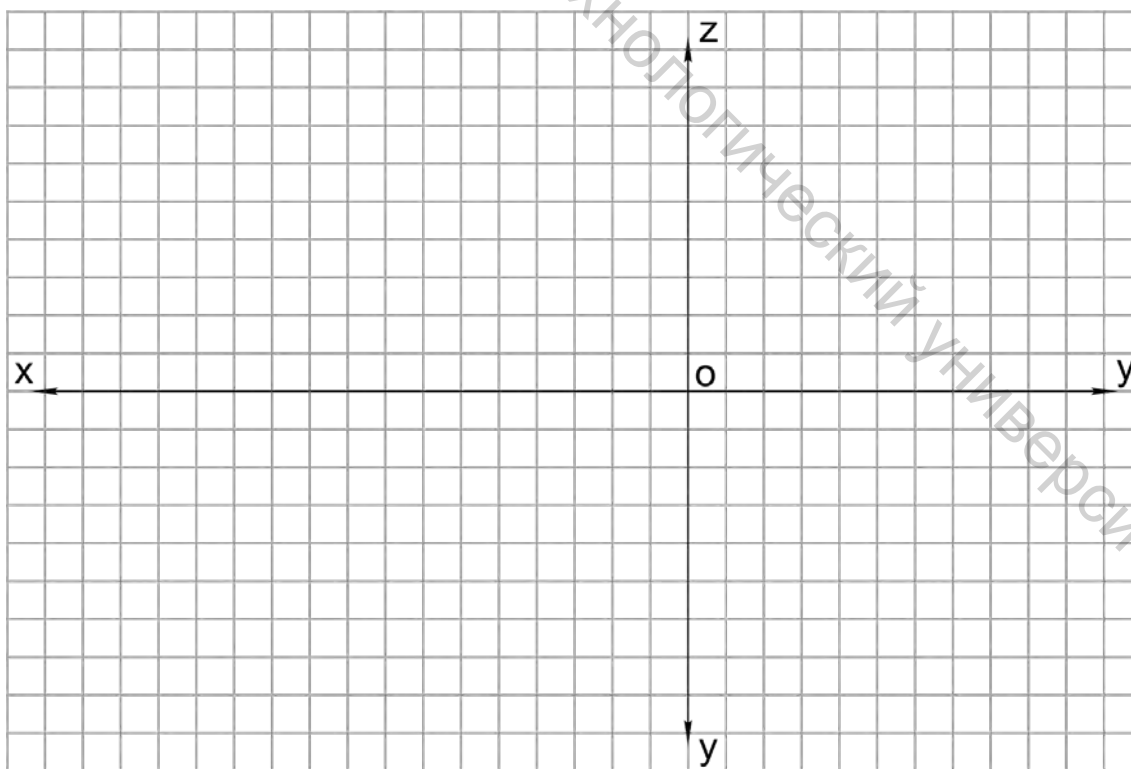
OX	
OY	
OZ	

1.2 По заданным проекциям на пространственной модели постройте точку A и трехпозиционный комплексный чертеж.

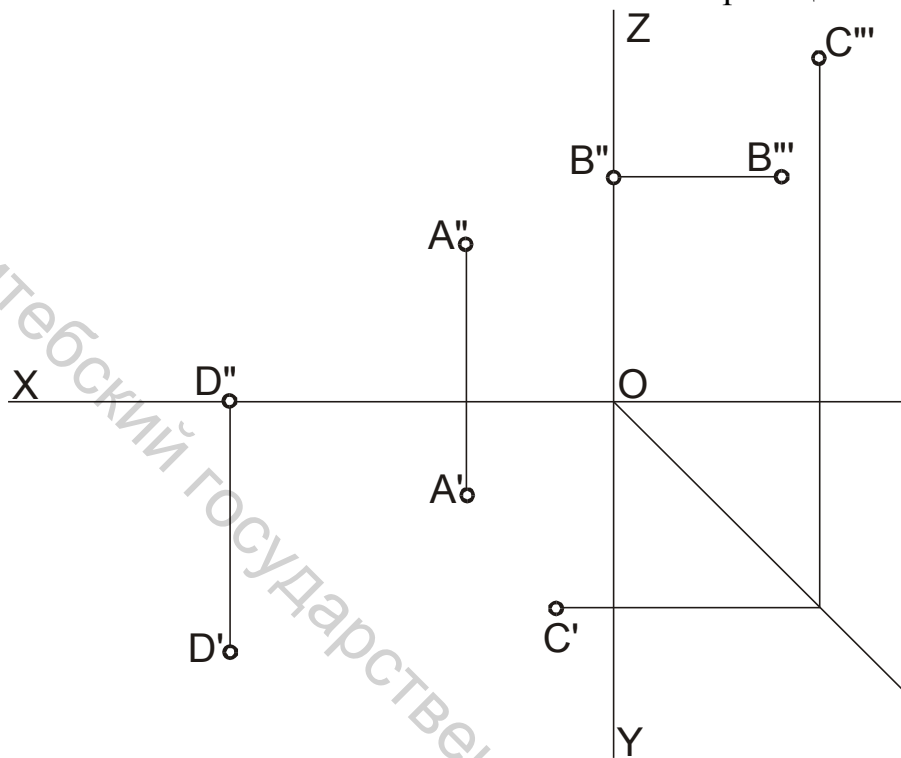


1.3 Постройте по заданным координатам на трехпозиционном комплексном чертеже три проекции точек $A (40, 25, 15)$, $B (60, 0, 30)$, $C (0, 30, 20)$, $D (0, 15, 0)$. Определите и запишите их положение в пространстве.

A		C	
B		D	

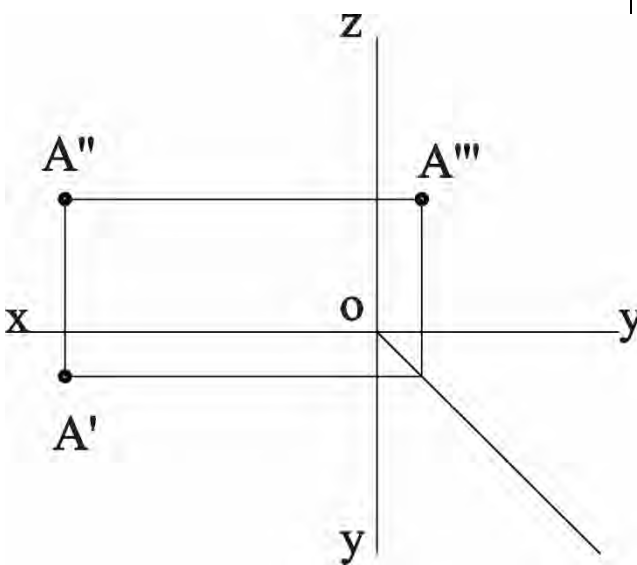


1.4 Постройте третью проекцию точек A, B, C, D . Определите и запишите положение точек относительно плоскостей проекций.

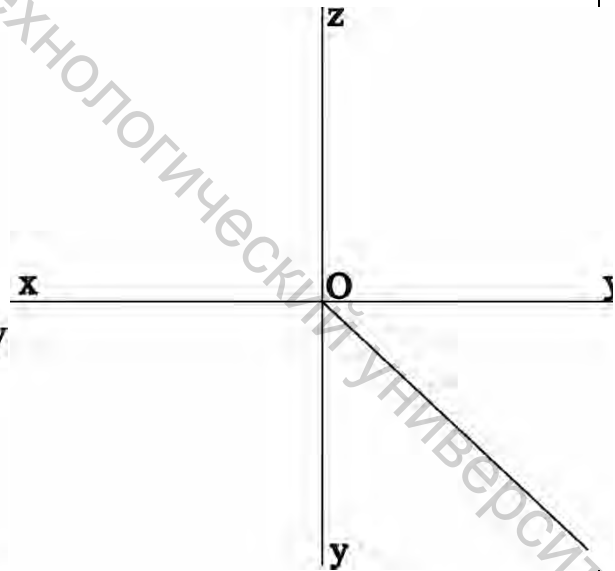


Ближе к	
Π_1	
Π_2	
Π_3	
Далее от	
Π_1	
Π_2	
Π_3	

Пример. Постройте три проекции точки $A(35,5,15)$.



1.5 Постройте и обозначьте три проекции точки $F(30,15,25)$.



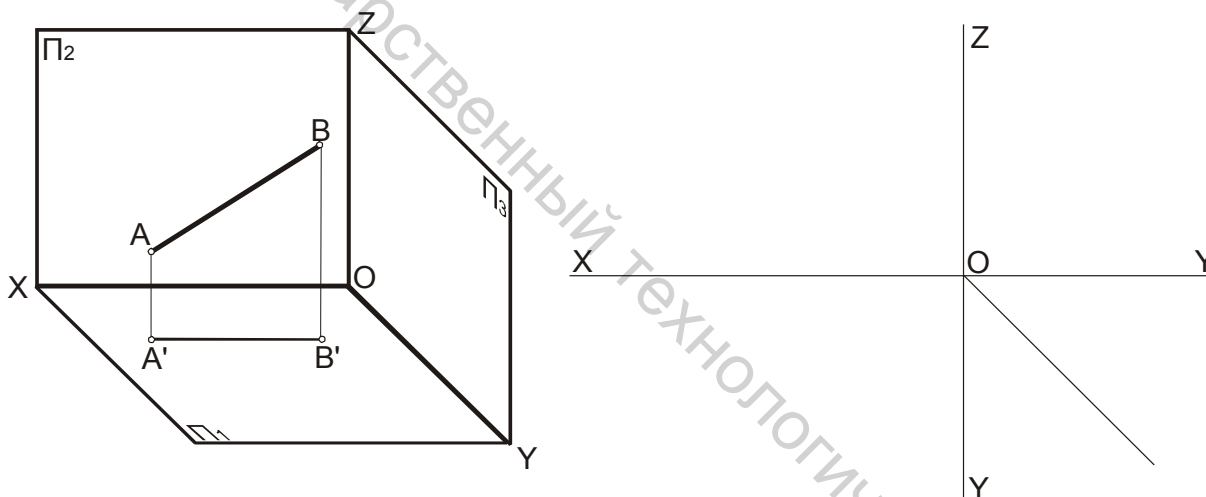
1.2 Прямая

Решение задач на построение отрезков прямых сводится к построению проекций концевых точек отрезка. При оформлении чертежей необходимо иметь в виду следующее: изображения прямой и отрезка прямой различаются тем, что у прямой могут отсутствовать зафиксированные концевые точки.

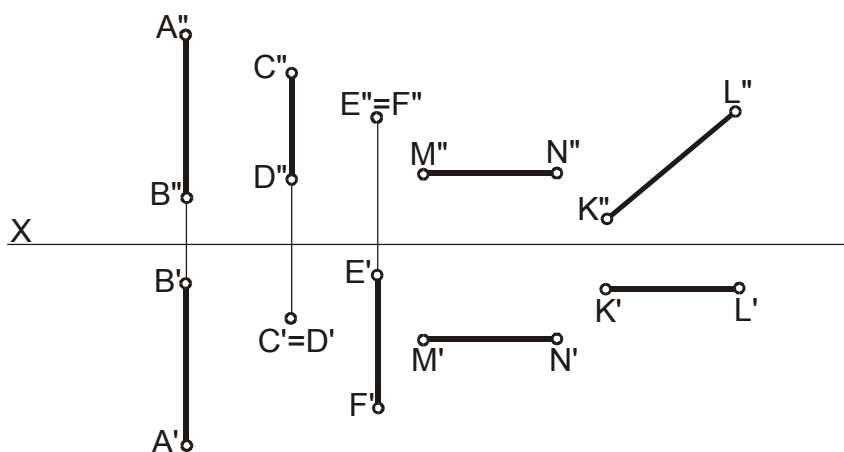
При построении прямых частного положения следует принять во внимание, что некоторые проекции таких прямых занимают частное – параллельное или перпендикулярное положение по отношению к осям проекций.

Если изображается пара прямых линий – пересекающихся, параллельных, скрещивающихся – рекомендуется для большей наглядности использовать различные цвета для каждой из них.

2.1 На наглядном изображении постройте фронтальную и профильную проекции отрезка прямой AB . Постройте комплексный чертеж этого отрезка.

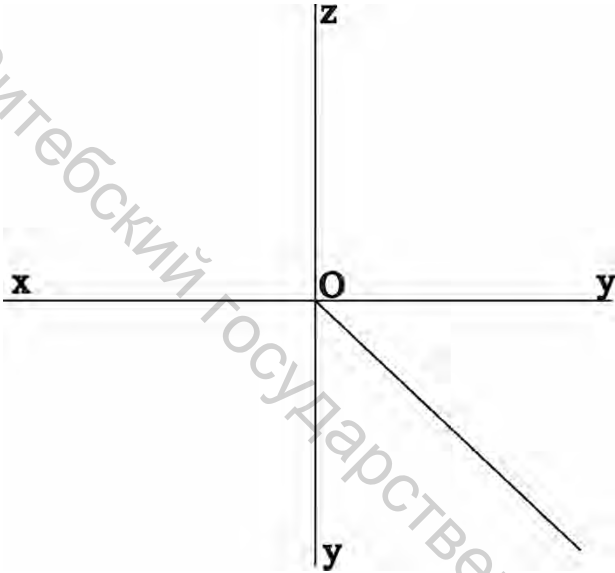


2.2 Как расположены отрезки прямых AB , CD , EF , MN , KL относительно плоскостей проекций?

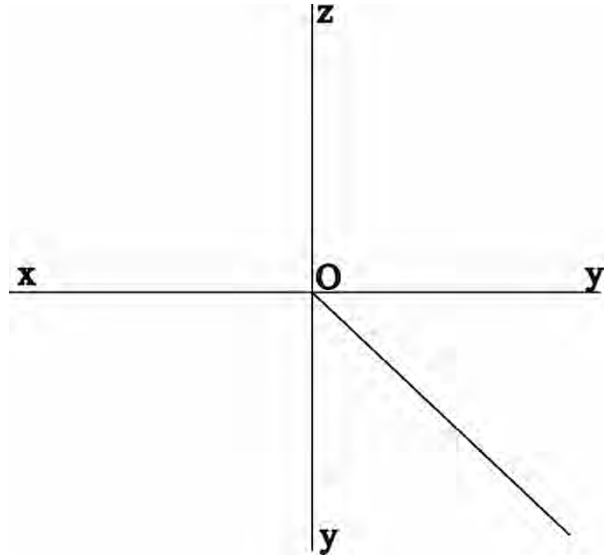


AB	
CD	
EF	
MN	
KL	

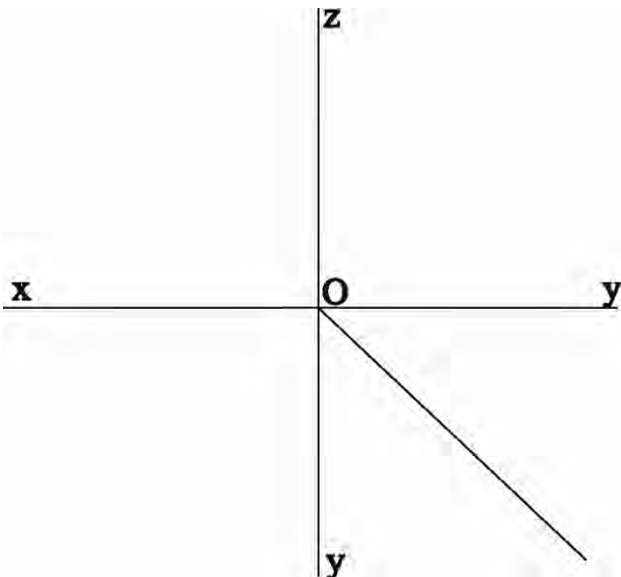
2.3 Постройте три проекции отрезка AB : $A(10,15,5)$; $B(35,25,30)$. Постройте на отрезке AB точку C , удаленную от профильной плоскости проекций на расстояние 20 мм.



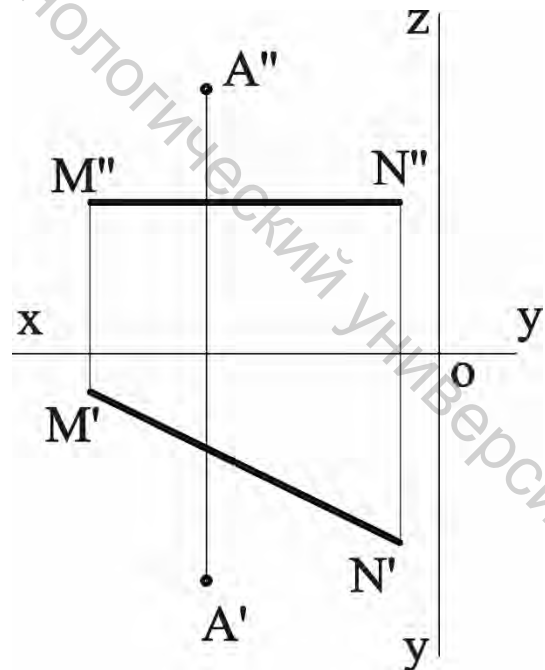
2.4 Постройте три проекции профильно-проецирующего отрезка MN , длина которого 20 мм.



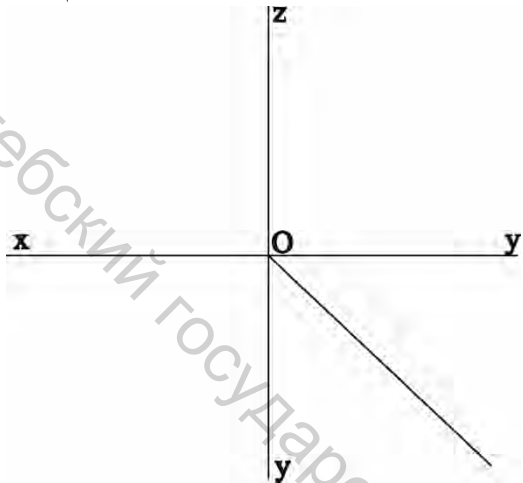
2.5 Постройте три проекции отрезка CE общего положения, правый конец которого точка C находится на оси OZ .



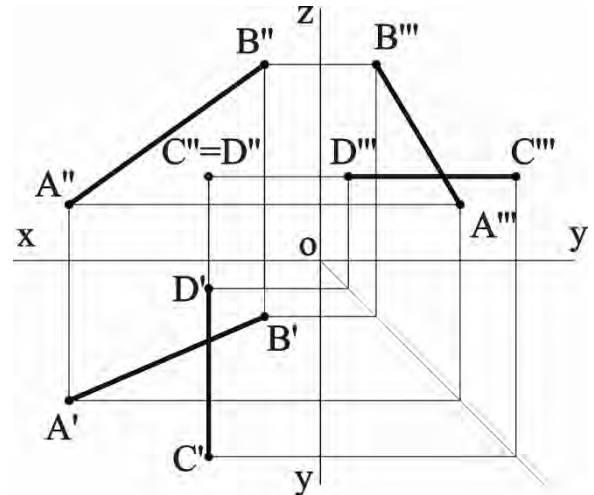
2.6 Постройте проекции отрезка, определяющего расстояние от точки A до отрезка MN .



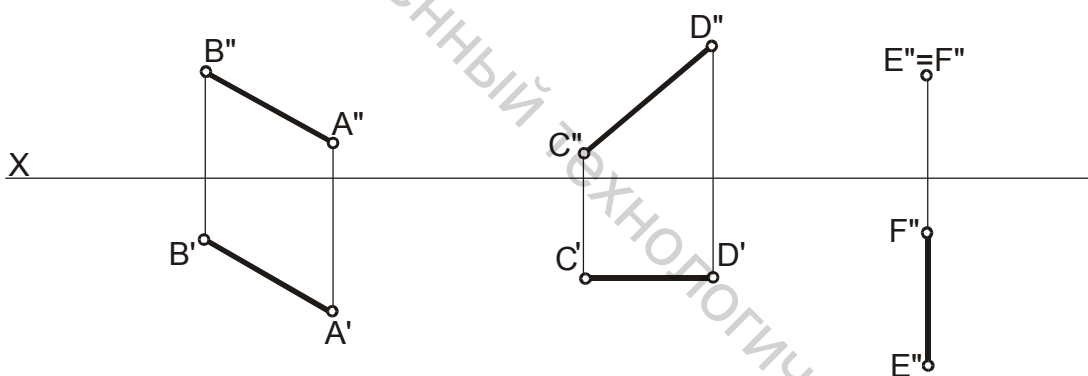
2.7 Постройте три проекции пересекающихся прямых AB и CD : при этом прямая AB параллельна горизонтальной плоскости проекций, а CD перпендикулярна профильной плоскости проекций.



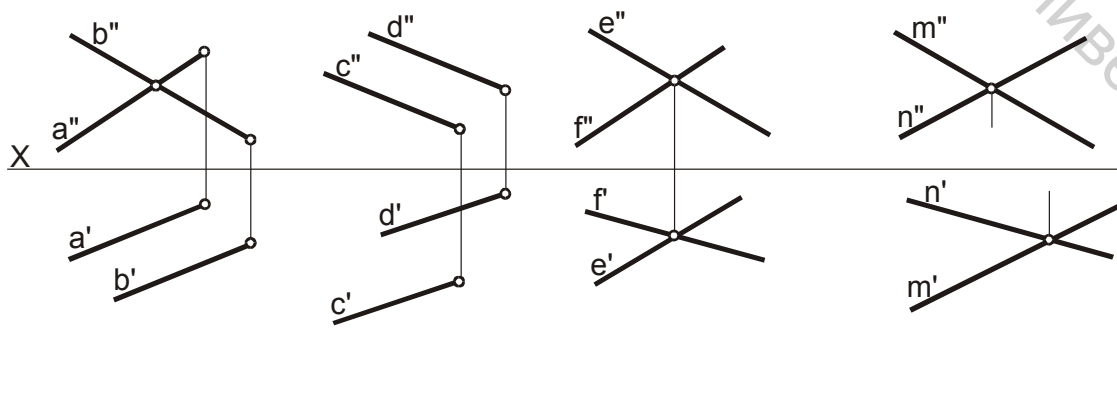
Пример. Постройте три проекции скрещивающихся прямых AB и CD : при этом прямая AB общего положения, а CD перпендикулярна фронтальной плоскости проекций.



2.8 Определите следы заданных на чертеже прямых.



2.9 Определите взаимное положение двух прямых. Выявите конкурирующие точки и определите их видимость.



1.3 Плоскость

Для успешного решения задач данного занятия необходимо знать как способы задания плоскости, так и то, чем отличаются чертежи плоскостей общего и частного положения. При этом нужно хорошо понимать, на какой из плоскостей проекций плоскость частного положения отобразится в прямую линию.

Построение элементов (точек, отрезков прямых, следов), задающих плоскость, которая определенным образом расположена в пространстве, рекомендуется начинать с того элемента, положение которого оговорено в условии. Так, например, если в условии сказано, что одна сторона треугольника, задающего плоскость, есть линия уровня, например, горизонталь, следует в первую очередь построить три проекции отрезка, который занимает горизонтальное положение. Затем к построенному отрезку нужно добавить (достроить) остальные элементы, расположив их таким образом, чтобы объект в целом занимал требуемое положение в пространстве.

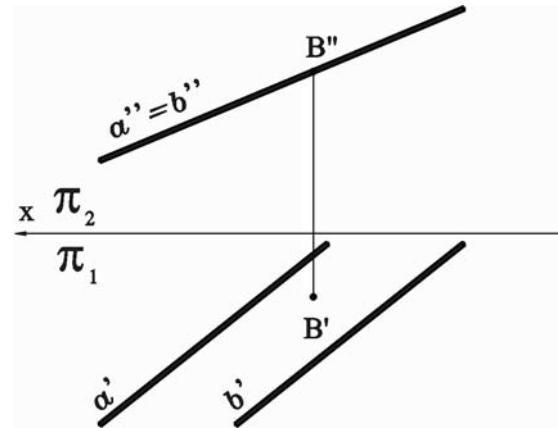
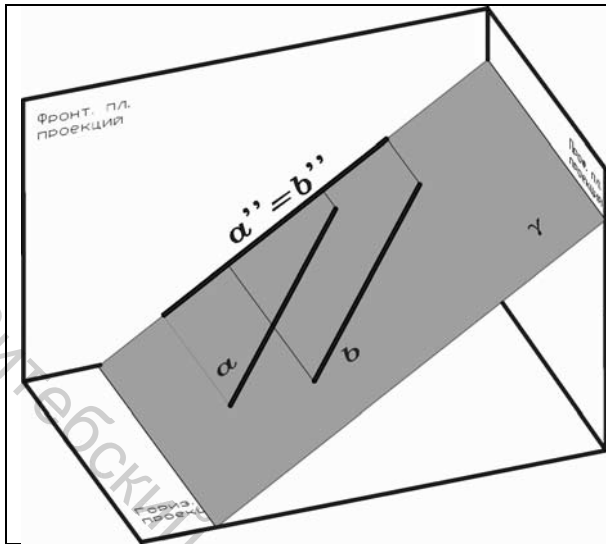
Необходимо также помнить о том, что из всех многоугольников только треугольник является сам по себе плоской фигурой. Построение четвертой, пятой и т. д. точек, принадлежащих плоскости, требуют вспомогательных построений, обеспечивающих такую принадлежность.

При задании плоскости следами следует исходить из того, что следом плоскости называется прямая, по которой пересекаются задаваемая плоскость и плоскость проекций.

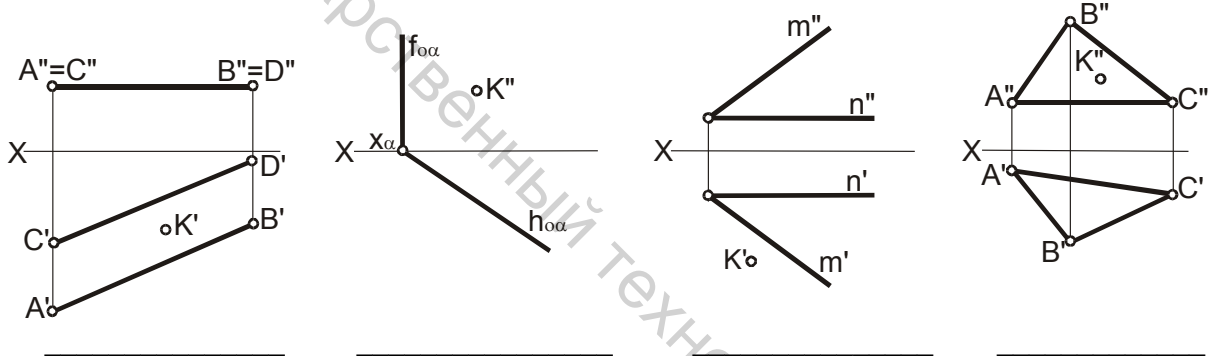
Для построения точки в плоскости в общем случае требуется построить прямую линию в этой плоскости. Однако если заданная плоскость есть плоскость частного положения, решение задачи упрощается, так как такие плоскости обладают собирательным свойством. Это значит, что одна из проекций точки или прямой или любой плоской фигуры принадлежит соответствующему следу плоскости. Другие проекции такой фигуры выстраиваются в соответствии с заданными условиями.

В качестве примера дано наглядное изображение фронтально-проецирующей плоскости γ , в которой изображены две параллельные прямые a и b . На двухпроекционном чертеже эта плоскость задана проекциями параллельных прямых – $\gamma(a || b)$. Фронтальные проекции этих прямых совпадают, так как представляют собой фронтальную проекцию (фронтальный след) плоскости γ . В плоскости построена точка $B(B', B'')$ без построения вспомогательной прямой, принадлежащей плоскости, на основании собирательного свойства плоскости. Точка принадлежит плоскости, так как ее фронтальная проекция B'' принадлежит фронтальной проекции (фронтальному следу) плоскости.

Для построения прямой линии в плоскости нужно предварительно построить в плоскости две точки, задающие эту прямую.



3.1 Определите и запишите, чем заданы и как расположены изображенные плоскости. Постройте недостающую проекцию точки K , принадлежащей заданным плоскостям.



3.2 Постройте две проекции плоскостей: а) горизонтальной плоскости уровня, заданной тремя точками; б) фронтально-проецирующей плоскости, заданной прямой и точкой; в) фронтальной плоскости уровня, заданной двумя пересекающимися прямыми.

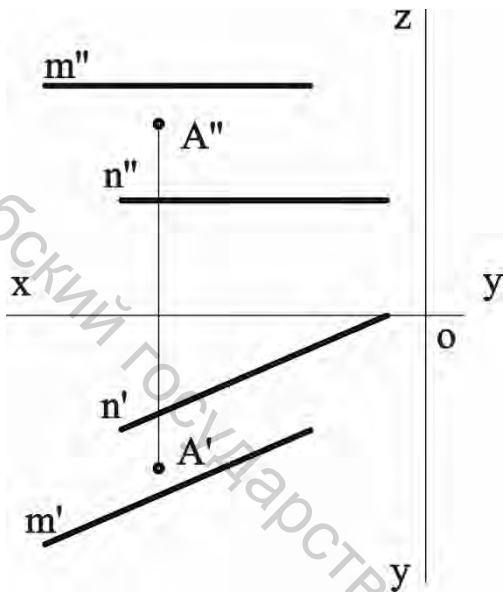
а)

б)

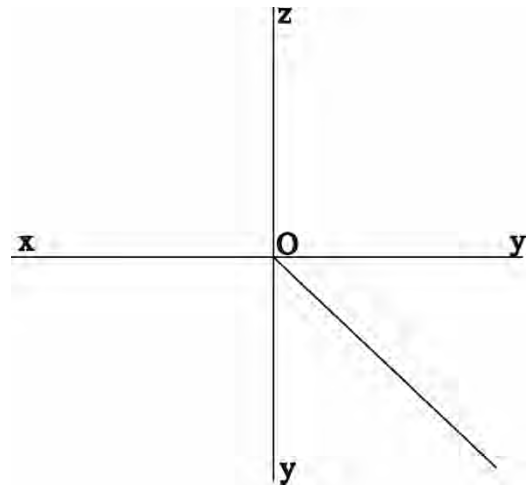
в)



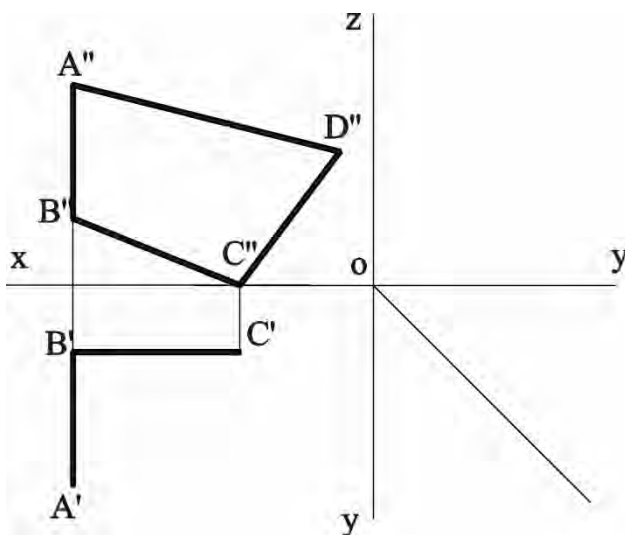
3.3 Определите (построением), принадлежит ли точка $A(A', A'')$ плоскости общего положения $\beta(m||n)$.



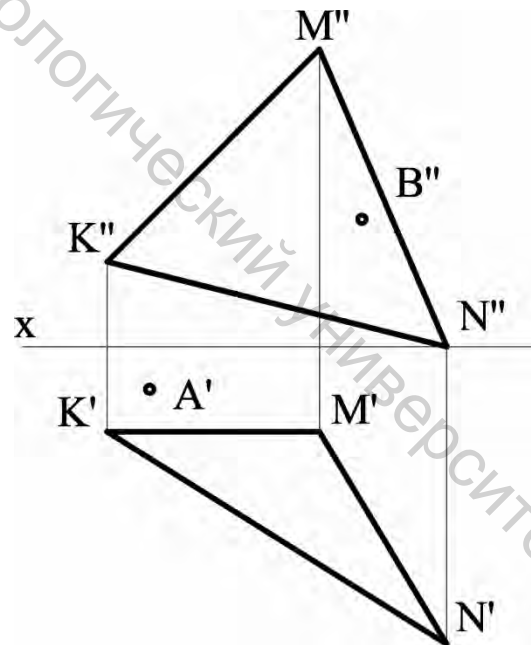
3.4 Постройте три проекции горизонтально-проецирующей плоскости, заданной двумя пересекающимися прямыми.



3.5 Достройте горизонтальную и постройте профильную проекцию плоского четырехугольника $ABCD$.



3.6 Постройте проекции отрезка AB , принадлежащего плоскости $\gamma(KMN)$.



1.4 Многогранники

Элементы многогранников – это вершины, ребра, грани. **Вершины** являются точками пересечения ребер многогранника. **Ребра** – это отрезки прямых, по которым пересекаются грани многогранника. И, наконец, **грани** – это отсеки плоскостей. Построение проекций вышеназванных элементов изучалось в предыдущих разделах. Решение задач геометрического характера с точками, прямыми, плоскостями является основой для решения задач с многогранниками.

В общем случае, изображение многогранников сводится к изображению определенного числа ребер, то есть пересекающихся, параллельных и скрещивающихся отрезков прямых.

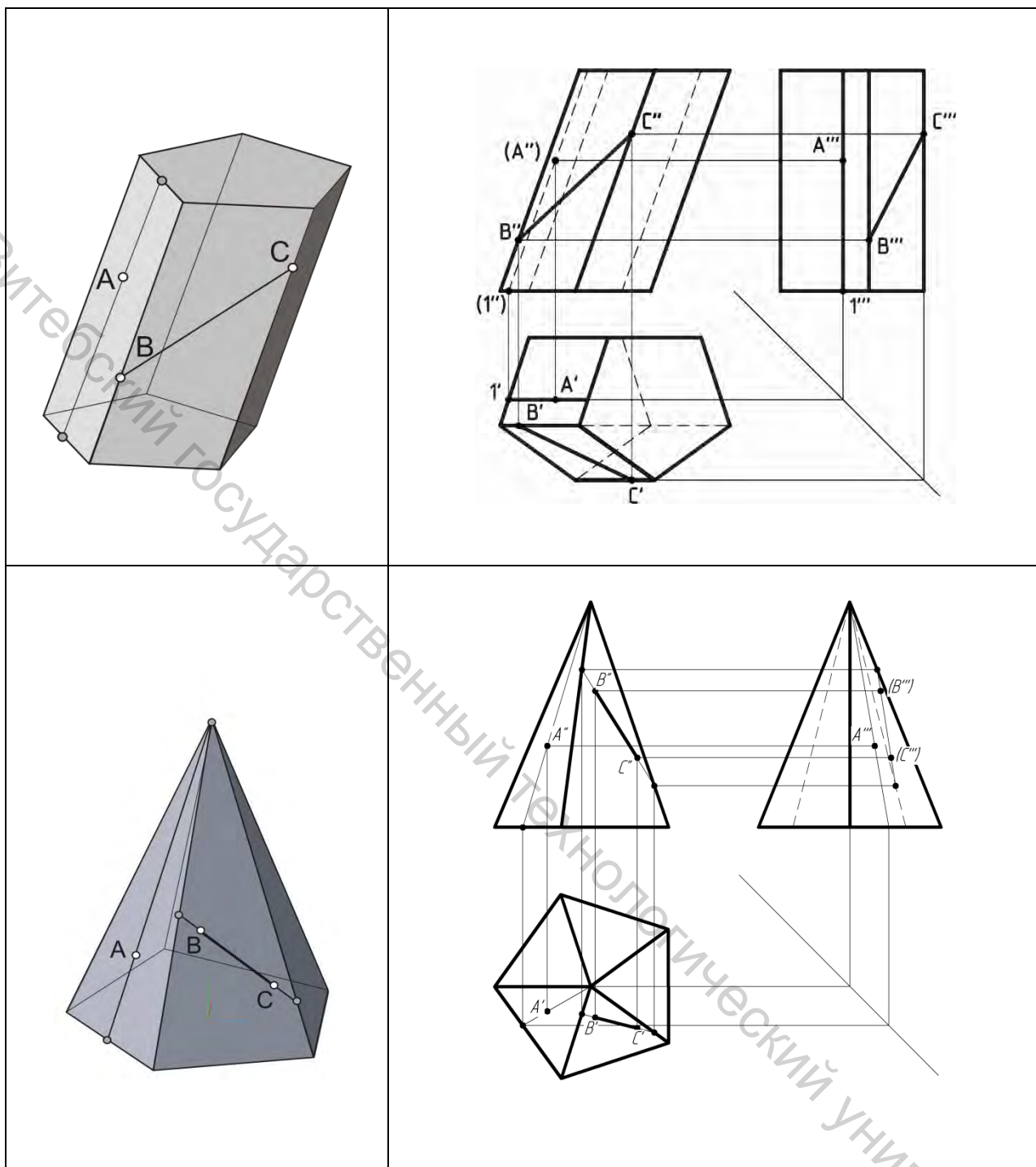
Задача на построение проекций пирамиды по заданным координатам вершин сводится к построению проекций точек по их координатам. Соединение точек, т. е. построение ребер следует проводить с учетом видимости. Очерк многогранника всегда виден. Невидимыми будут ребра, которые располагаются за видимыми гранями многогранника. Определение видимости всех граней и ребер является непременным начальным условием решения любых задач с многогранниками.

У призмы боковые ребра всегда параллельны между собой. Параллельны также и ее основания. Поэтому одним из вариантов построения проекций наклонной призмы может являться следующий порядок.

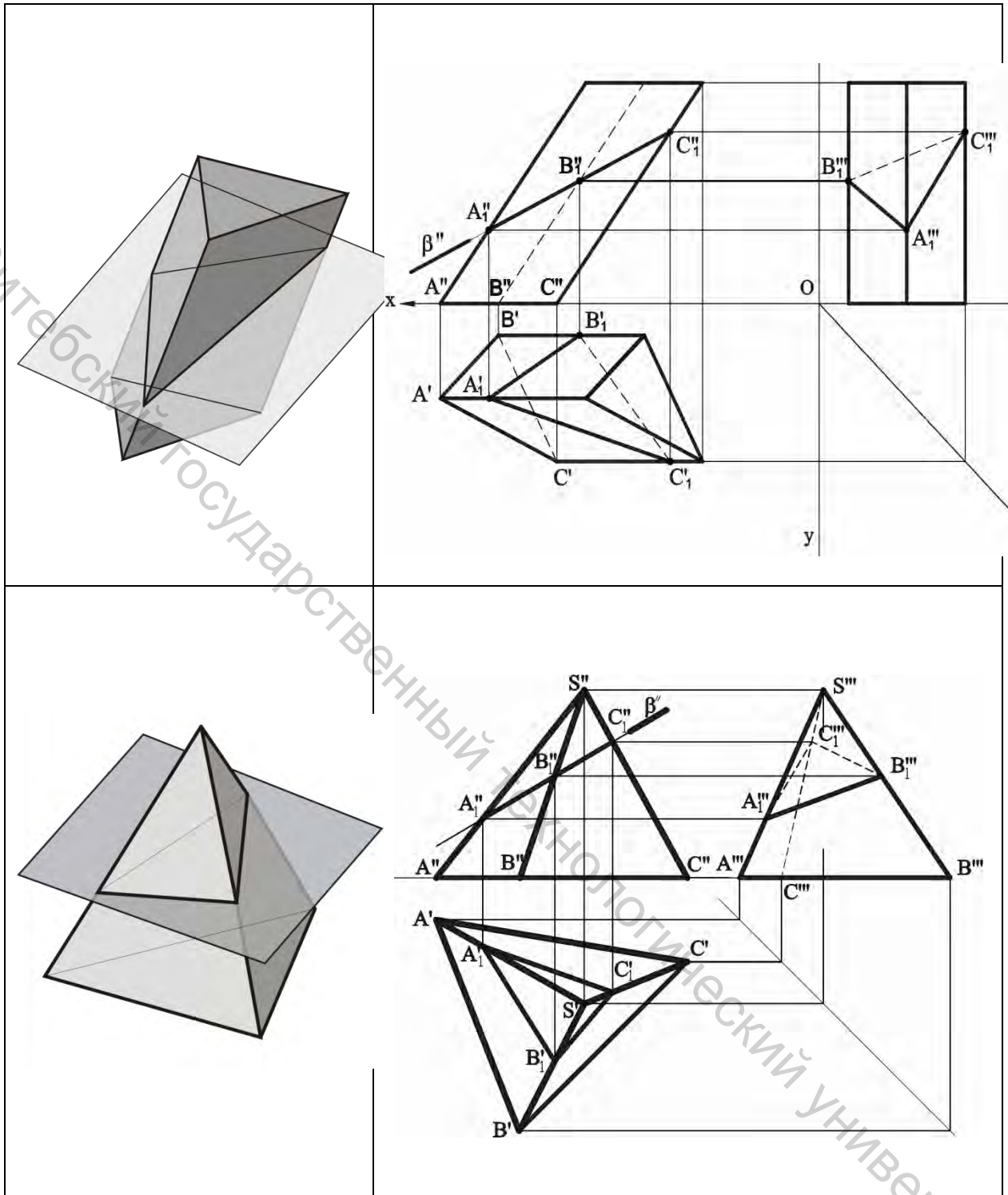
1. Построить (по точкам) проекции нижнего основания призмы.
2. Построить проекцию одной (заданной) вершины верхнего основания.
3. Построить проекции бокового ребра, соединив отрезком соответствующие точки верхнего и нижнего оснований.
4. Построить оставшиеся проекции боковых ребер, которые будут параллельны проекциям ребра, построенного по пункту 3.
5. Построить проекции верхнего основания.
6. Оформить видимость.

У прямой призмы боковые ребра перпендикулярны основанию. Отсюда следует, что, если боковые ребра параллельны некоторой плоскости проекций, то основания призмы будут перпендикулярны этой плоскости проекций.

Построение точек и линий на гранях многогранников аналогично построению точек и линий в плоскости. В качестве примера ниже дано наглядное изображение призмы и пирамиды, на гранях которых построены прямые и точки: прямые ВС имеют с гранями две общие точки (на ребрах), а точки А находятся на прямых, принадлежащих этим граням. На трехпроекционном чертеже показано построение точки А, принадлежащей боковой грани пирамиды и наклонной призмы, и отрезка ВС, принадлежащего также боковым граням. Точка А построена с помощью вспомогательной прямой, принадлежащей грани призмы и пирамиды.

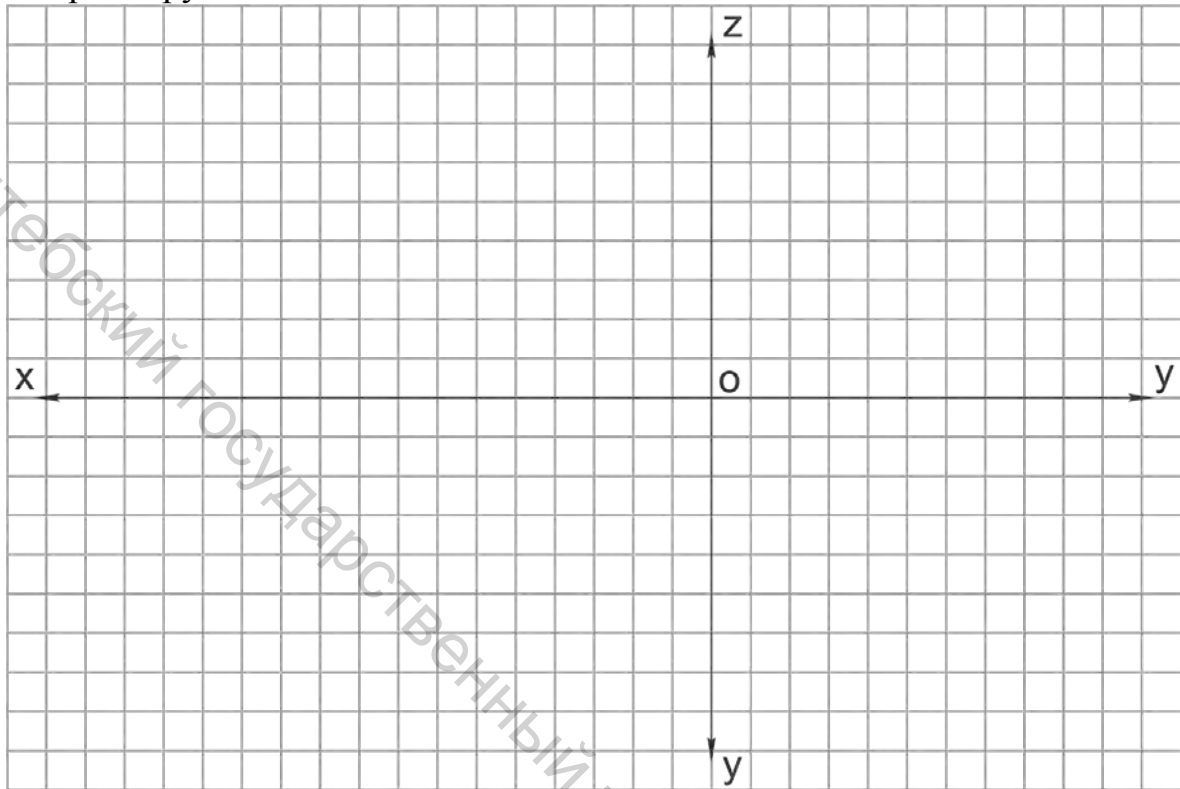


Построение сечений многогранников плоскостью сводится, во-первых, к нахождению точек пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью и, во-вторых, последовательному соединению построенных точек с учетом видимости граней многогранника. Последовательное соединение предполагает соединение пары точек, принадлежащих одной грани многогранника. Так, в обоих примерах, приведенных ниже, фронтально-проецирующие плоскости β пересекают наклонную трехгранную призму и трехгранную пирамиду по треугольникам $A_1B_1C_1$, где точки A_1, B_1, C_1 есть точки пересечения плоскостей β с боковыми ребрами призмы и пирамиды.

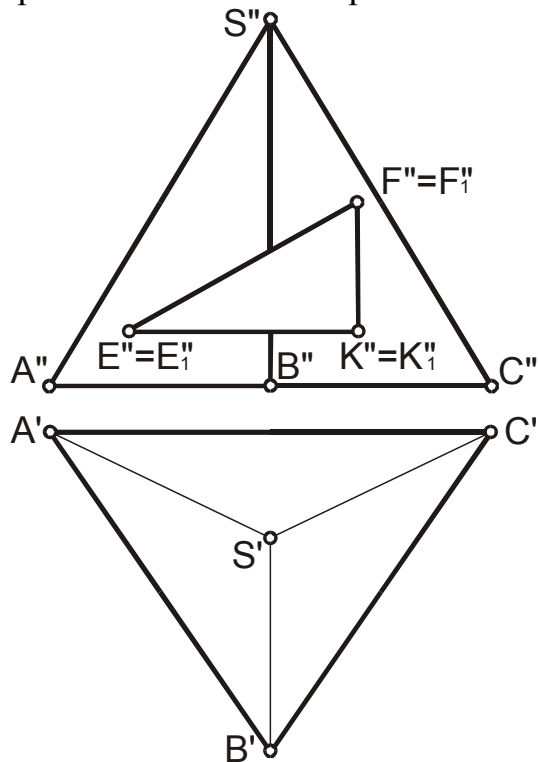


При построении проекций **нормального сечения** призмы необходимо помнить о том, что секущая плоскость должна быть перпендикулярна боковым ребрам призмы.

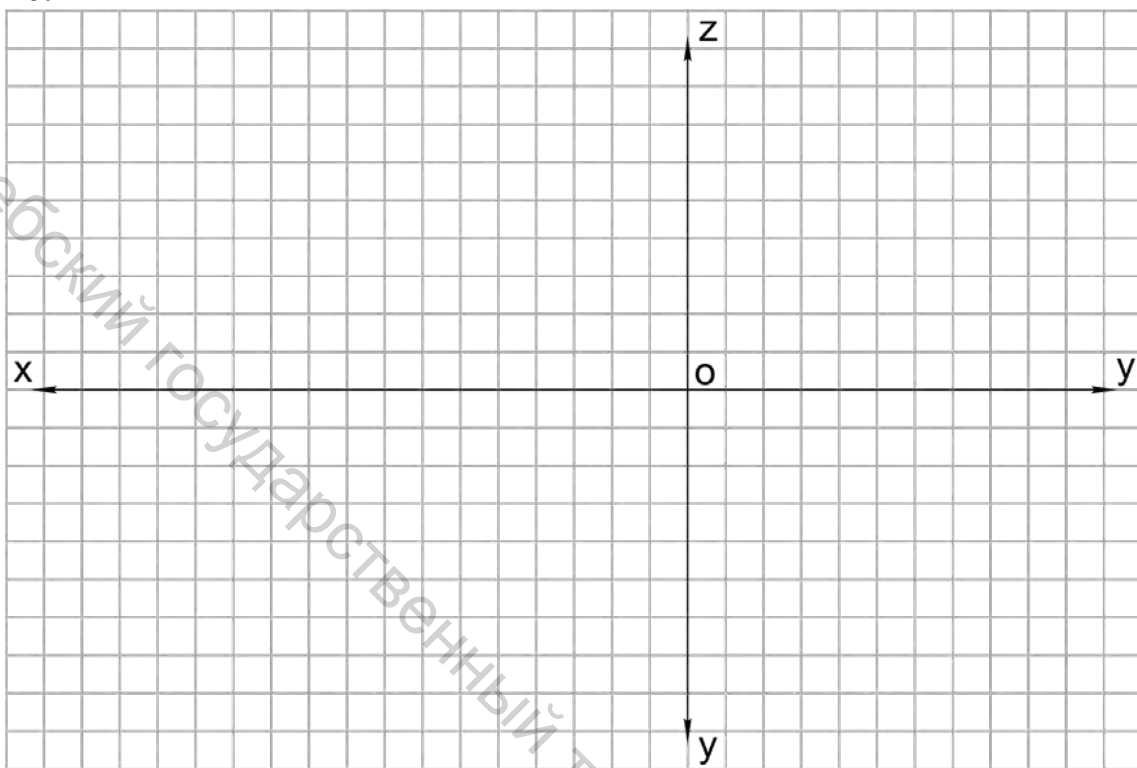
4.1 Постройте три проекции пирамиды $SABC$, заданной координатами ее вершин: $A(65, 10, 10)$, $B(50, 0, 35)$, $C(40, 35, 0)$, $S(20, 20, 40)$. Определите видимость ребер, граней пирамиды. Постройте сечение пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью.



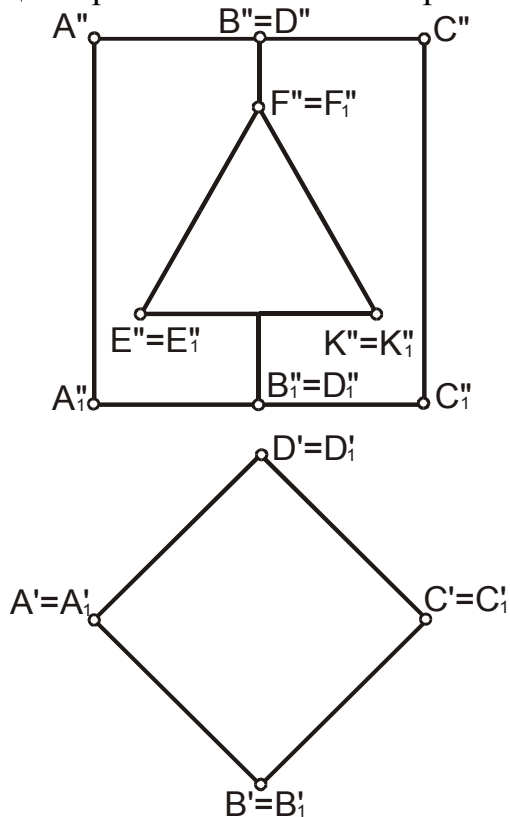
4.2 Постройте третью проекцию пирамиды $SABC$ и недостающие проекции призматического отверстия $EFKE_1F_1K_1$.



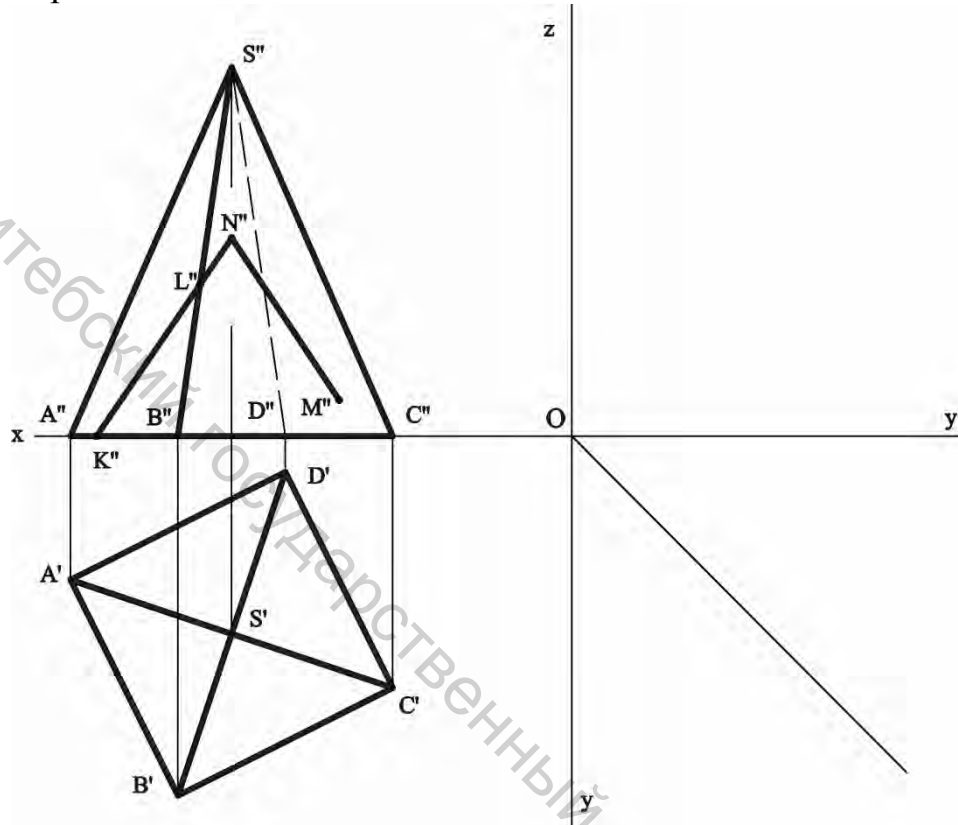
4.3 Постройте три проекции призмы $ABCA_1B_1C_1$, заданной координатами вершин верхнего основания $A(30, 20, 30)$; $B(5, 5, 30)$; $C(15, 40, 30)$ и точки $C_1(50, 40, 0)$ верхнего основания. Определите видимость ребер, граней пирамиды. Постройте сечение призмы горизонтально-проецирующей плоскостью.



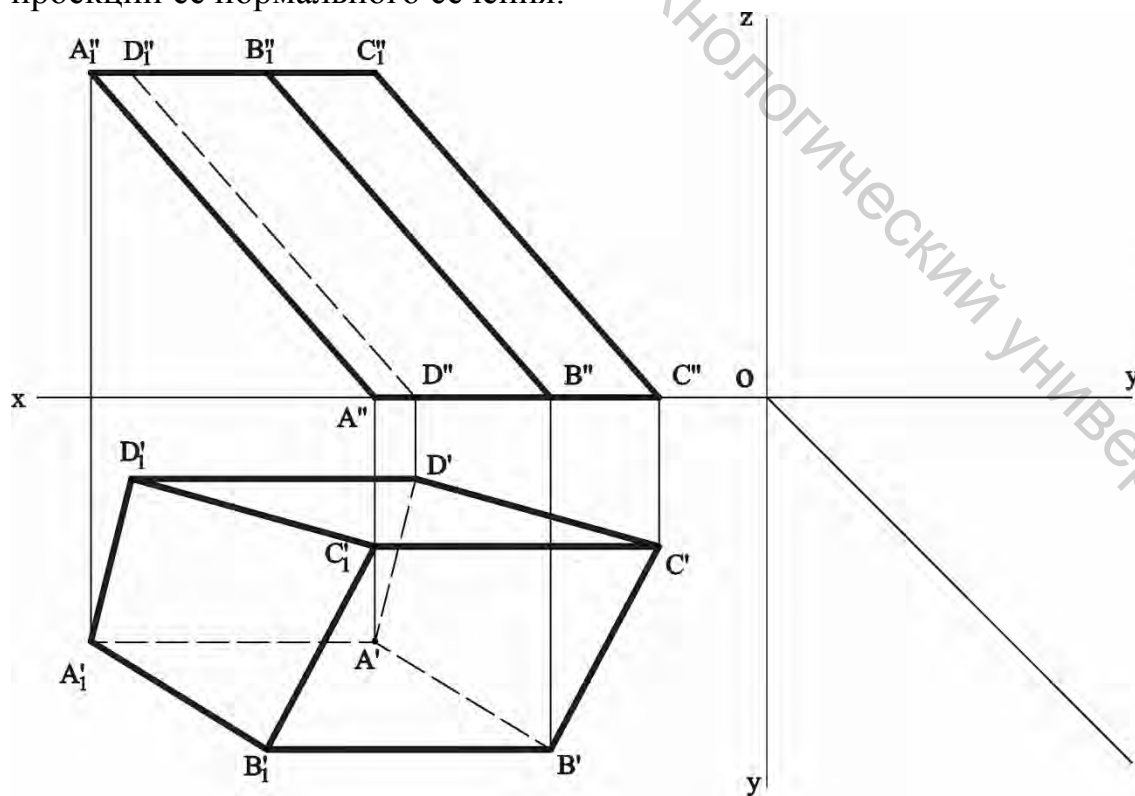
4.4 Постройте третью проекцию призмы $ABCA_1B_1C_1D_1$ и недостающие проекции призматического отверстия $EFKE_1F_1K_1$.



4.5 Постройте профильную проекцию пирамиды $SABCD$ и недостающие проекции ломаной линии $KLNM$, принадлежащей боковой поверхности пирамиды.



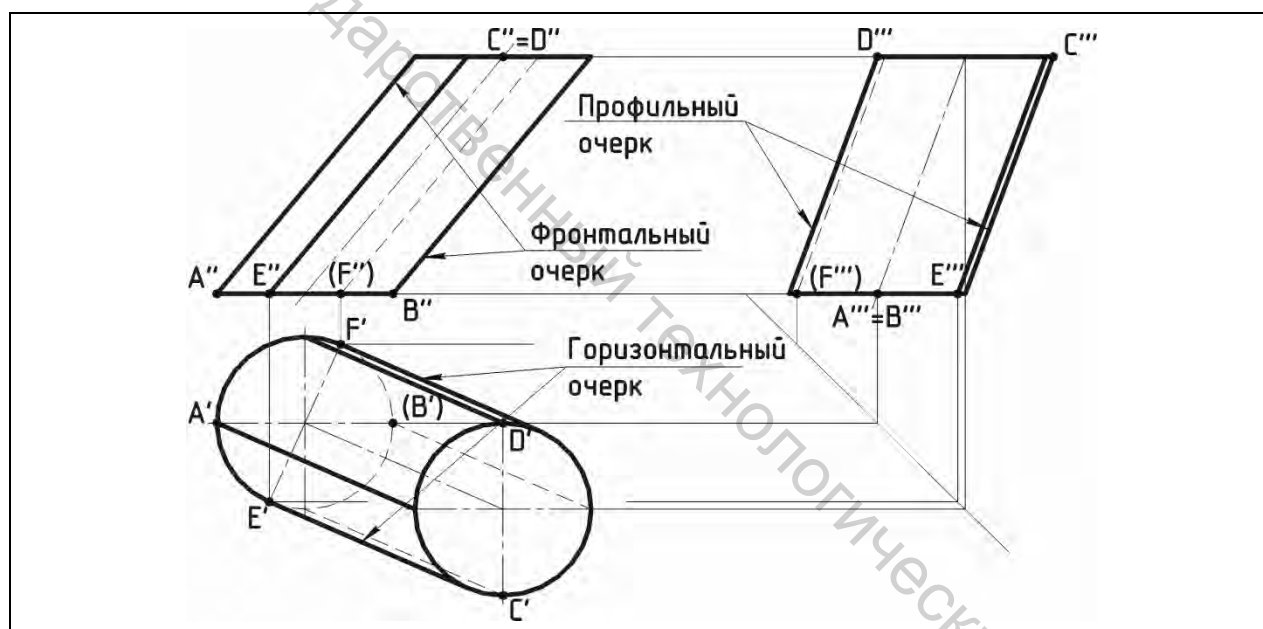
4.6 Постройте профильную проекцию наклонной призмы $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ и проекции ее нормального сечения.



1.5 Цилиндр

Построение проекций цилиндра сводится к построению проекций его оснований и очерковых образующих. Следует помнить, что очерковые образующие на фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостях проекций есть разные образующие цилиндра. Так, на рисунке ниже, фронтальный очерк цилиндра определяется образующими, начальные точки A и B которых находятся на нижнем основании цилиндра, и проекциями верхнего и нижнего оснований. Профильный очерк определяют образующие с начальными точками C и D на верхнем основании цилиндра и проекциями верхнего и нижнего оснований. Образующие горизонтального очерка начинаются в точках E и F на нижнем основании цилиндра. E' и F' – точки касания горизонтальных проекций нижнего основания цилиндра и очерковых образующих.

Очерк геометрического тела определяет границу смены видимости в проекциях.

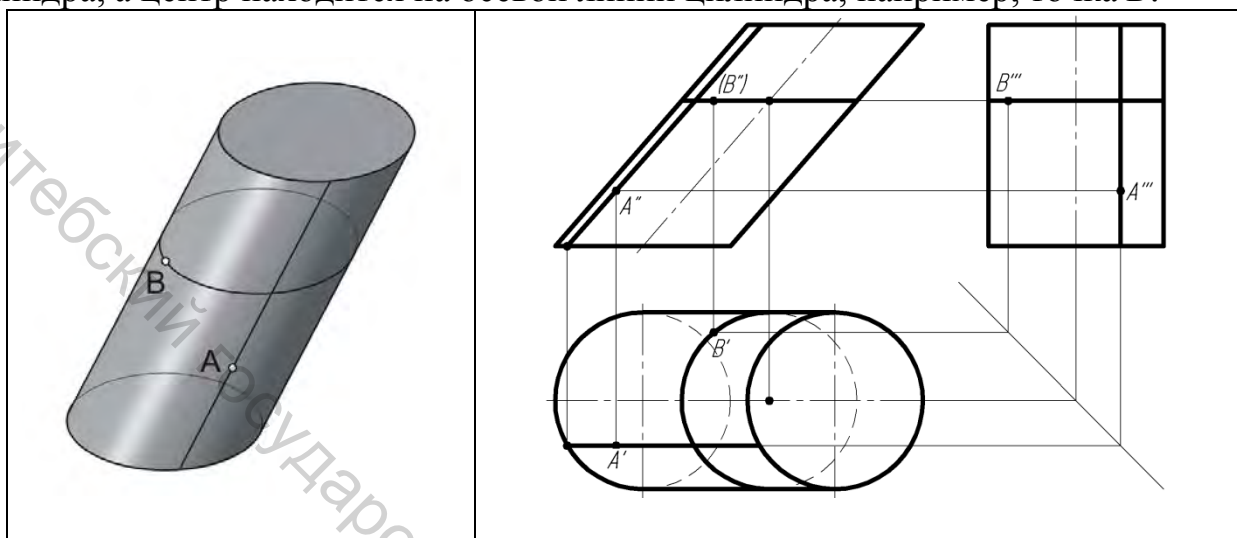


Все образующие цилиндра параллельны между собой. Поэтому для построения их проекций достаточно нахождения одной конечной точки образующей на любом основании цилиндра. Направление проекций строящихся образующих определяется направлением осевой линии цилиндра или любой очерковой образующей.

Для успешного выполнения заданий необходимо научиться анализировать положение оснований и образующих цилиндра, то есть его поверхности, относительно плоскостей проекций. Проецирующее положение образующих, а, следовательно, и поверхности цилиндра, во многом упрощает решение задачи. В этом случае одна из проекций геометрической фигуры (точки, линии), принадлежащей поверхности **проецирующего** цилиндра, известна, так как совпадает с той его проекцией, которая представляет собой окружность.

Точка на поверхности цилиндра может быть построена (смотри рисунки ниже):

- с помощью прямолинейной образующей, например, точка A ;
- с помощью окружности, плоскость которой параллельна основаниям цилиндра, а центр находится на осевой линии цилиндра, например, точка B .



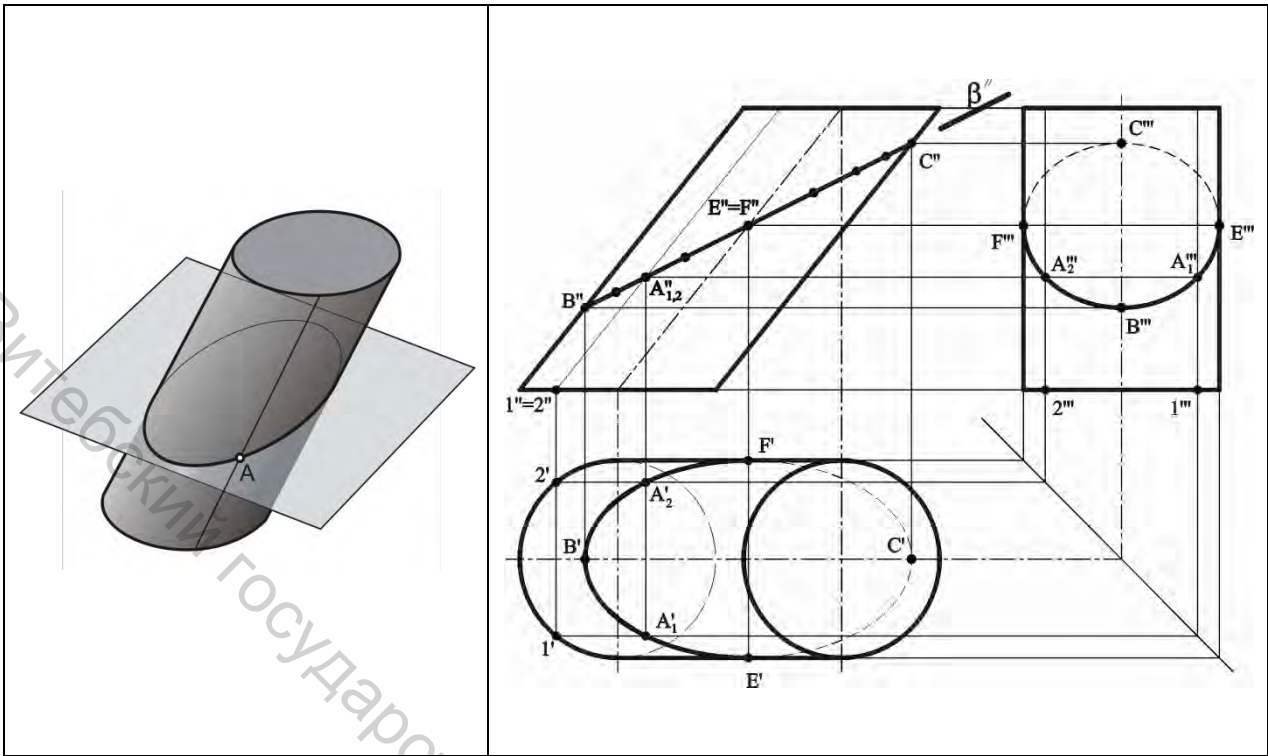
Построение проекций линии пересечения цилиндра проецирующей плоскостью имеет следующую последовательность.

1. Выделяется множество точек на той проекции сечения, которая представляет собой отрезок прямой.
2. Строятся недостающие проекции этих точек с помощью образующих или окружностей.
3. Построенные точки последовательно соединяются с учетом видимости в проекциях.

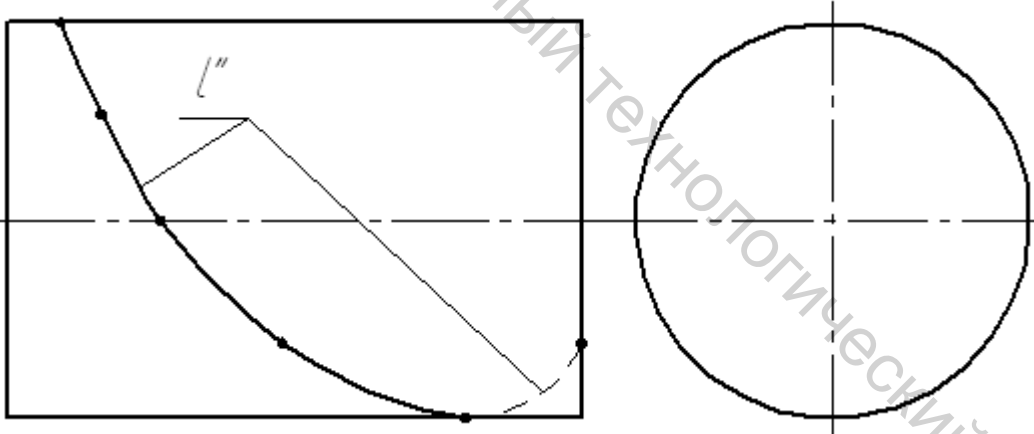
Построение следует начинать с особых точек – экстремальных (наиболее удаленных и близких к плоскостям проекций), точек смены видимости, принадлежащих очерковому образующим цилиндра и др.

На рисунке ниже фронтально-проецирующая плоскость β пересекает наклонный цилиндр по эллипсу, фронтальная проекция которого есть отрезок прямой. Выделены точки, принадлежащие очерковому образующим цилиндра. Эти точки, во-первых, являются точками смены видимости. Во-вторых, определяют большую и малую ось эллипса. И, в-третьих, являются экстремальными точками сечения. Точки B и C определяют большую ось эллипса и являются точками смены видимости на фронтальной плоскости проекций. Точки E и F определяют малую ось эллипса. Кроме этого, они являются точками смены видимости на горизонтальной и профильной плоскостях проекций.

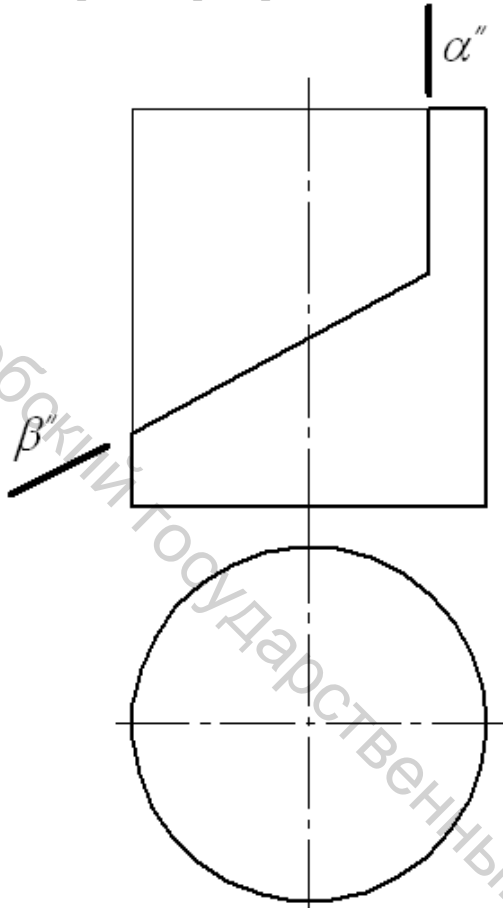
Построение промежуточных точек показано на примере точек A_1 и A_2 , которые построены с помощью образующих, проходящих через точки 1 и 2 нижнего основания цилиндра. Естественно, число промежуточных точек должно быть необходимым и достаточным для четкого выявления характера формы линии сечения.



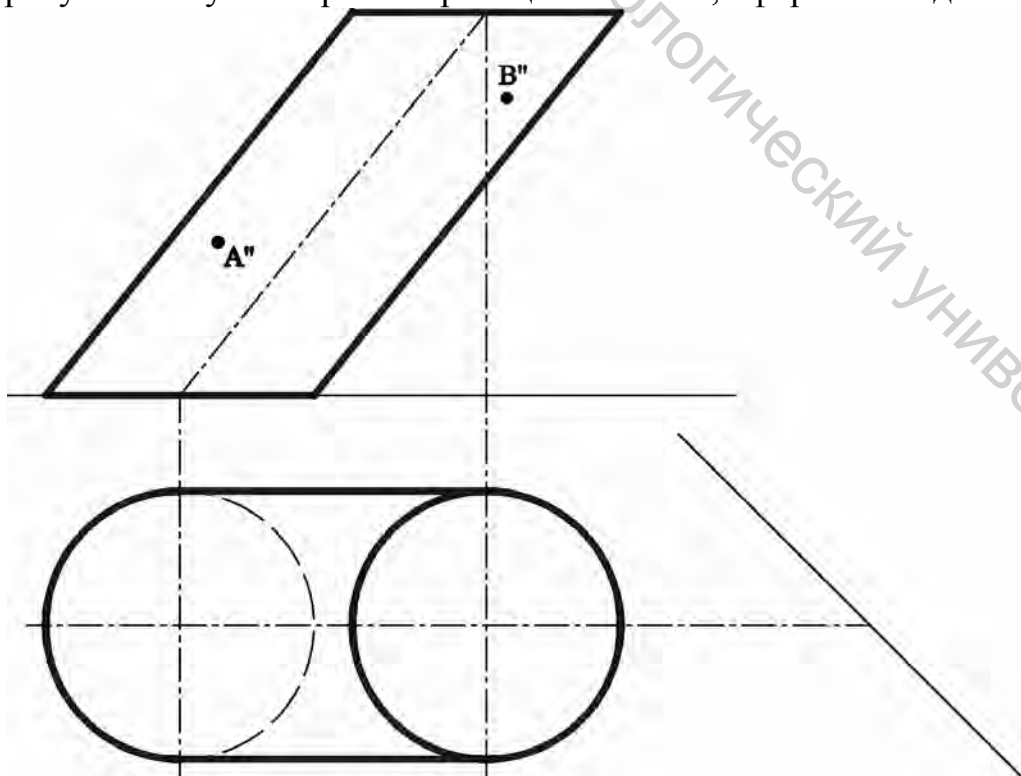
5.1 По заданной горизонтальной проекции линии l , принадлежащей поверхности цилиндра, постройте ее фронтальную и профильные проекции.



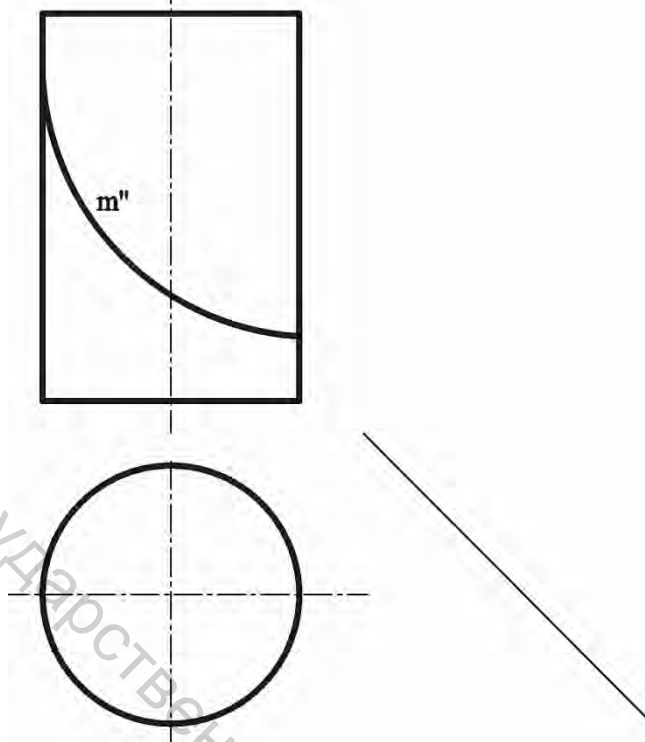
5.2 Постройте три проекции цилиндра, усеченного плоскостями α и β .



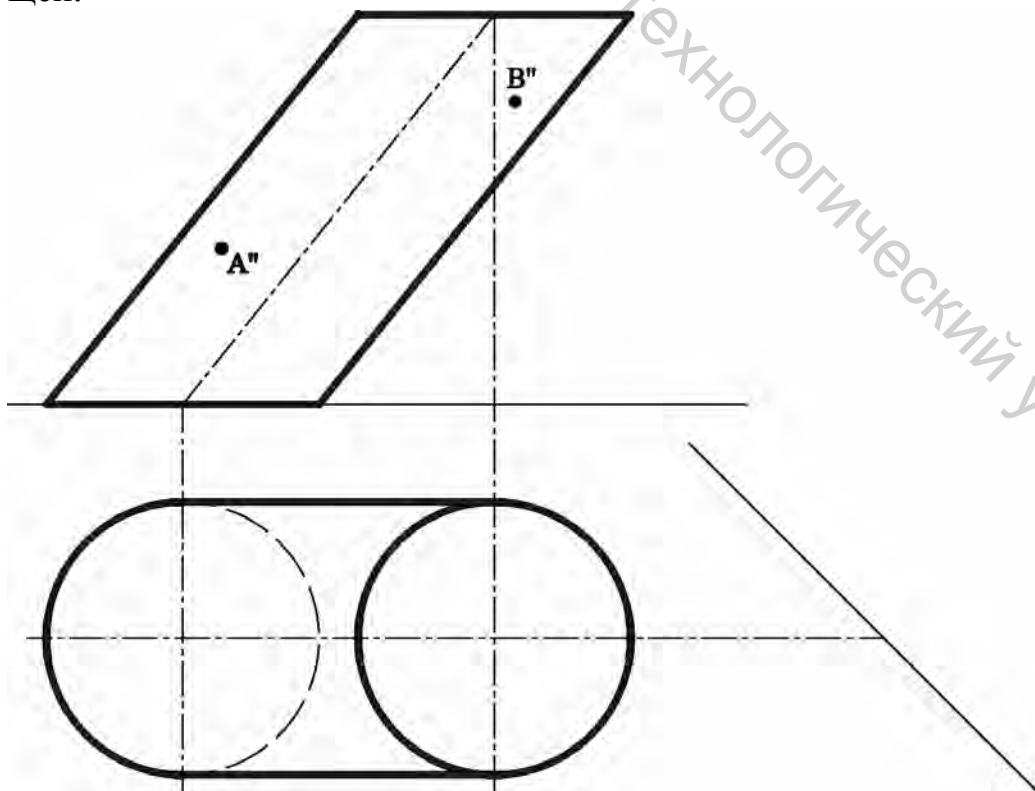
5.3 Даны фронтальные проекции точек A и B . Задайте плоскости, проходящие через точки A и B и пересекающие наклонный цилиндр по окружности и четырехугольнику. Постройте проекции сечений, оформите видимость.



5.4 Постройте недостающие проекции цилиндра и линии m (m'), принадлежащей его поверхности. Фронтальная проекция дана в законченном виде.

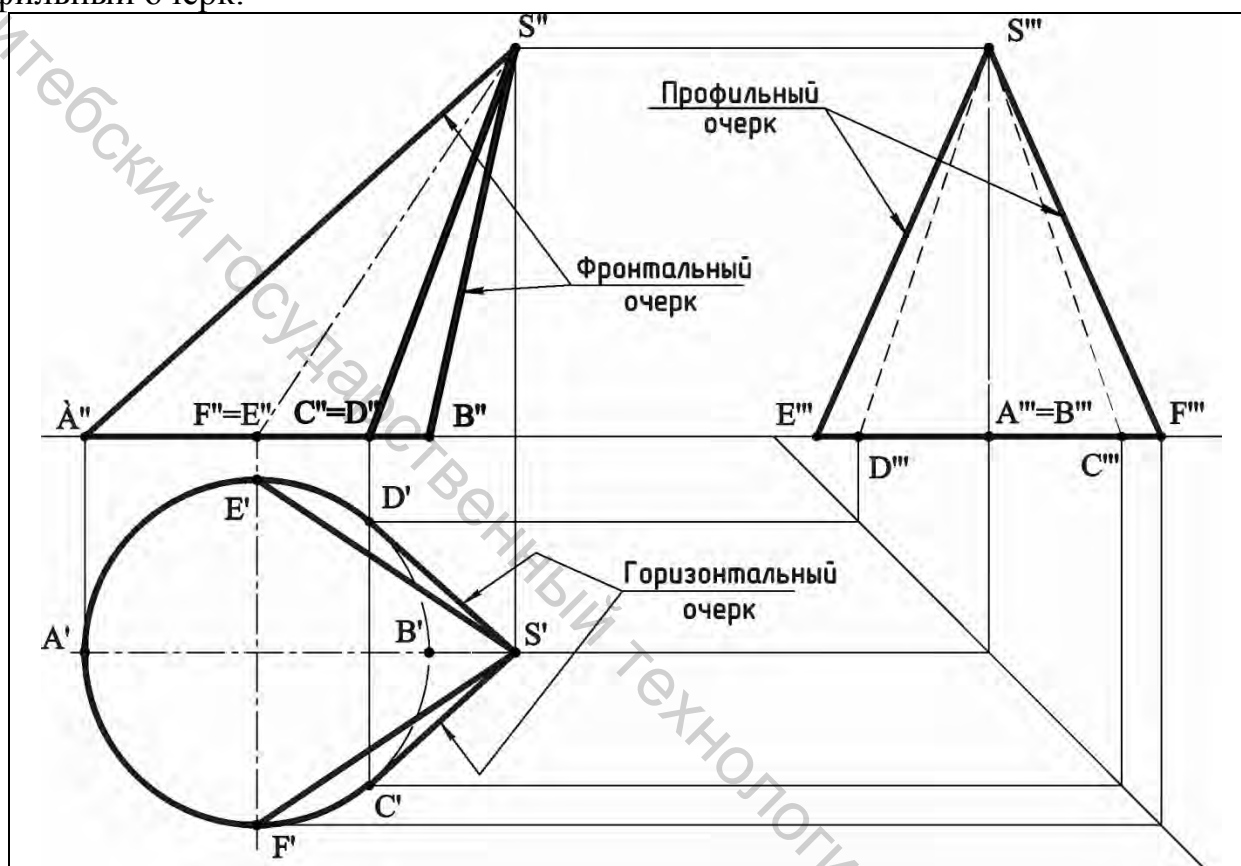


5.5 Проведите через точку A плоскость нормального сечения цилиндра и построьте проекции сечения. Проведите через точку B проекции образующей.



1.6 Конус

Построение проекций конуса сводится к построению проекций его оснований и очерковых образующих. Следует помнить, что очерковые образующие на фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостях проекций есть разные образующие конуса. Образующие SA и SB определяют фронтальный очерк конуса, SC и SD – горизонтальный очерк, а SE и SF – профильный очерк.

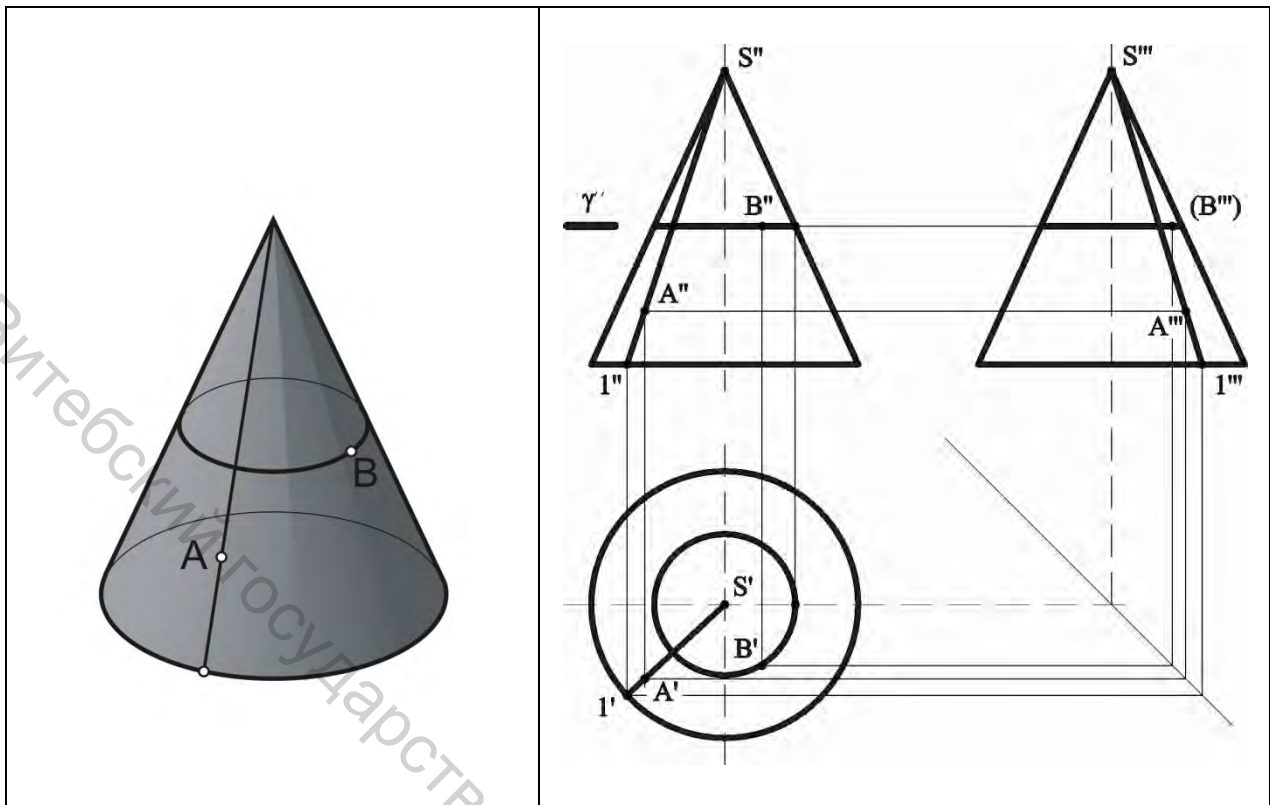


Построение недостающей проекции точки на поверхности конуса производится в следующем порядке.

1. Через заданную проекцию точки строится проекция образующей.
2. Строится вторая проекция образующей (а если нужно, то и третья проекция).
3. На построенной проекции образующей с помощью линии связи строится вторая проекция точки.
4. Определяется видимость построенной проекции точки.

Точка A построена с помощью образующей SA , один конец которой есть вершина конуса S , а второй конец – точка A – находится на окружности основания.

Точка B построена с помощью окружности, плоскость которой параллельна основанию конуса, а центр находится на оси вращения конуса. Следовательно, при построении точек и линий, принадлежащих поверхности конуса, следует предварительно разобраться с положением оси вращения, вершины, образующих и оснований конуса.

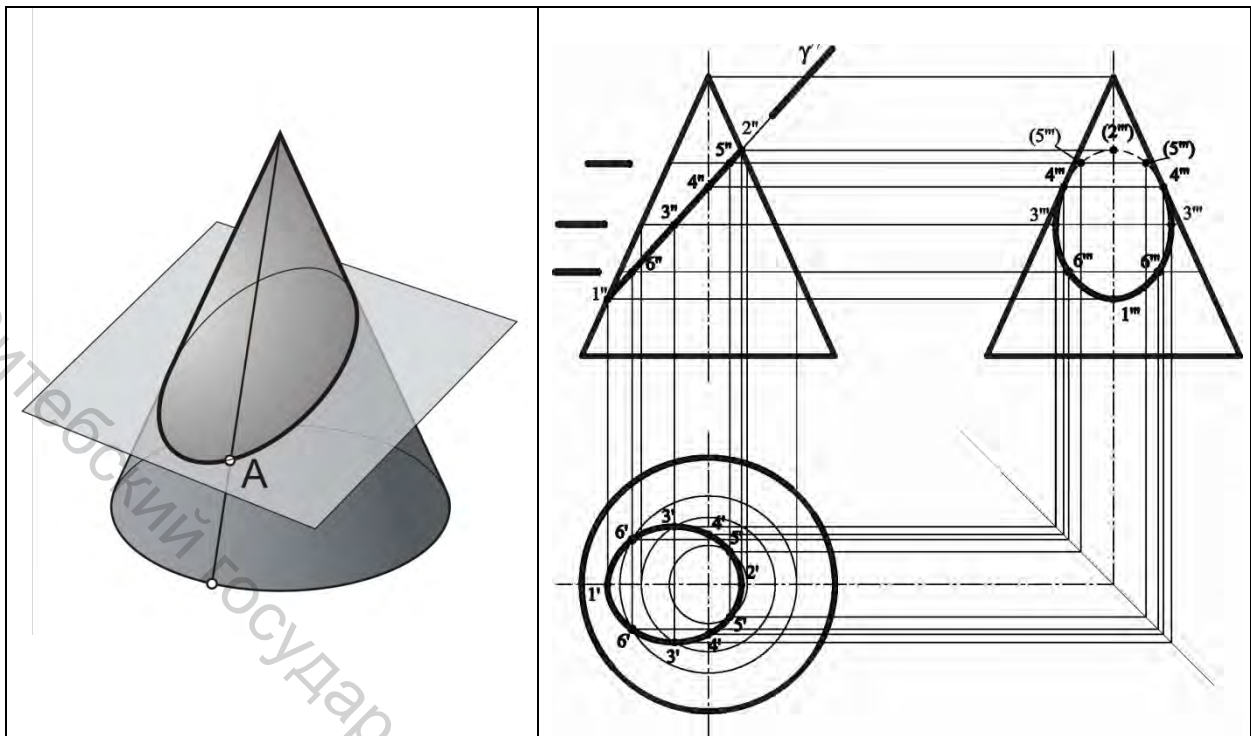


Построение недостающей проекции линии на поверхности сводится к задаче на построение проекций конечного множества точек, принадлежащих этой линии, и последовательному их соединению с учетом видимости в проекциях. Построение следует начинать с точек, которые определяют начало и конец линии; точек на очерковых образующих (точек смены видимости); экстремальных точек (наиболее удаленных и близких к плоскостям проекций) и др.

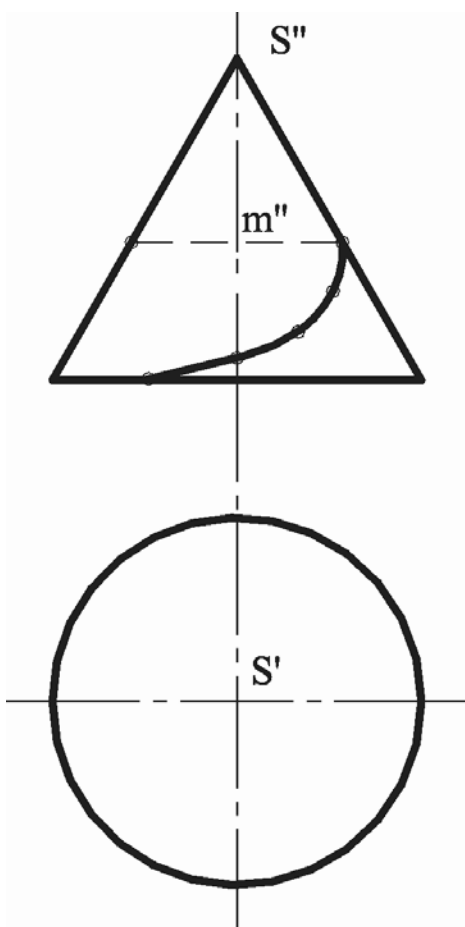
Построение конических сечений – эллипса, параболы, гиперболы – проецирующими плоскостями аналогично построению линий на поверхности конуса.

1. На известной проекции сечения выделяется множество точек, в первую очередь характерных.
2. Строятся их недостающие проекции с помощью образующих или окружностей.
3. Проекции точек последовательно соединяются с учетом их видимости.

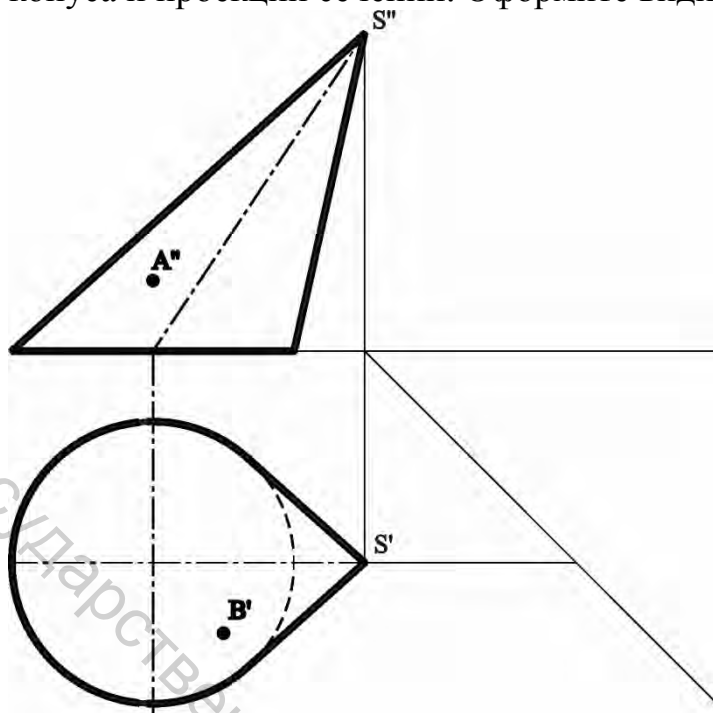
Как и для цилиндра, на рисунке изображена фронтально-проецирующая плоскость γ , пересекающая конус по эллипсу. Выделены точки на очерковых образующих конуса. Точки 1 и 2 определяют большую ось эллипса и являются точками смены видимости на фронтальной плоскости проекций. Точки 3 и 3 определяют малую ось эллипса. Точки 4 и 4 являются точками смены видимости на профильной плоскости проекций. Точки 3, а также промежуточные точки 5, 6 построены с помощью вспомогательных секущих плоскостей, пересекающих конус по окружностям.



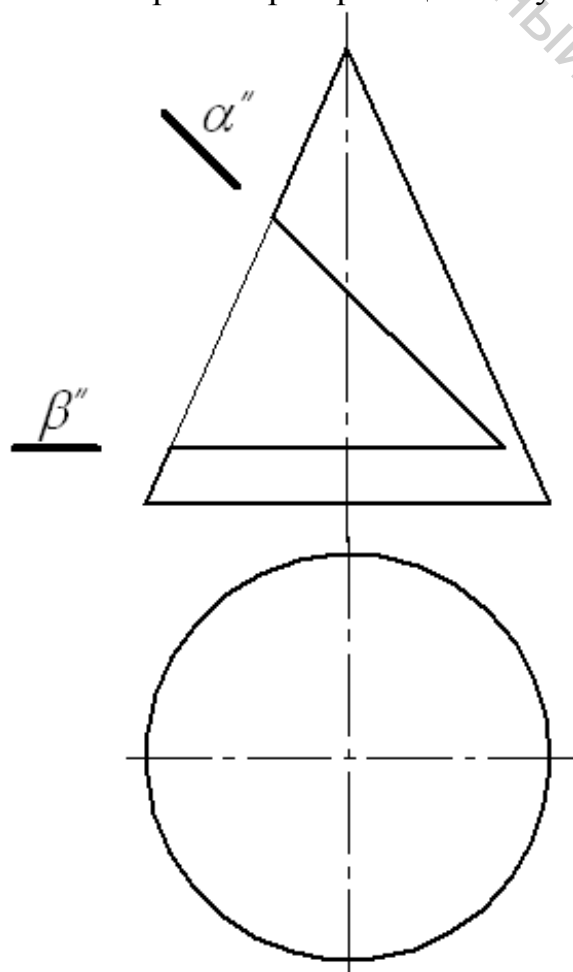
6.1 Постройте недостающую проекцию линии m (m''), принадлежащую поверхности прямого кругового конуса.



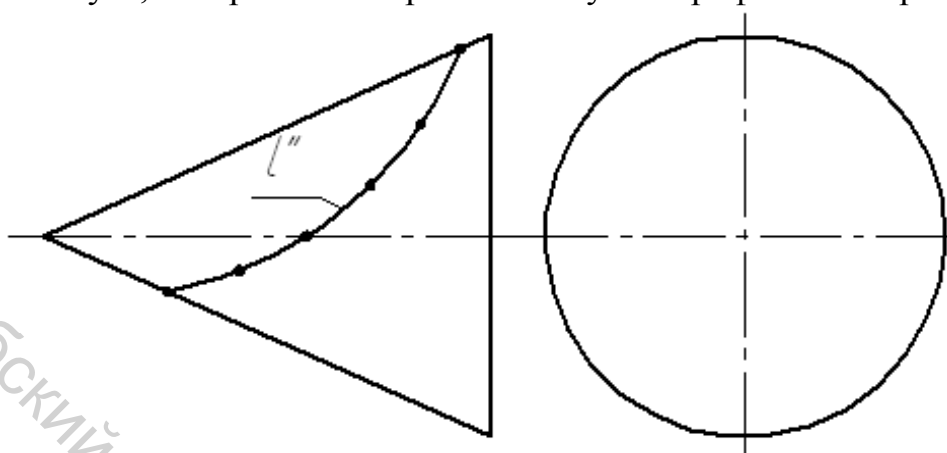
6.2 Через точку A проведите плоскость, пересекающую наклонный конус по окружности, а через точку B – по треугольнику. Постройте недостающую проекцию конуса и проекции сечений. Оформите видимость.



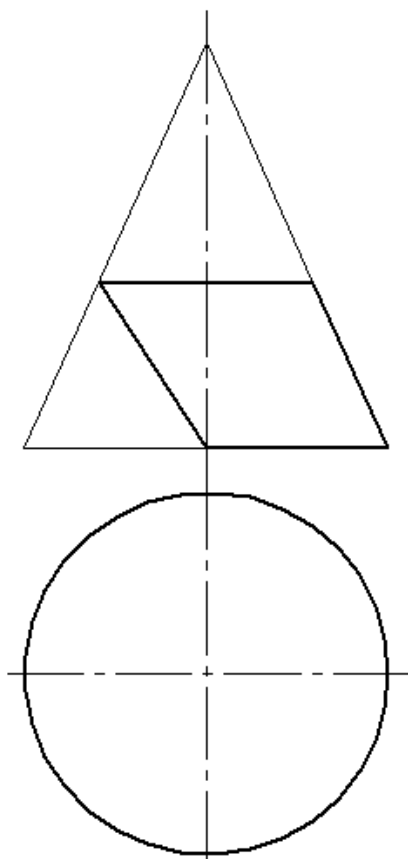
6.3 Постройте три проекции конуса, усеченного плоскостями α и β .



6.4 По заданной фронтальной проекции линии l , принадлежащей поверхности конуса, постройте ее горизонтальную и профильные проекции.



6.5 Постройте три проекции конуса, усеченного плоскостями.



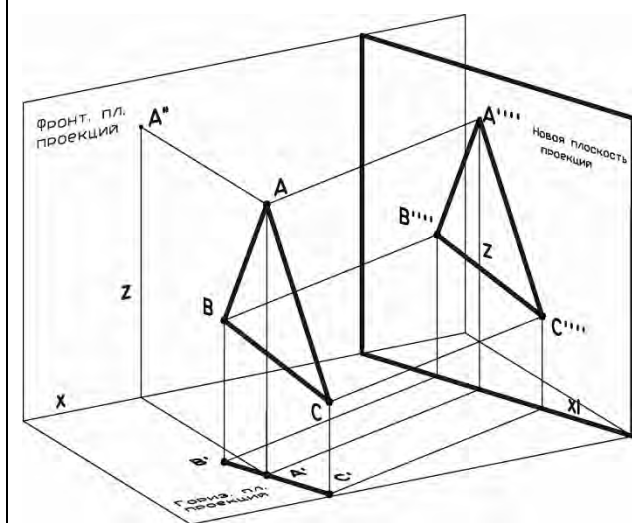
1.7 Метрические задачи. Методы преобразования чертежа

Задачи на определение действительной величины отрезков прямых, плоских фигур, площадей поверхностей и других метрических характеристик называются метрическими. Решение таких задач упрощается, если фигуры занимают частное, а именно параллельное положение относительно какой-либо плоскости проекций. Следовательно, чтобы определить действительную величину отрезка прямой или треугольника способом замены плоскостей проекций, необходимо ввести новую плоскость проекций, параллельную отрезку или треугольнику. В этом случае новая проекция будет равна действительной величине отрезка или треугольника.

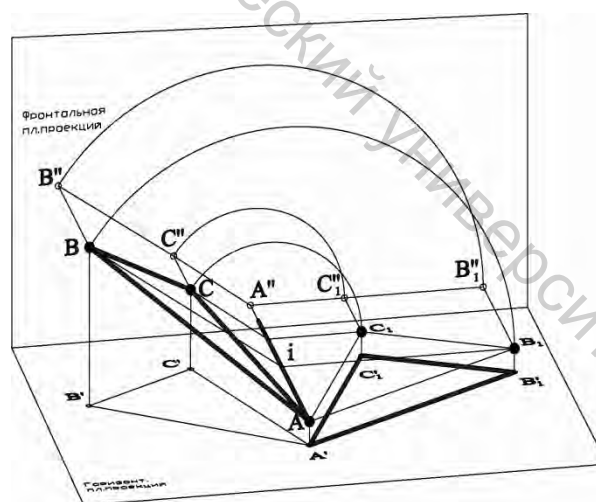
На чертеже введение новой плоскости выражается в проведении новой оси x_1 , которая проводится параллельно проекции отрезка. В случае с треугольником или другой плоской фигурой ось x_1 проводится параллельно той проекции, которая представляет собой отрезок прямой.

Если определяется действительная величина плоской фигуры способом вращения, следует ось вращения выбирать перпендикулярно той плоскости проекций, которой перпендикулярна исходная плоская фигура. На рисунке треугольник ABC перпендикулярен фронтальной плоскости проекций. Поэтому для необходимого преобразования ось вращения i выбрана также перпендикулярно этой плоскости проекций.

Определение натуральной величины треугольника способом замены плоскости проекций

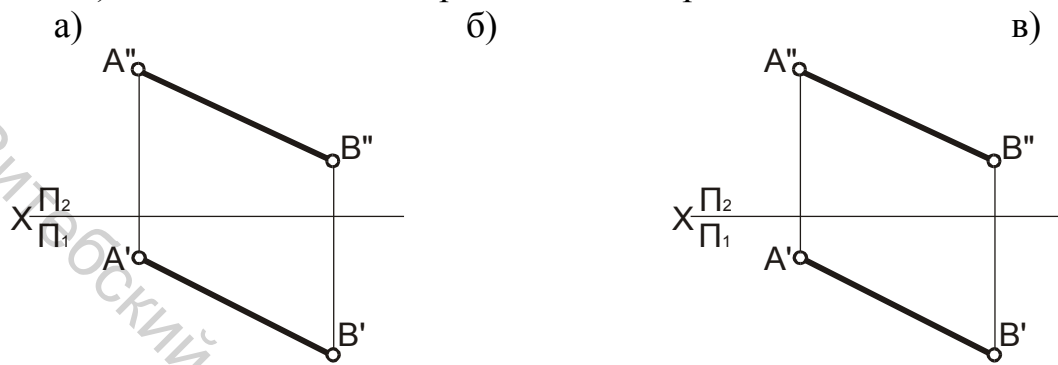


Определение натуральной величины треугольника способом вращения



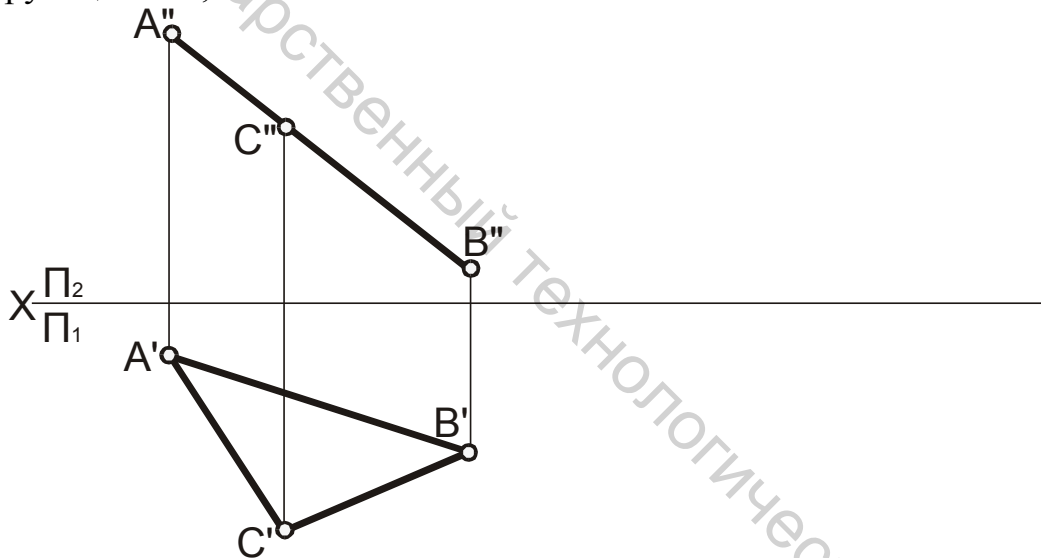
7.1 Определите натуральную величину отрезка $[AB]$:

- а) способом замены плоскостей проекций;
- б) способом вращения вокруг проецирующих осей;
- в) способом плоско-параллельного перемещения.

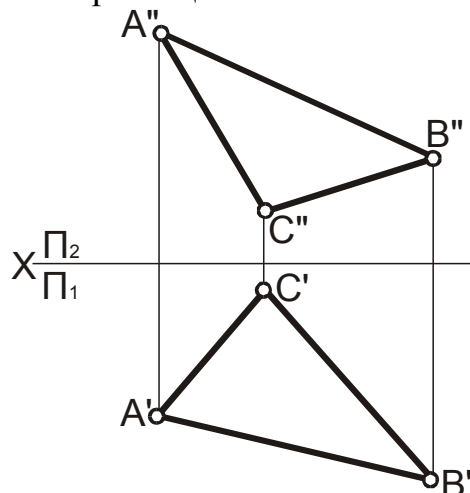


7.2 Определите натуральную величину:

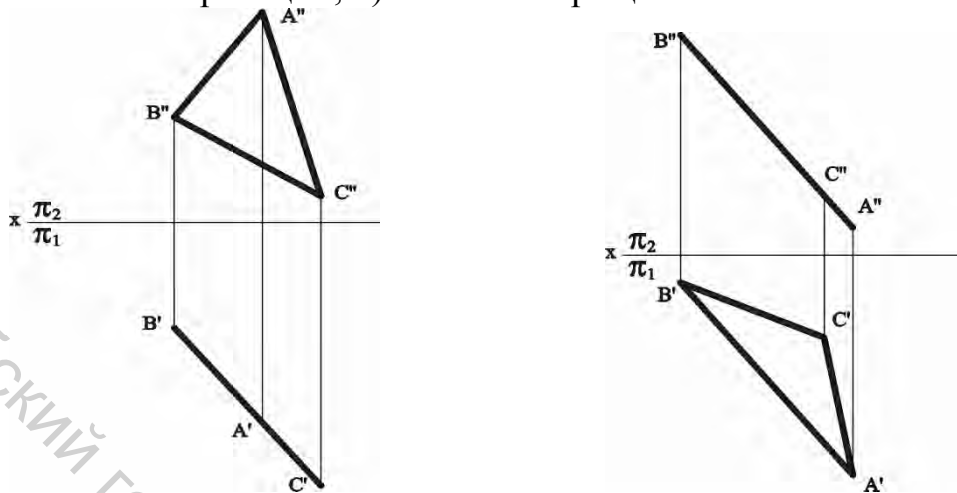
- а) треугольника ABC частного положения способом вращения вокруг проецирующей оси;



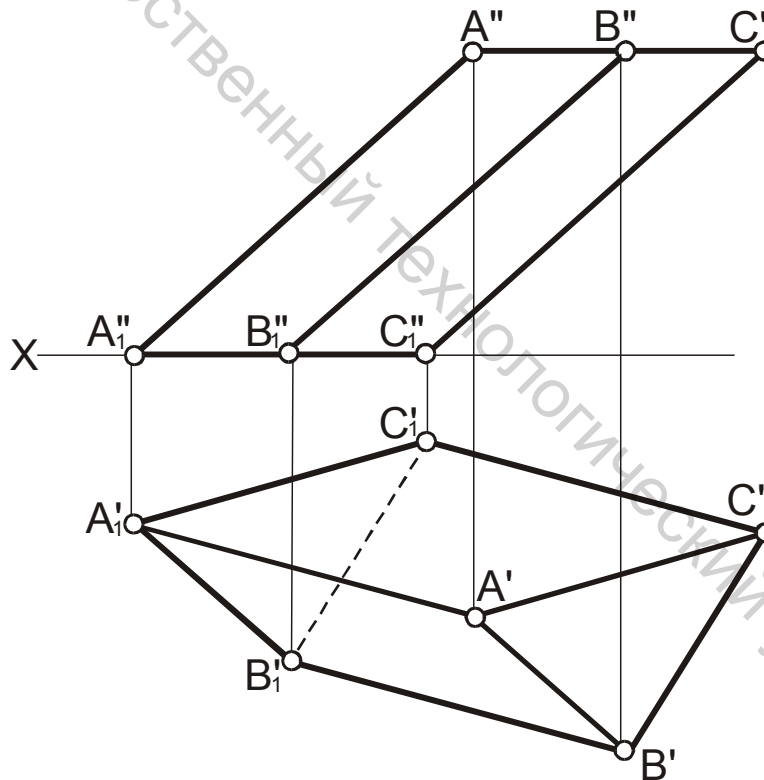
- б) треугольника ABC общего положения способом плоско-параллельного перемещения.



7.3 Определите действительную величину треугольника ABC : а) способом замены плоскостей проекций; б) способом вращения.



7.4 По заданному чертежу определите натуральную величину ребер призмы. Постройте сечение призмы и определите его действительную величину способом вращения.

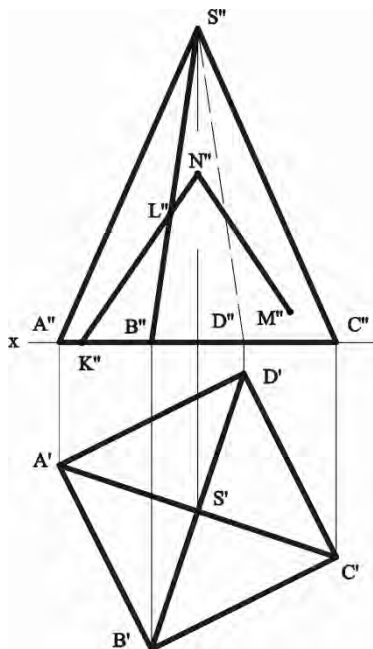


1.8 Развертки

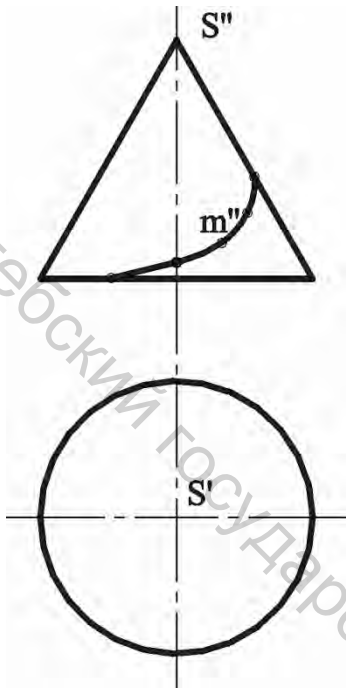
В данной теме используются знания, умения и навыки, приобретенные при изучении предыдущих разделов курса. Здесь понадобятся знания по изображению геометрических тел, сечению их плоскостями, по построению точек и линий на поверхностях, способов преобразования чертежа для определения действительных величин отрезков, плоских фигур.

При изготовлении различных конструкций и изделий из листового материала, в том числе из ткани и кожи или их заменителей, имеет большое значение построение разверток поверхностей. Если представить себе поверхность как гибкую нерастяжимую пленку, то некоторые из них путем изгиба можно совместить с плоскостью без разрывов и деформаций. Такие поверхности относятся к развертываемым. Полученную в результате развертывания поверхности плоскую фигуру называют **разверткой** этой фигуры. Те поверхности, которые нельзя совместить с плоскостью без разрывов и деформаций, относятся к неразвертываемым. Теоретически точно развертываются графическим способом только гранные поверхности. При развертывании конических и цилиндрических поверхностей на практике их аппроксимируют вписанными гранными поверхностями. В этом случае, чем больше граней содержит вписанная поверхность, тем точнее ее развертка. Построенные таким образом развертки поверхностей называют приближенными.

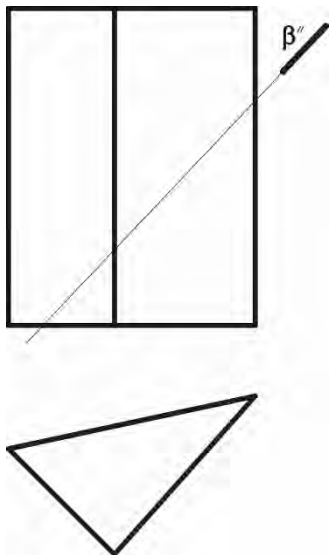
8.1 Постройте развертку пирамиды $SABCD$ и ломаной линии $KLNM$, принадлежащей поверхности пирамиды.



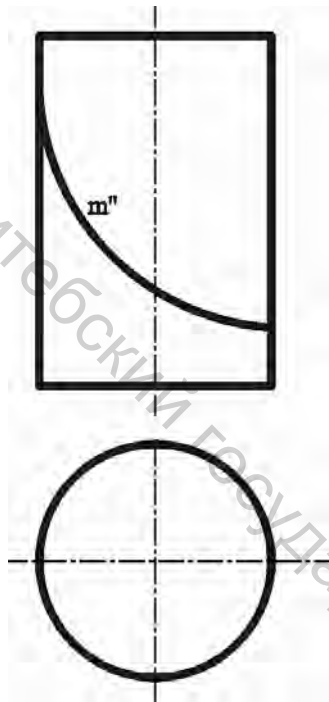
8.2 Постройте развертку прямого кругового конуса и линии m (m'), принадлежащей его поверхности.



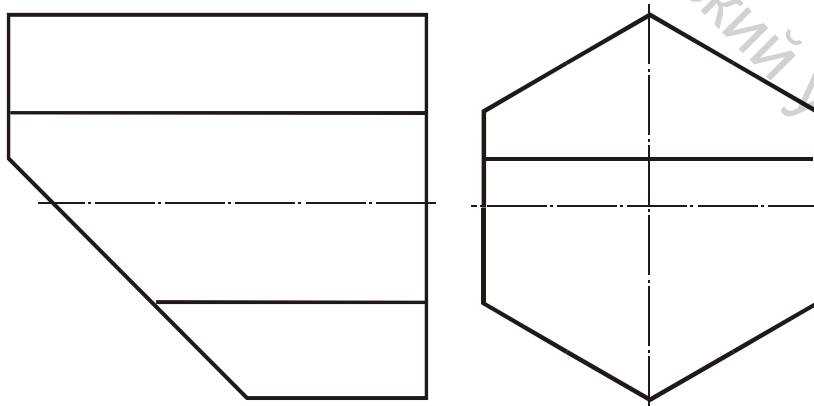
8.3 Постройте развертку треугольной прямой призмы. Нанесите на развертку линию сечения призмы плоскостью β .



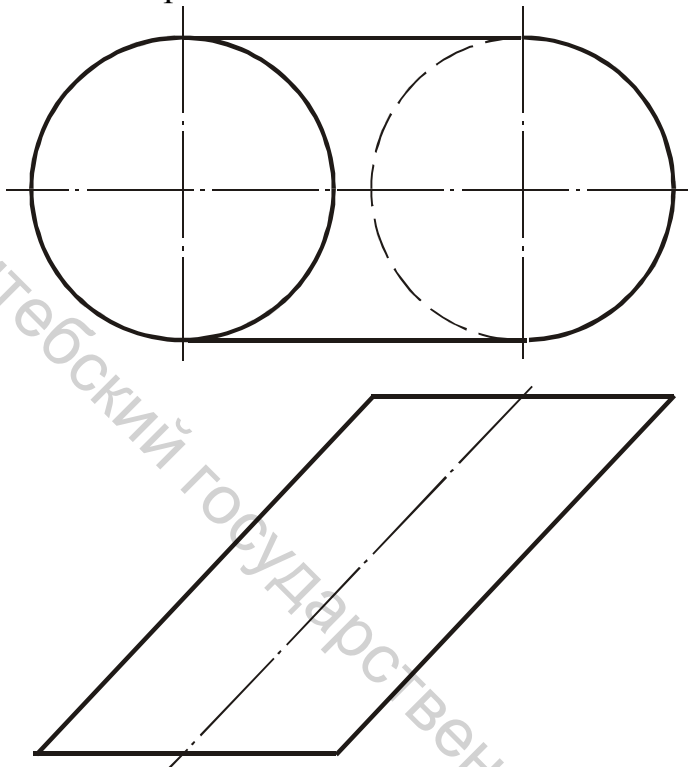
8.4 Постройте развертку прямого кругового цилиндра и нанесите на развертку линию m (m'), принадлежащую поверхности цилиндра.



8.5 Постройте полную развертку усеченной призмы.



8.6 Постройте развертку боковой поверхности эллиптического цилиндра способом раскатки.



2 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

2.1 Виды

2.1.1 Основные положения и определения

Изображения предметов выполняются по методу прямоугольного проецирования, при этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рисунок 2.1).

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы главное изображение давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

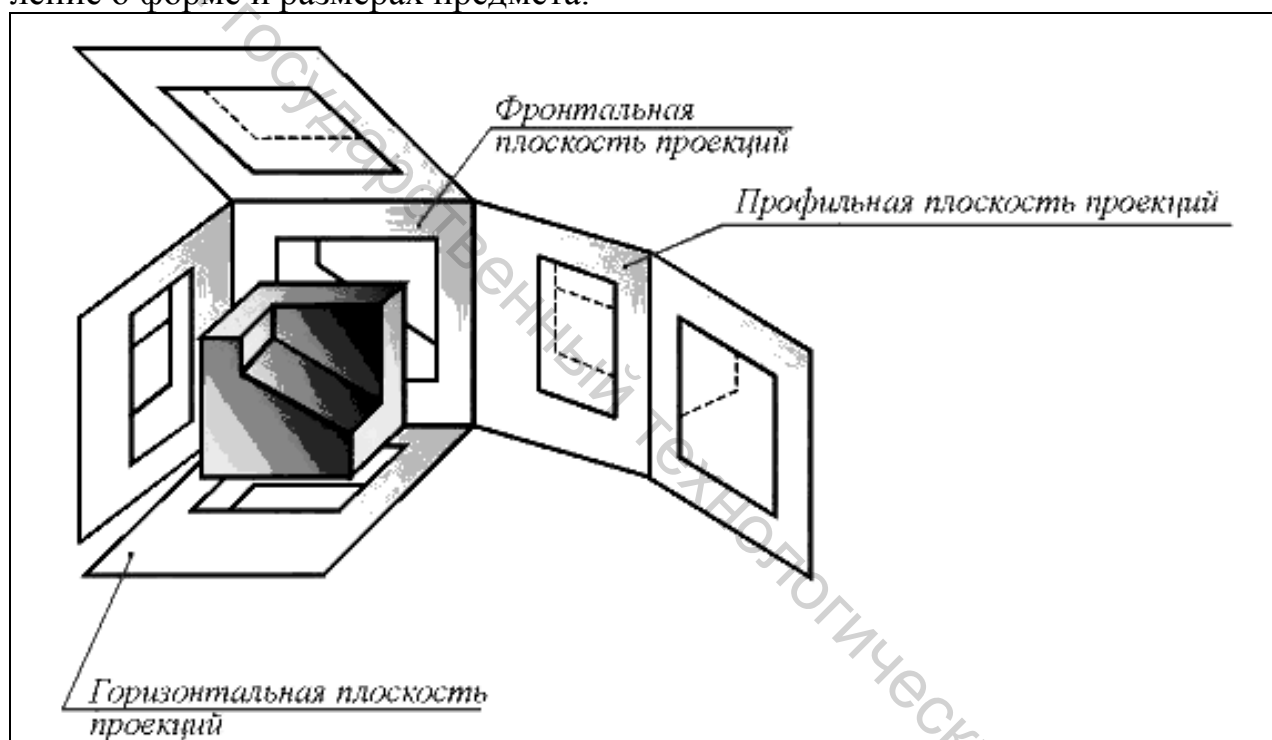


Рисунок 2.1

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о форме и размерах предмета при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений предмета допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

2.1.2 Основные виды

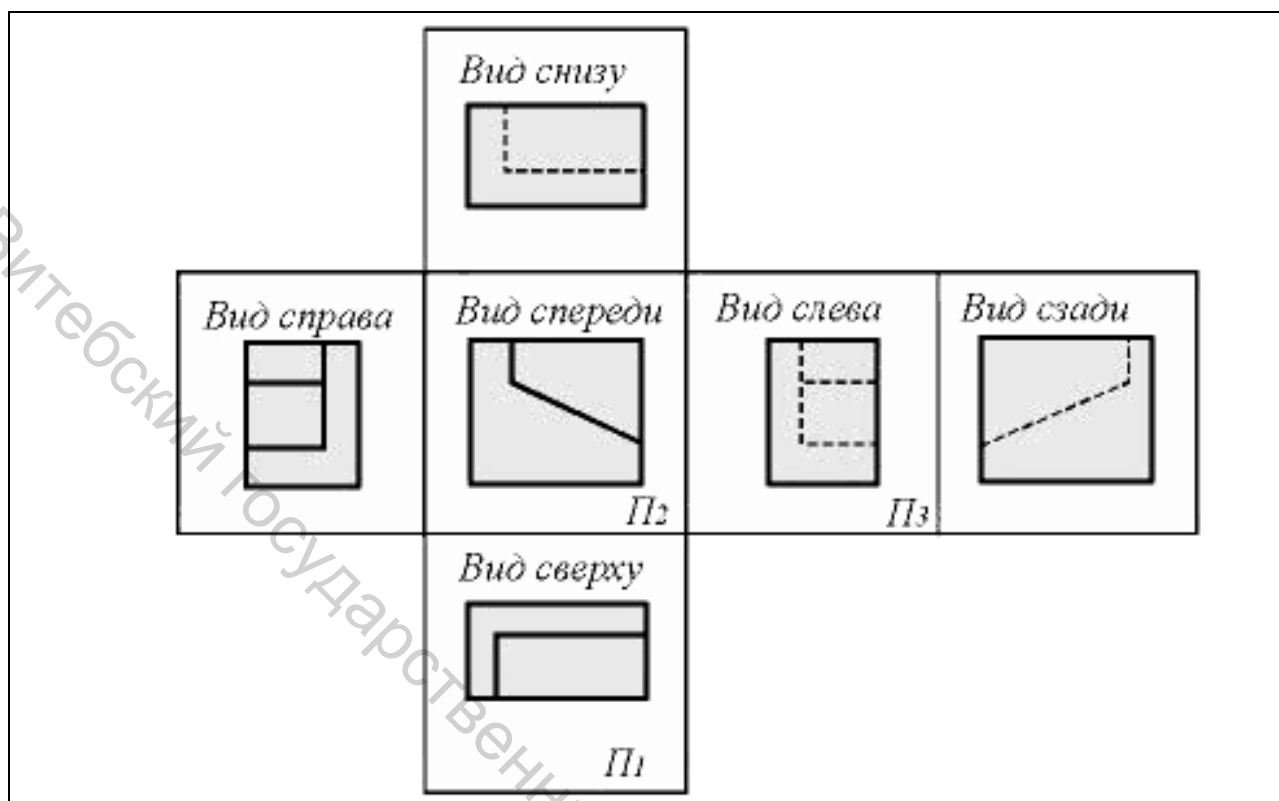


Рисунок 2.2

Устанавливаются следующие наименования основных видов (рисунок 2.2), получаемых на плоскостях проекций, которыми являются шесть граней куба

1. Вид спереди (главный вид).
2. Вид сверху.
3. Вид слева.
4. Вид справа.
5. Вид снизу.
6. Вид сзади.

Главный вид должен давать наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Названия видов на чертежах не надписывают, если они находятся в непосредственной проекционной связи с главным видом (видом спереди), не отделены от него другими изображениями и расположены на одном с ним листе.

При нарушении проекционной связи направление проецирования (взгляда) должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву кириллицы (например, А на рисунке 2.3). Такое оформление вида принято называть «**вид по стрелке**».

Виды оформляют так же, если они отделены от главного вида другими изображениями или расположены не на одном листе с главным изображением.

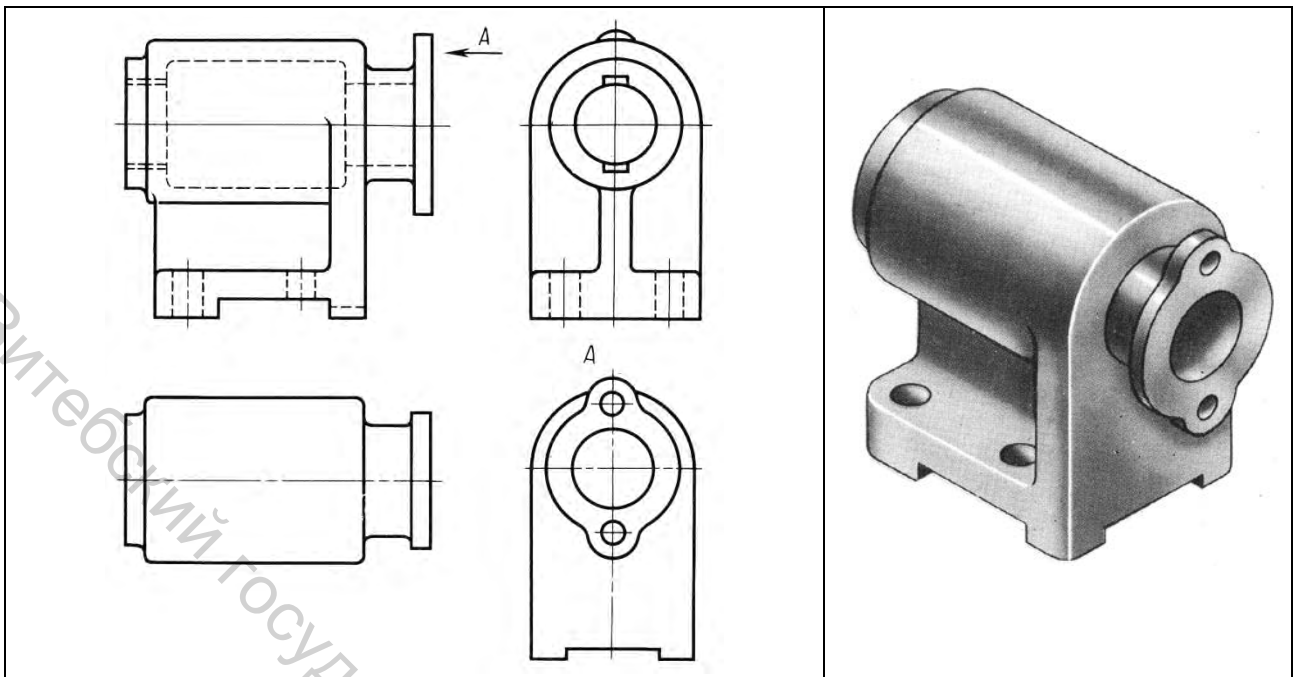


Рисунок 2.3

2.1.3 Местные виды

Местный вид – изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета. Местный вид может быть ограничен линией обрыва, осью симметрии или не ограничен ничем.

Местный вид применяется в тех случаях, когда из всего вида только часть его необходима для уточнения формы предмета, остальная же часть вида не дает дополнительных сведений о предмете.

Если изображение имеет ось симметрии, то при недостатке места на чертеже допускается показывать половину вида (А на рисунке 2.4).

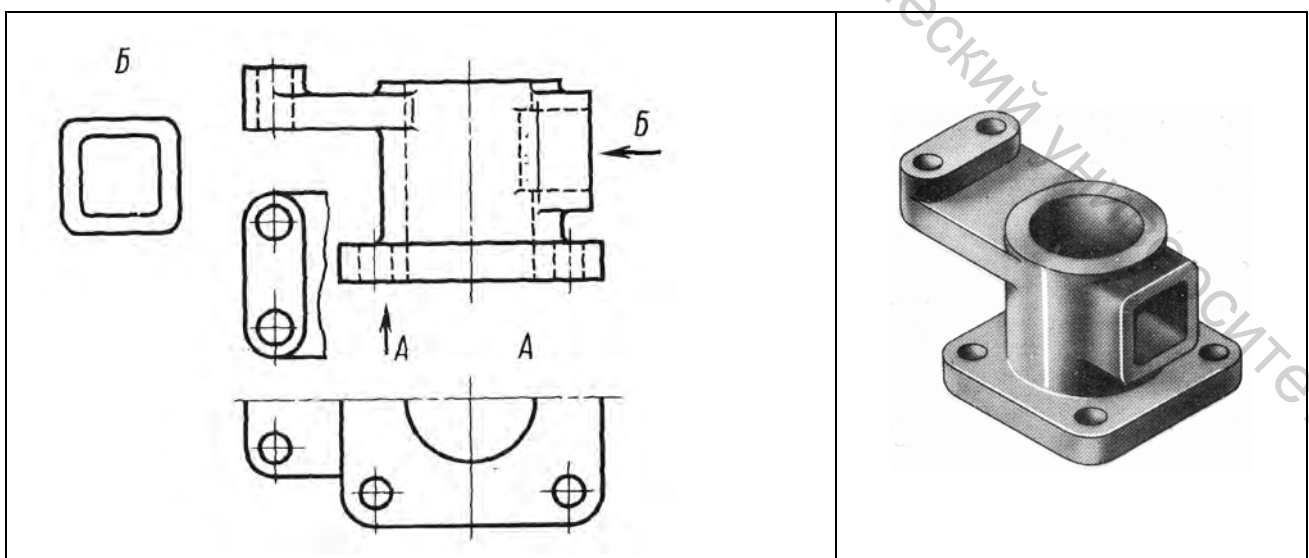


Рисунок 2.4

Если местный вид выполняется в проекционной связи по направлению взгляда, то стрелку и буквенное обозначение местного вида не наносят. Местный вид может быть не ограничен линией обрыва (**Б** на рисунке 2.4).

2.1.4 Построение чертежа по аксонометрическому изображению предмета

В условиях заданий дано аксонометрическое (наглядное) изображение предмета с размерами.

Требуется начертить три вида предмета – спереди, сверху и слева, изобразив его внутренние элементы штриховыми линиями. Построение видов выполняется с использованием линий связи. При выполнении чертежа средствами машинной графики линии связи необходимо сохранить, создав для них новый слой.

Примечания.

1. Если глубина отверстий или пазов не читается на наглядном изображении, следует считать, что они выполнены насквозь.

2. В рабочей тетради для данного задания рекомендуется применение масштаба уменьшения 1:2.

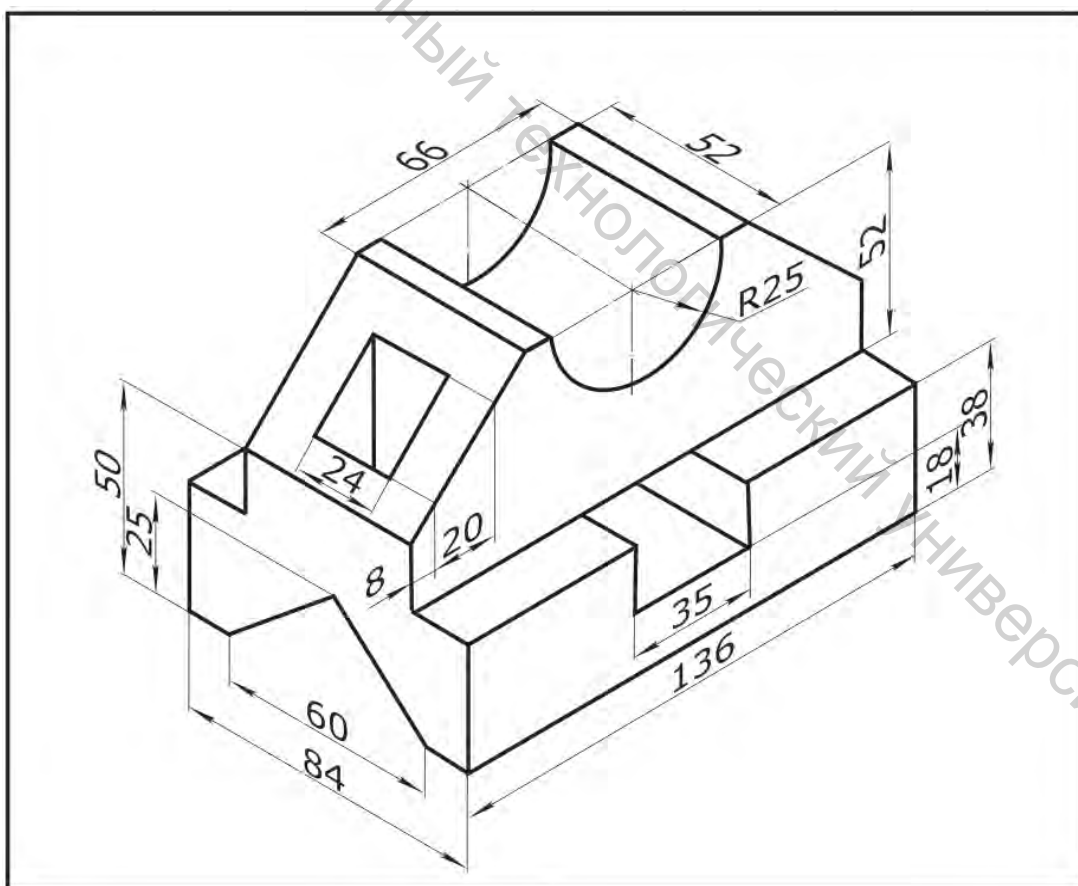


Рисунок 2.5 – Пример условия задания

Витебский государственный технологический университет

Вариант №00		Вариант №00	
№№ листов	№ докум.	Масса	Масштаб
	Иванов П.И.		1:1
Разработ.	Петров В.И.	Листов	1
Провер.		№ листа	1
Инженер			
Наименов.		40 "ВГТУ"	
Учеб.		гр. Шт-164	

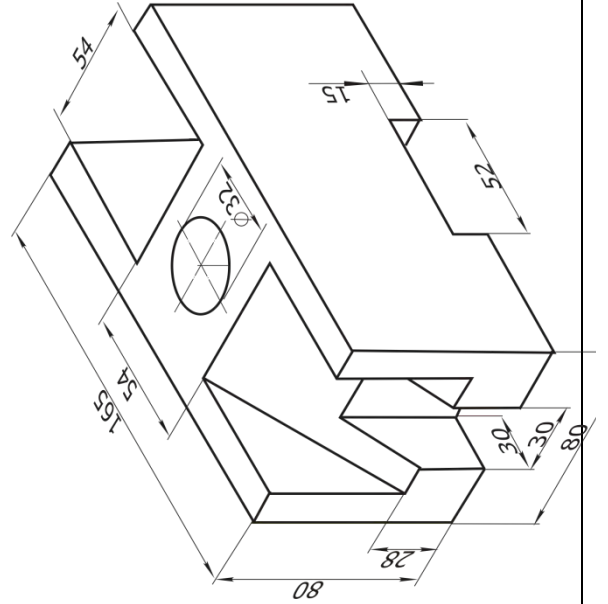
Копировать

Вариант №00

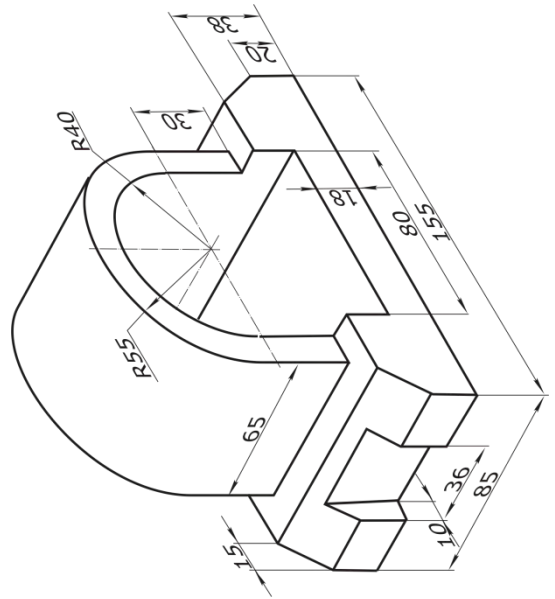
№№ листов	№ докум.	Масса	Масштаб
	Иванов П.И.		1:1
Разработ.	Петров В.И.	Листов	1
Провер.		№ листа	1
Инженер			
Наименов.		40 "ВГТУ"	
Учеб.		гр. Шт-164	

Рисунок 2.6 – Пример выполнения и оформления задания

Витебский государственный технологический университет



Витебский государственный технологический университет



2.1.5 Построение третьего вида предмета по двум заданным

В условиях заданий дано два вида предмета с размерами.

Требуется начертить третий вид предмета (вид слева), изобразив его внутренние элементы штриховыми линиями. Построение видов выполняется с использованием линий связи, которые необходимо сохранить.

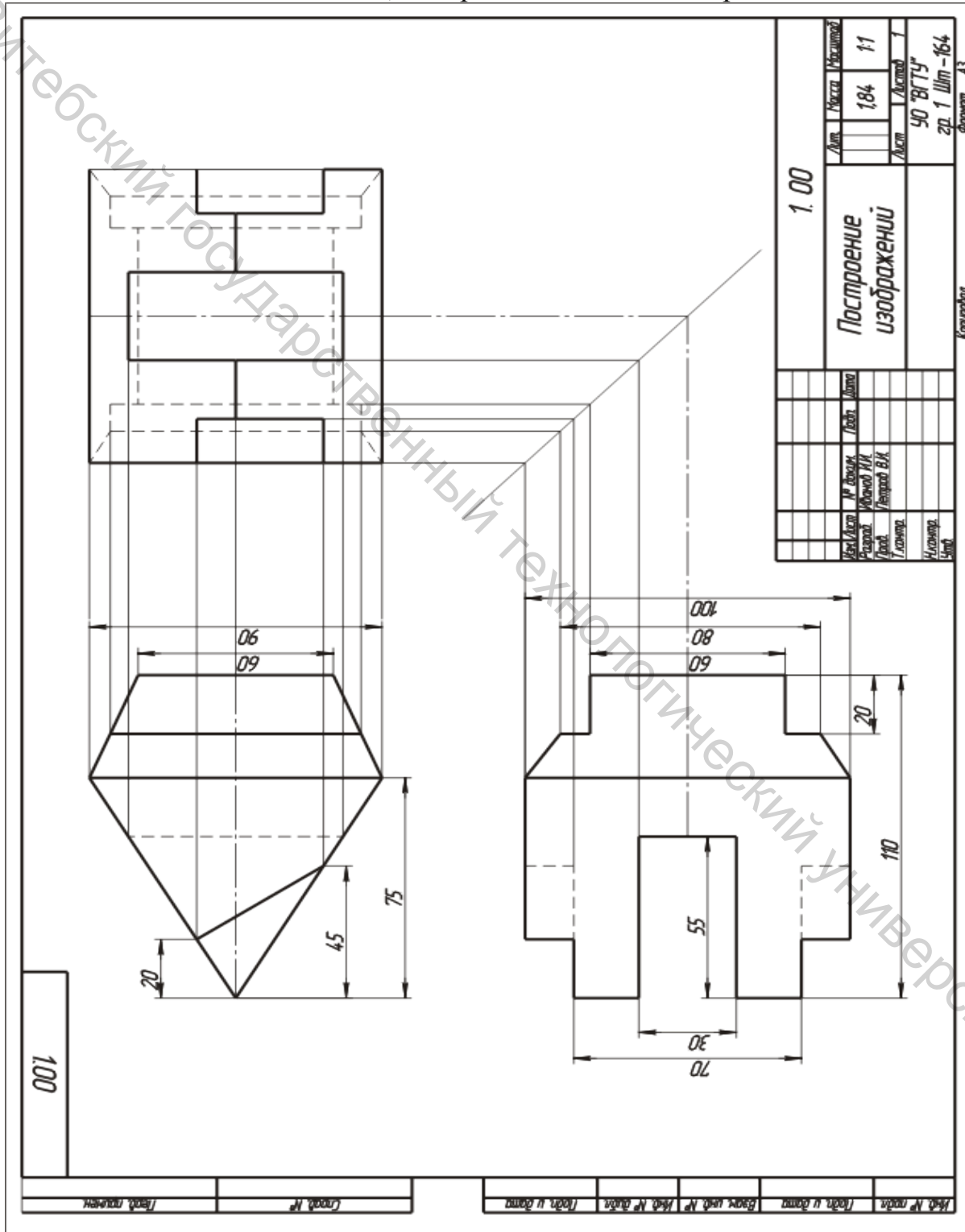
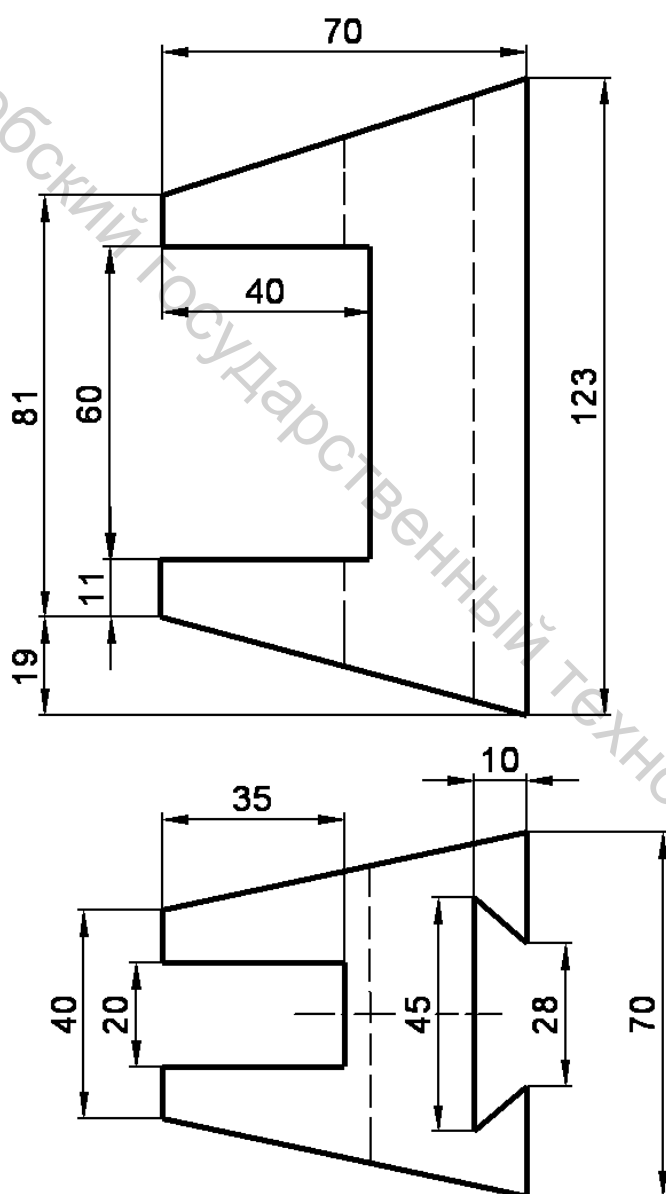
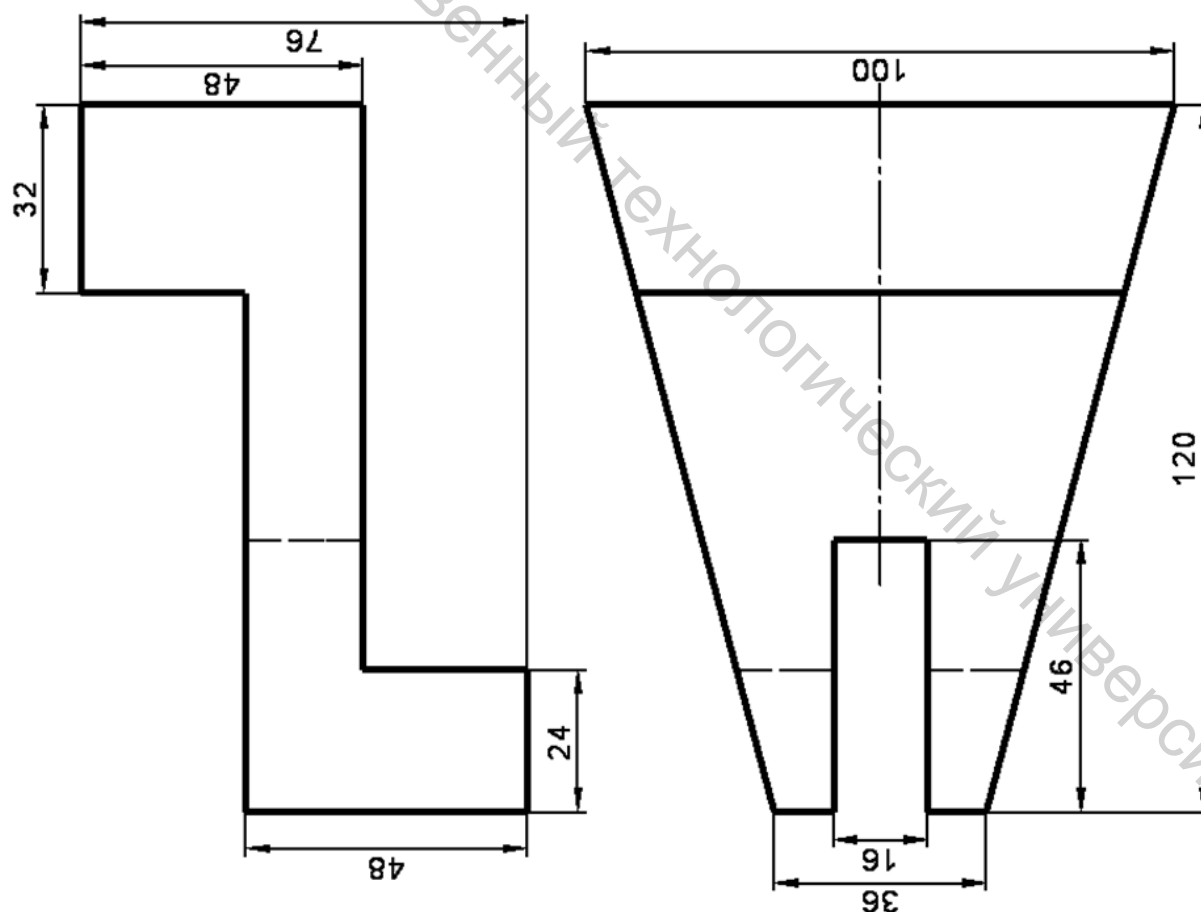


Рисунок 2.7 – Пример выполнения задания

Постройте вид слева по двум данным видам – спереди и сверху.



Постройте вид слева по двум данным видам – спереди и сверху.



2.2 Разрезы

2.2.1 Простые разрезы

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Часть предмета, попавшая в секущую плоскость, заштриховывается.

При выполнении разрезов условно отбрасывается часть предмета, находящаяся между наблюдателем и секущей плоскостью. Эта условность не меняет форму предмета в целом, а относится только к данному конкретному разрезу. На рисунке 2.8 показана сущность выполнения разреза одной секущей плоскостью. В данном случае предполагается, что наблюдатель находится перед предметом и плоскостью, поэтому следует мысленно отбросить переднюю (меньшую) часть предмета.

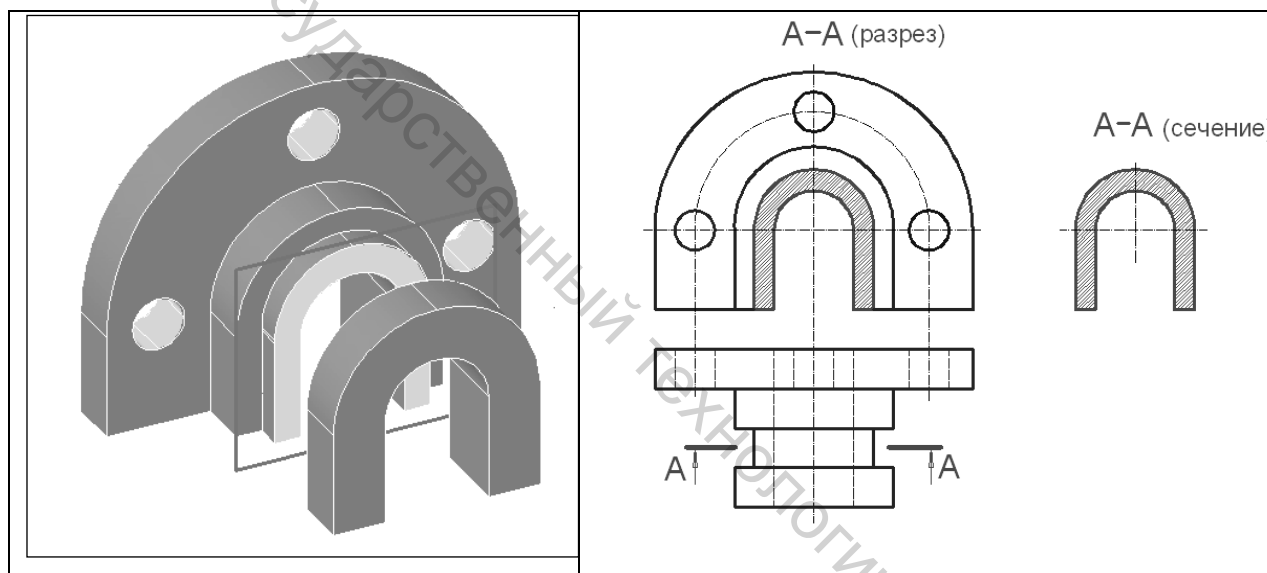


Рисунок 2.8

Рисунок 2.9

Следует четко понимать различие между разрезом и сечением. В сечении, как правило, показывается только то, что попало в секущую плоскость. А в разрезе изображается то, что попало в секущую плоскость, и то, что находится (видно) за секущей плоскостью. Это значит, что сечение входит в состав разреза.

Разрезы разделяются, в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций, на:

- **вертикальные** – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (например, разрезы **A-A**, **Б-Б**, рисунок 2.8, рисунок 2.9, рисунок 2.10);
- **горизонтальные** – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рисунок 2.12);
- **наклонные** – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого угла (рисунок 2.14).

Вертикальный разрез называется **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (например, разрез **Б-Б** на рисунке 2.10, разрез **А-А** на рисунке 2.13). **Профильный разрез** образуется секущей плоскостью, параллельной профильной плоскости проекций (например, разрез **А-А**, на рисунке 2.10).

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета в отдельном, ограниченном месте, называется **местным**.

Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией (рисунок 2.15) или сплошной тонкой линией с изломом. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

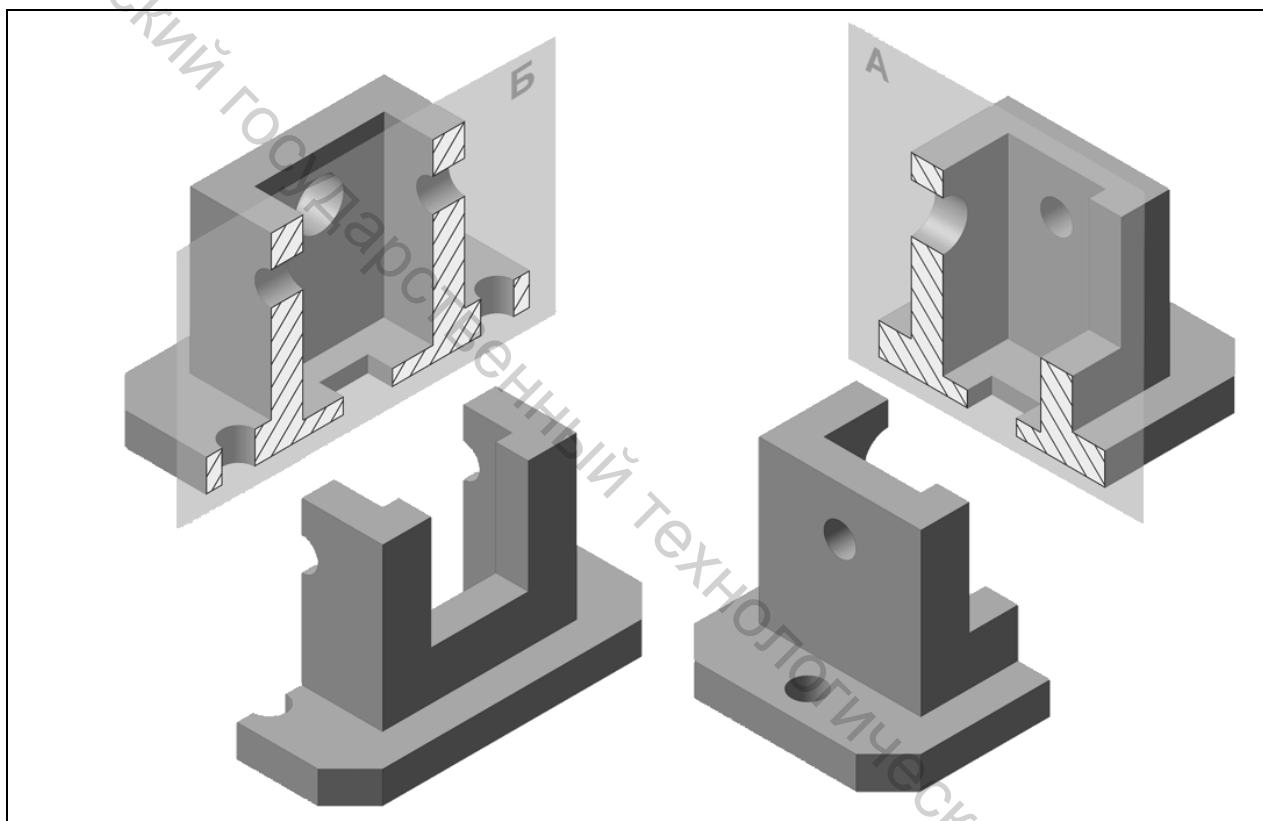


Рисунок 2.10 – Положение секущих плоскостей простых вертикальных разрезов

При выполнении разрезов и сечений положение секущей плоскости (в случае её обозначения) изображается разомкнутой линией, длина штрихов которой равна 8–20 мм, а толщина примерно в 1,5 раза больше толщины основной линии. Штрихи разомкнутой линии не должны пересекаться какими-либо линиями чертежа.

У начала и конца штрихов разомкнутой линии (на расстоянии 2–3 мм от начала и конца) изображаются стрелки, перпендикулярные штрихам. Стрелки показывают направление взгляда наблюдателя, что важно для определения той части предмета, которая условно отбрасывается при выполнении разреза.

Для обозначения разрезов и сечений, как и для видов, используются заглавные буквы кириллицы, высота которых должна быть в 1,5–2 раза выше

размерных чисел чертежа. Заглавные буквы кириллицы наносятся у начала и конца штрихов разомкнутой линии (снаружи стрелок).

Над изображением разреза или сечения наносится их обозначение: формат записи А-А, Б-Б и т. д. (рисунок 2.11).

Простые разрезы обозначаются только в тех случаях, когда секущая плоскость не является плоскостью симметрии предмета.

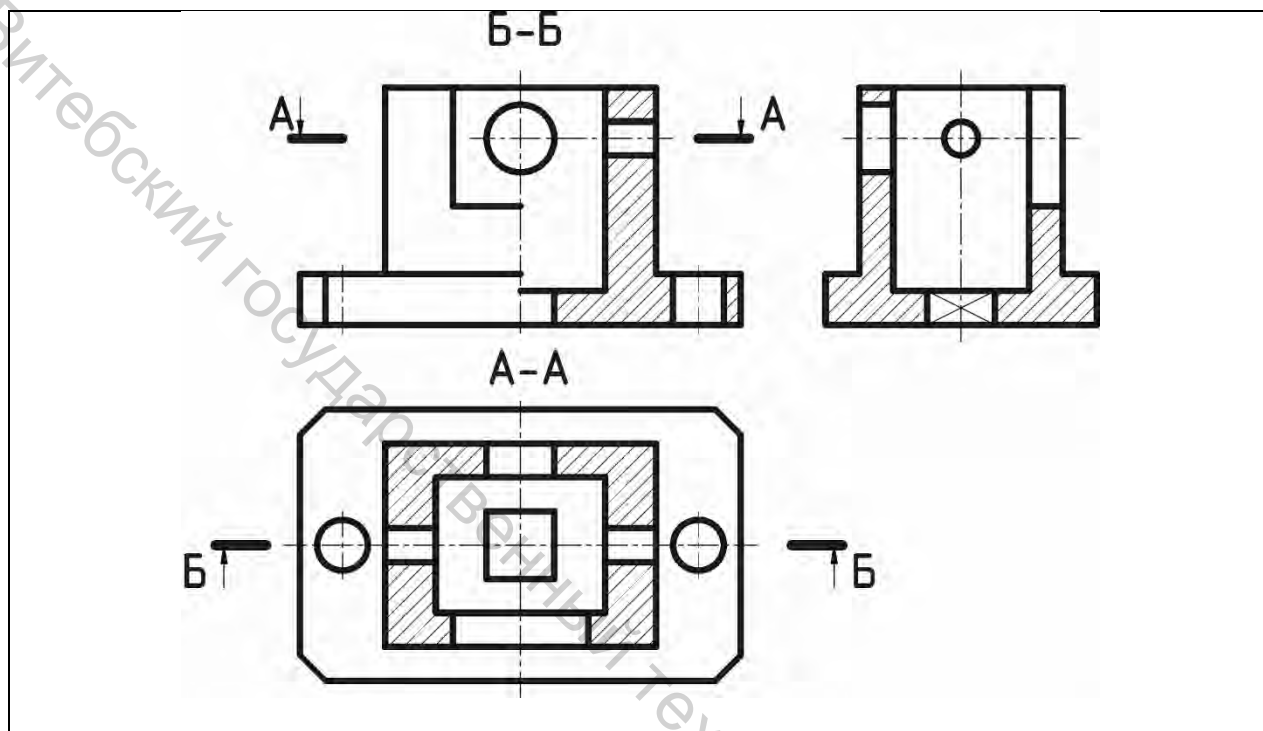


Рисунок 2.11 – Обозначение простых разрезов на чертеже

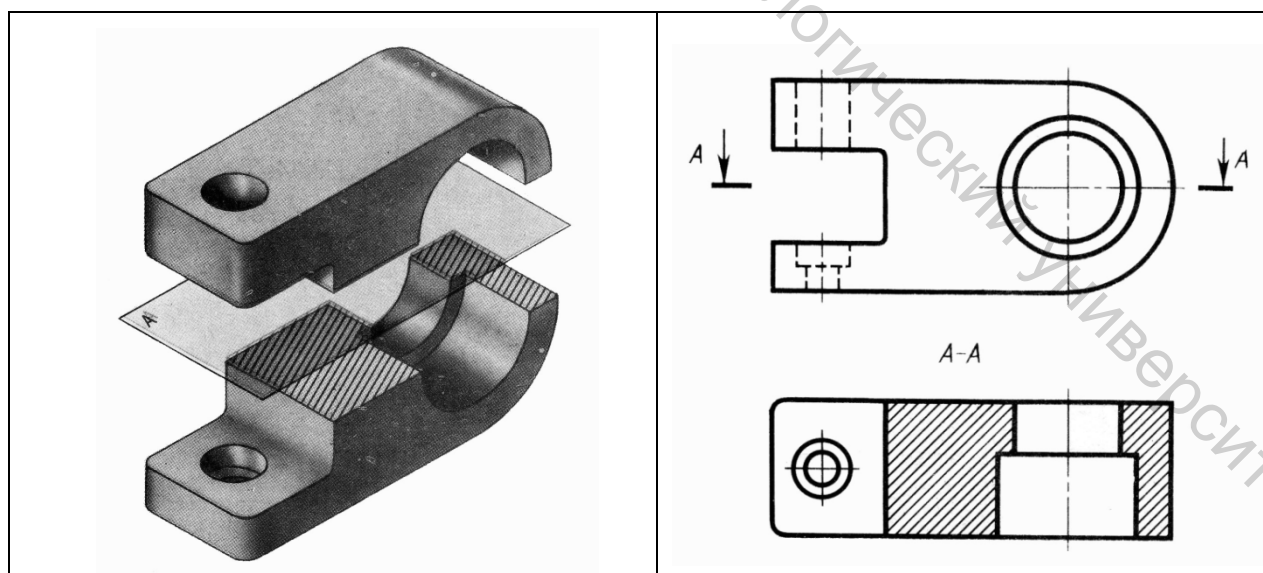


Рисунок 2.12 – Простой горизонтальный разрез

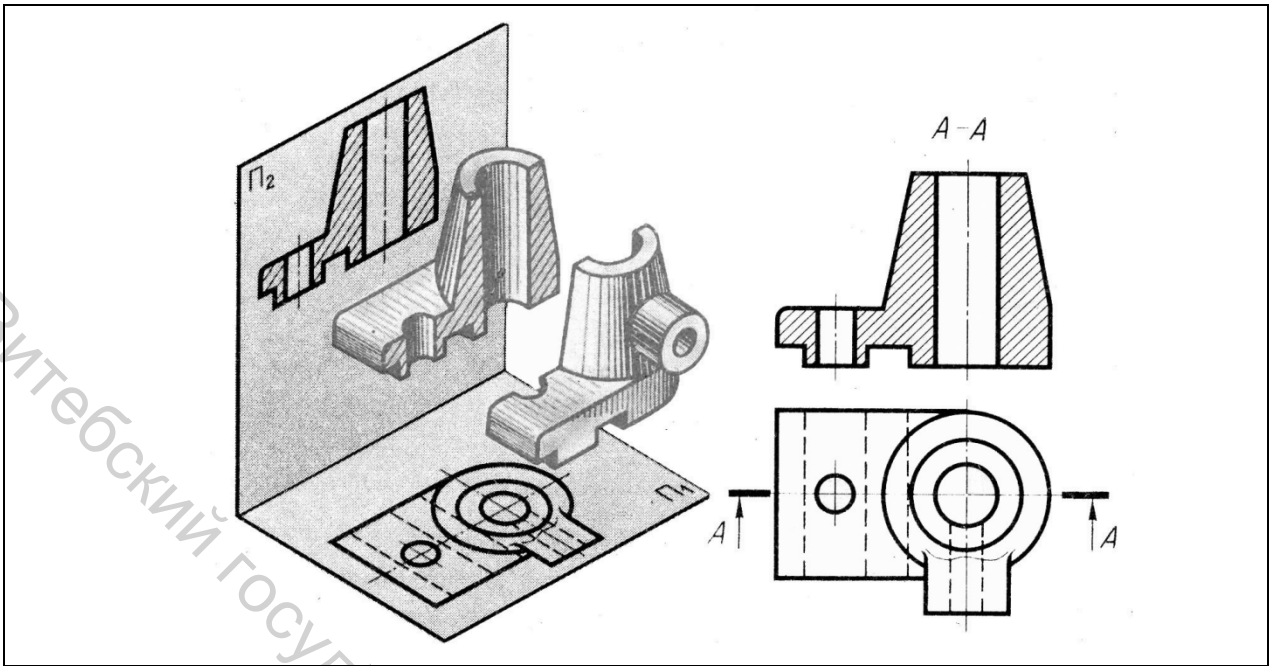


Рисунок 2.13 – Простой фронтальный разрез

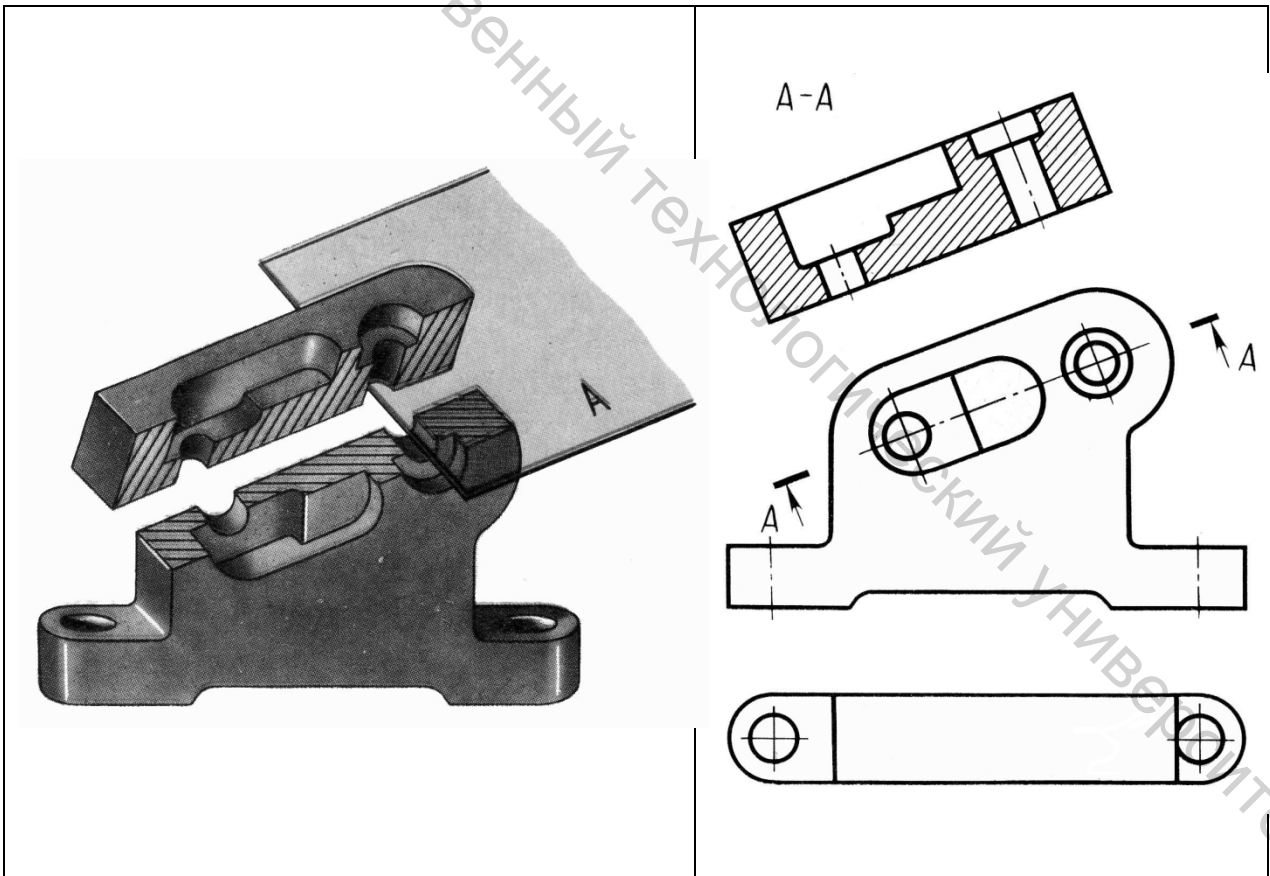


Рисунок 2.14 – Простой наклонный разрез (в проекционной связи)

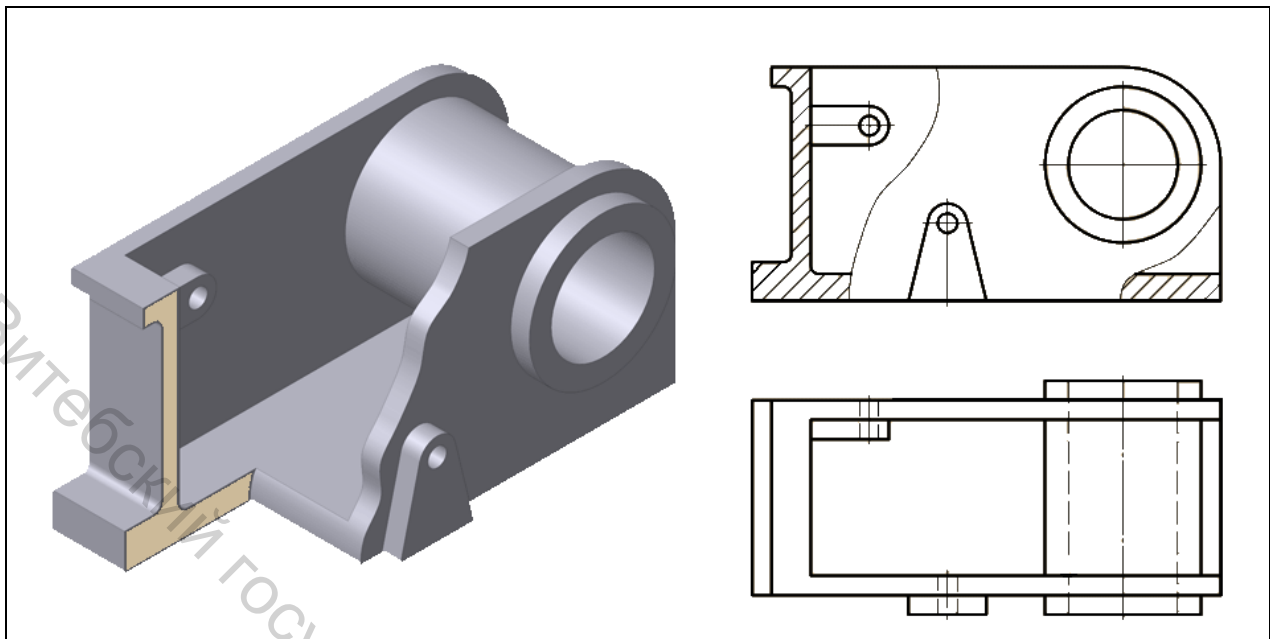


Рисунок 2.15 – Местный разрез, ограниченный сплошной волнистой линией

2.2.2 Условности и упрощения, применяемые при построении видов и разрезов на чертежах

Для простых фронтальных, горизонтальных и профильных разрезов допускается соединение в одном изображении половины вида с половиной соответствующего разреза при условии, что предмет представляет собой симметричную фигуру. Если изображение такого разреза выполняется в проекционной связи с направлением взгляда – фронтальный разрез выполняется на месте вида спереди (или сзади), горизонтальный – на месте вида сверху (или снизу), профильный – вида слева (или справа), секущая плоскость не изображается и разрез не обозначается. На границе между видом и разрезом проводится штрихпунктирная осевая линия. Как правило, разрез располагается справа, а соответствующий вид – слева от осевой линии (рисунок 2.19).

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом (рисунки 2.16–2.18). Волнистую линию следует применять и в том случае, если с осевой линией совпадает линия видимого контура предмета (рисунок 2.17). Граница вида и разреза смещается в сторону вида, если линия видимого контура относится к внутренней части предмета, и в сторону разреза, если она изображает наружный контур предмета.

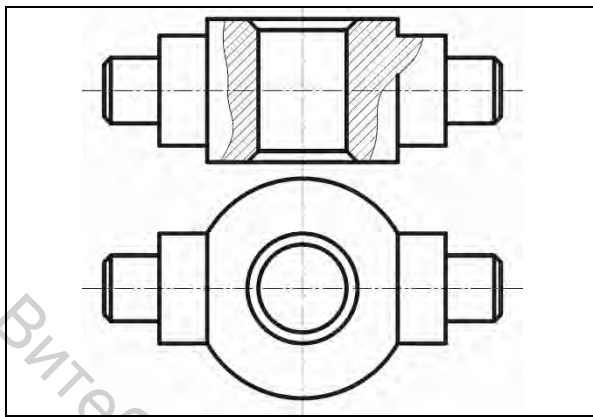


Рисунок 2.16 – Совмещение на изображении части вида и разреза

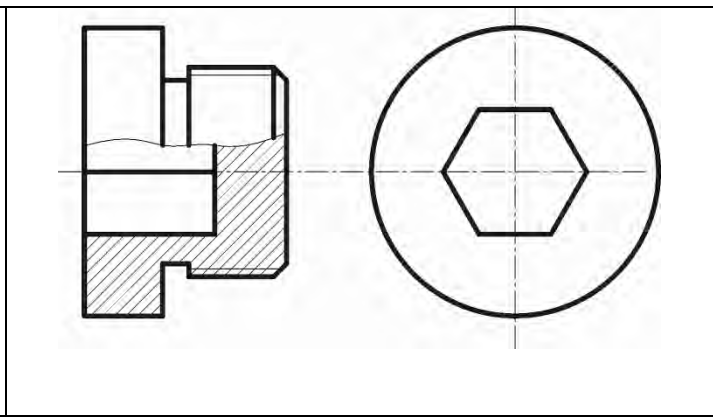


Рисунок 2.17 – Совмещение на изображении части вида и разреза

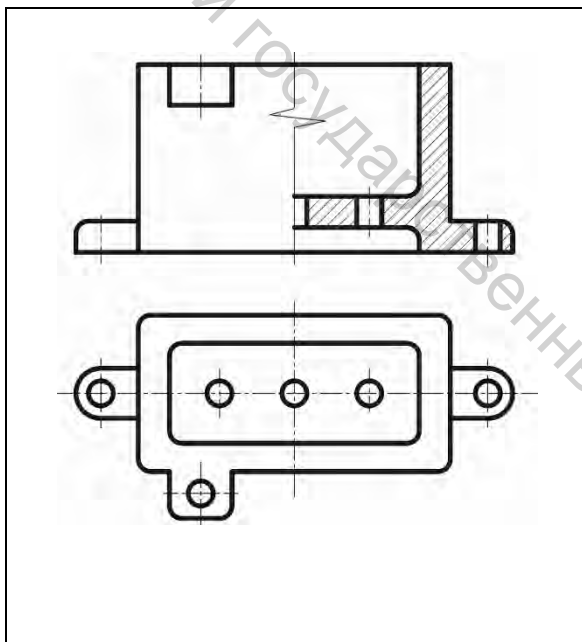


Рисунок 2.18 – Совмещение на изображении части вида и разреза

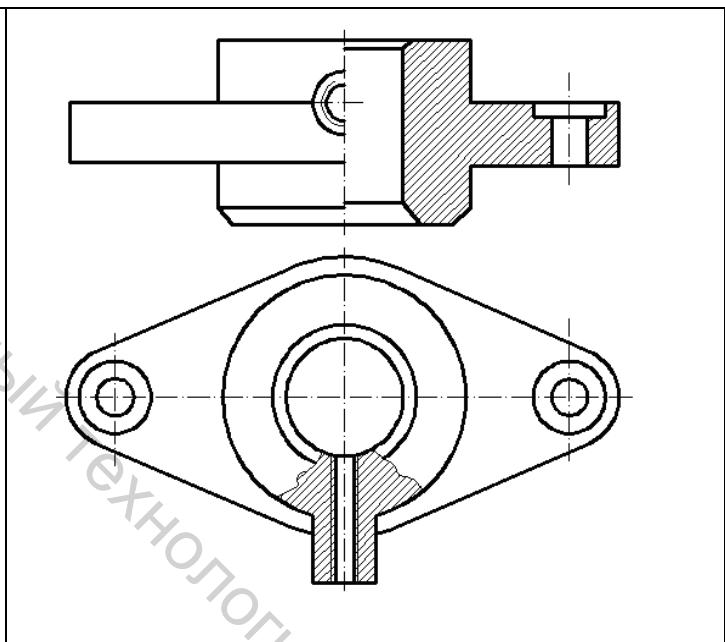


Рисунок 2.19 – Совмещение на изображении части вида и разреза

Если секущая плоскость направлена вдоль оси, вдоль длины, вдоль толщины сплошных не пустотелых элементов или предметов (ребер жесткости, валов, осей, спиц и т. д.), названные элементы или предметы при продольных разрезах условно не заштриховываются. При построении ортогонального чертежа предмета (рисунок 2.21) тонкие стенки (ребра жесткости) в продольном разрезе условно не заштрихованы, так как секущая плоскость направлена вдоль их толщины. При поперечном разрезе такие элементы режутся по общему правилу, то есть заштриховываются. Эта условность относится также ко всем стандартным крепежным деталям – болтам, винтам, штифтам, гайкам, шайбам и т. д. Эта же условность не применяется в аксонометрических (наглядных) изображениях предметов (рисунок 2.20).

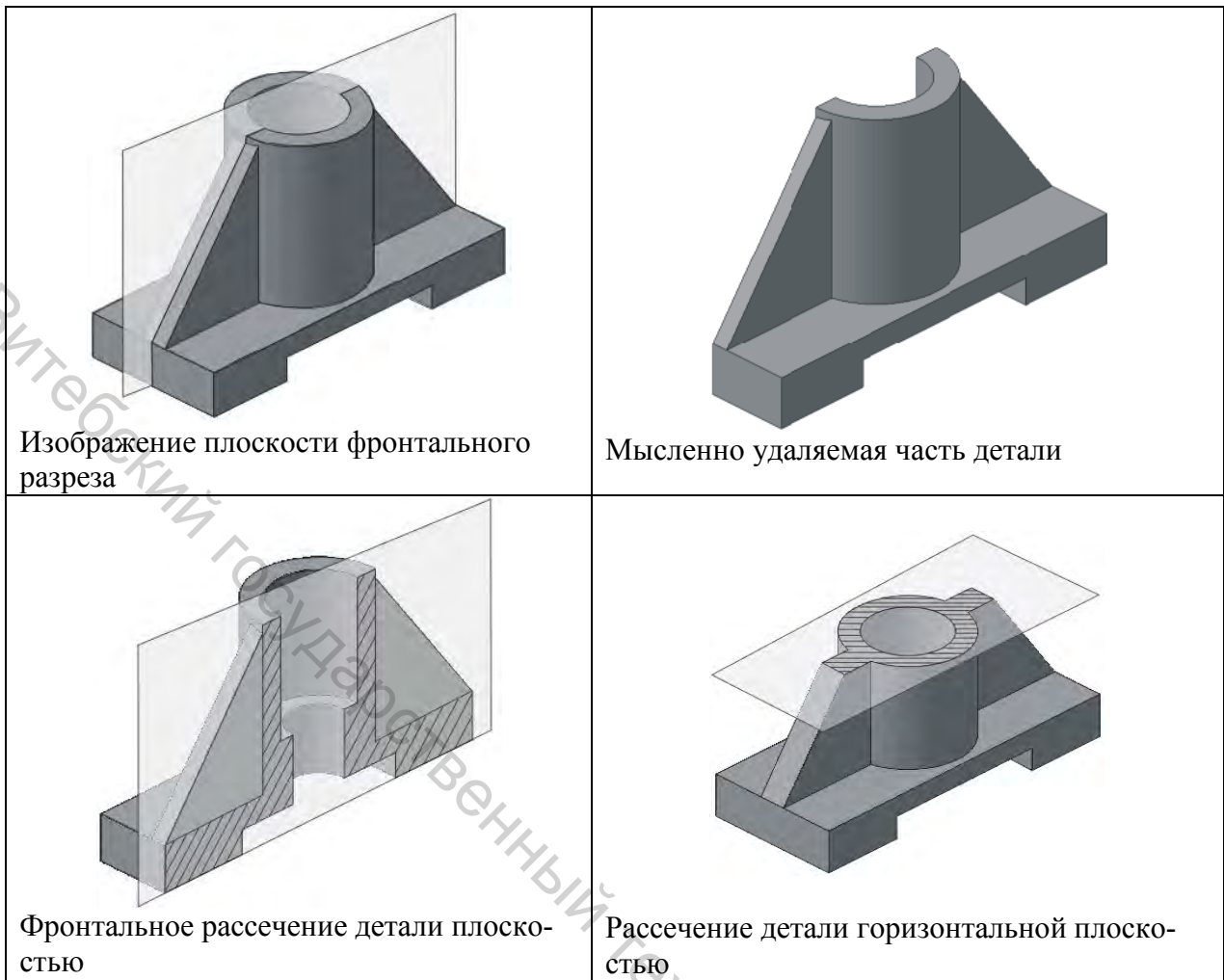


Рисунок 2.20 – Аксонометрическое изображение предмета с ребрами жесткости (тонкими стенками)

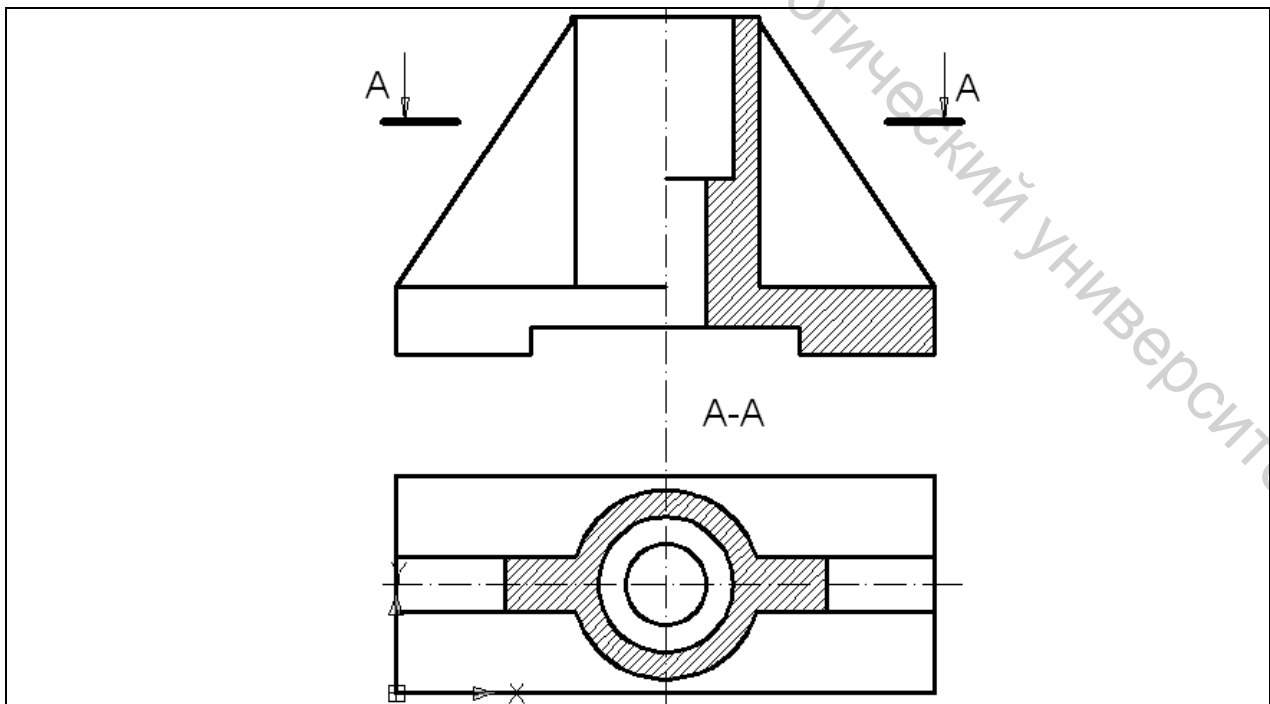


Рисунок 2.21 – Изображение продольного фронтального и поперечного горизонтального разрезом (предмет с тонкими стенками)

2.2.3 Построение видов и простых разрезов

Условия заданий содержат два вида предмета – спереди (главный вид) и вид сверху. Указаны размеры предмета.

Требуется начертить вид слева и выполнить два обязательных простых разреза – фронтальный и профильный, применив условность о совмещении части вида и части соответствующего разреза в одном изображении.

Форму пазов, отверстий и других элементов, не попавших в плоскости разрезов, рекомендуется показать с помощью местных разрезов. Чертеж в законченном виде не должен содержать линий невидимого контура предмета.

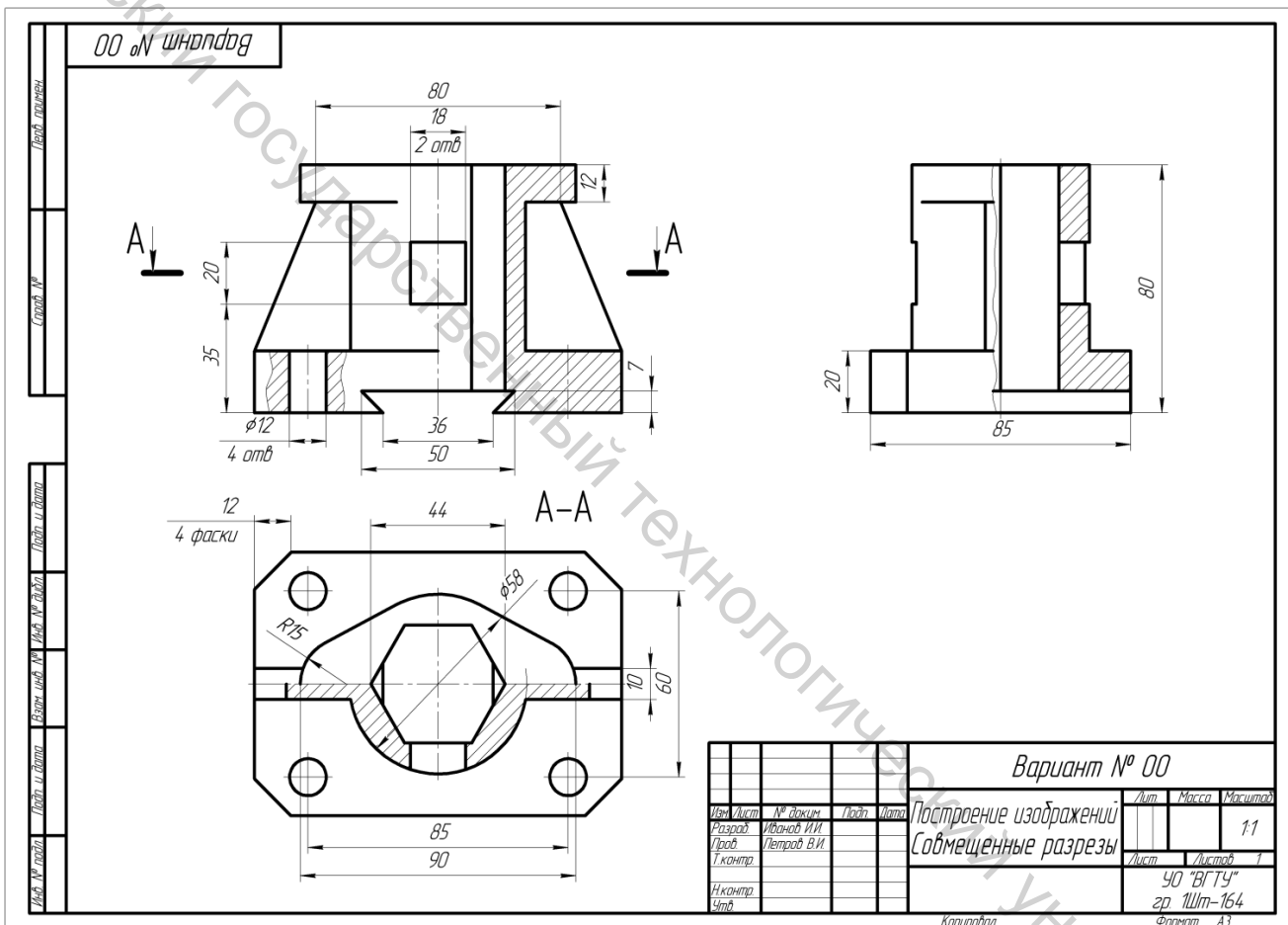
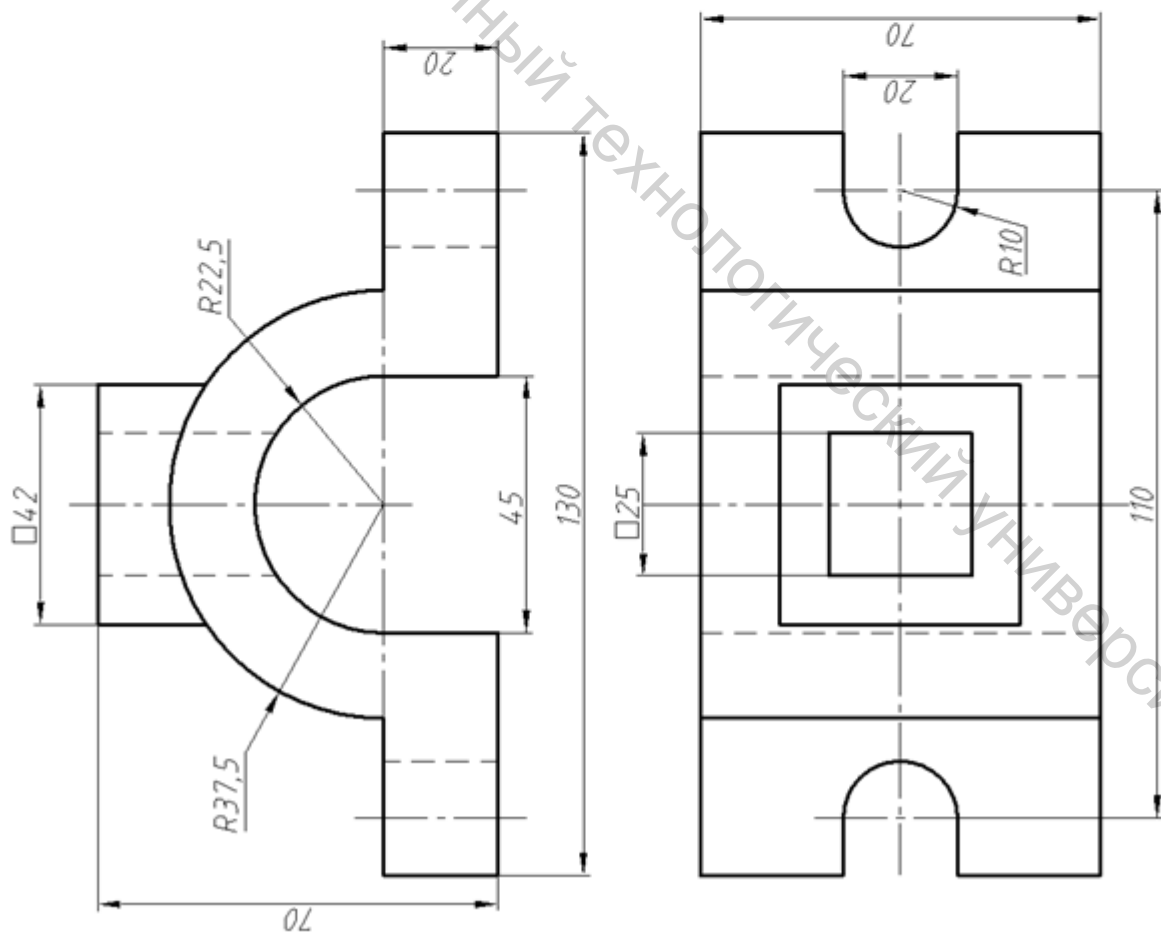
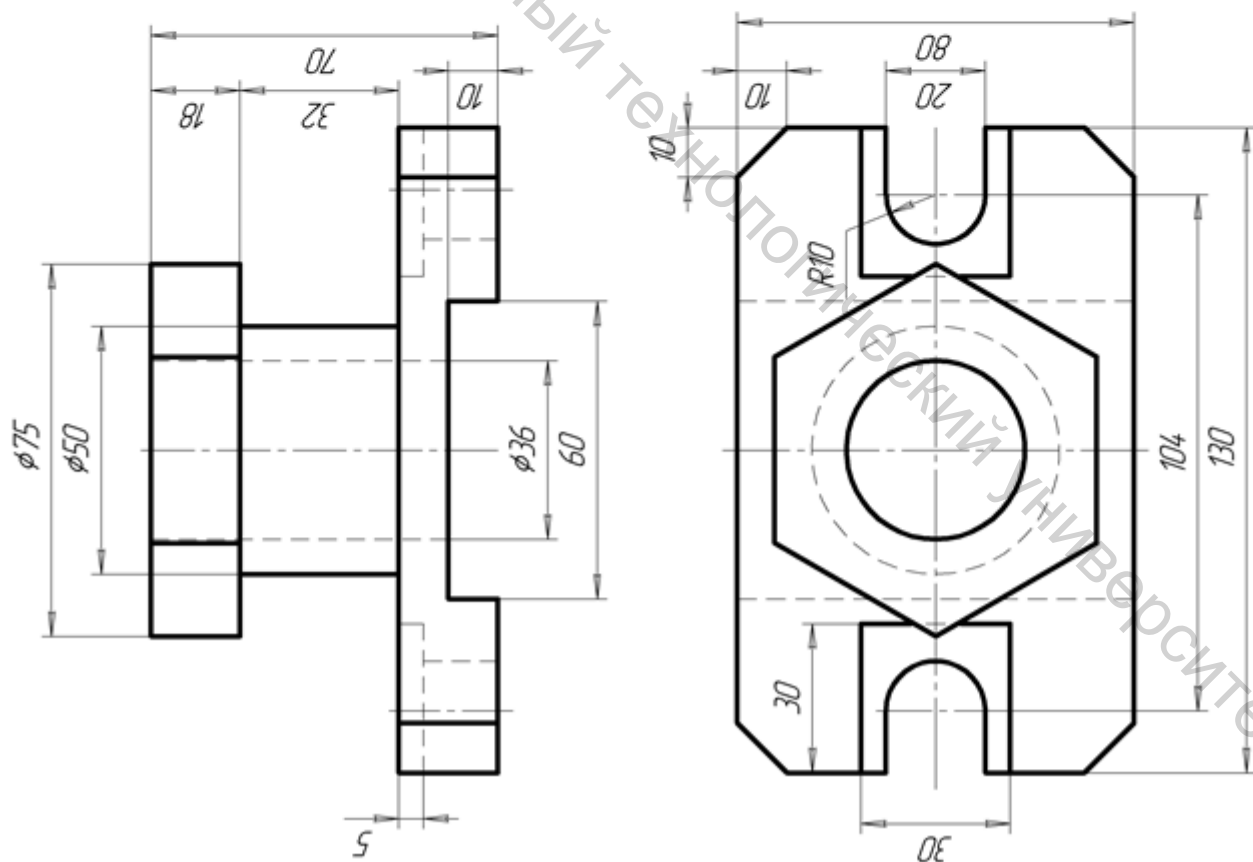


Рисунок 2.22 – Пример выполнения и оформления задания

Витебский государственный технологический университет



Витебский государственный технологический университет



2.2.4 Сложные разрезы

Сложными называются разрезы, образованные несколькими секущими плоскостями (рисунки 2.22–2.25).

Сложные разрезы делятся на:

- **ступенчатые** – если секущие плоскости параллельны между собой (например, ступенчатый фронтальный разрез **A-A**, рисунки 2.22, 2.23).
- **ломаные** – если секущие плоскости пересекаются между собой (рисунки 2.24, 2.25).

Ступенчатые разрезы

Ступенчатые разрезы выполняются несколькими плоскостями, параллельными друг другу. В ступенчатом разрезе секущие плоскости условно совмещают в одну плоскость. Изображение строится так, как если бы все данные сечения принадлежали одной секущей плоскости. Линия сечения для сложных разрезов состоит из начального и конечного штрихов разомкнутой линии и перегибов в местах перехода (смены) плоскостей. На рисунках 2.23 и 2.24 показаны примеры выполнения ступенчатых разрезов.

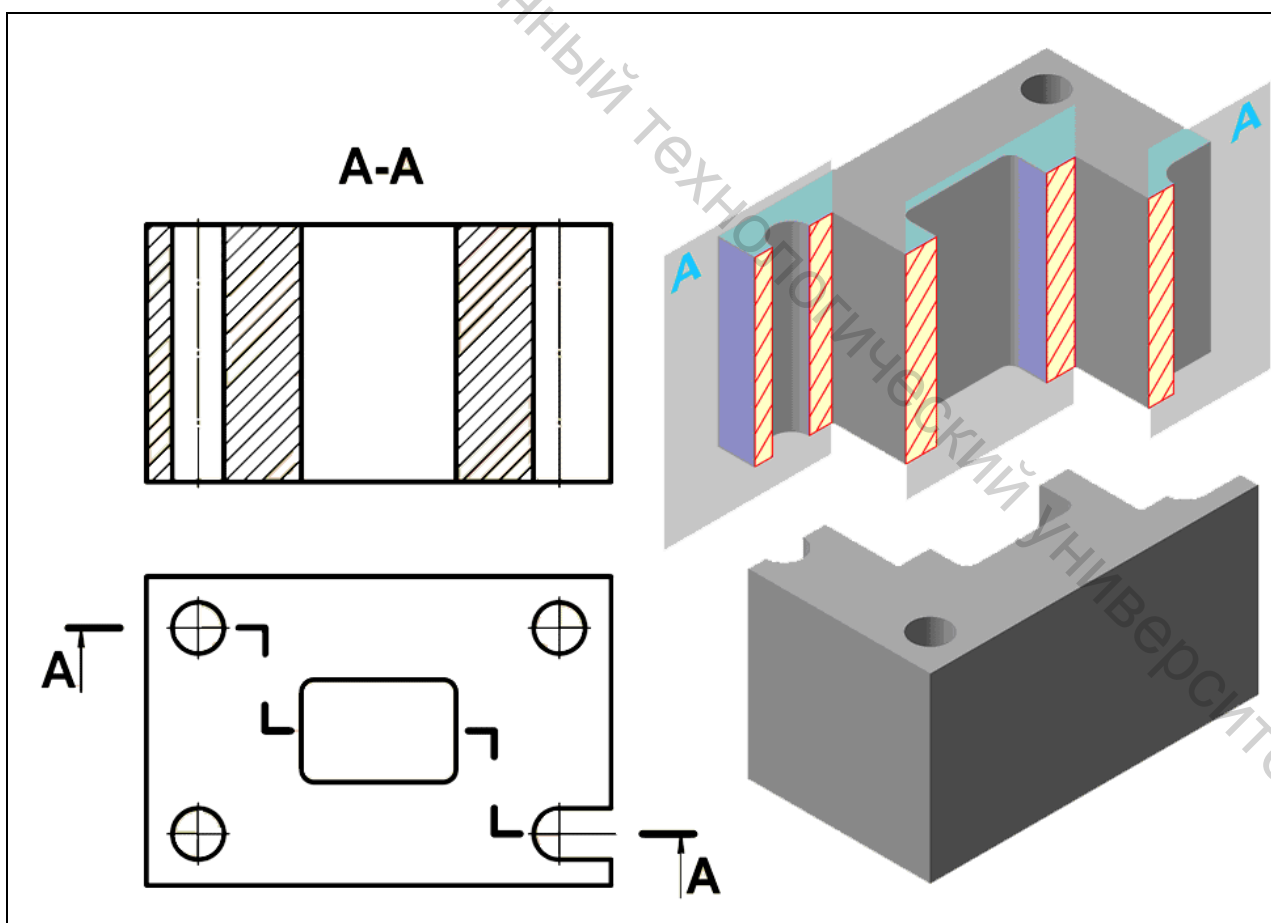


Рисунок 2.23 – Сложный ступенчатый разрез

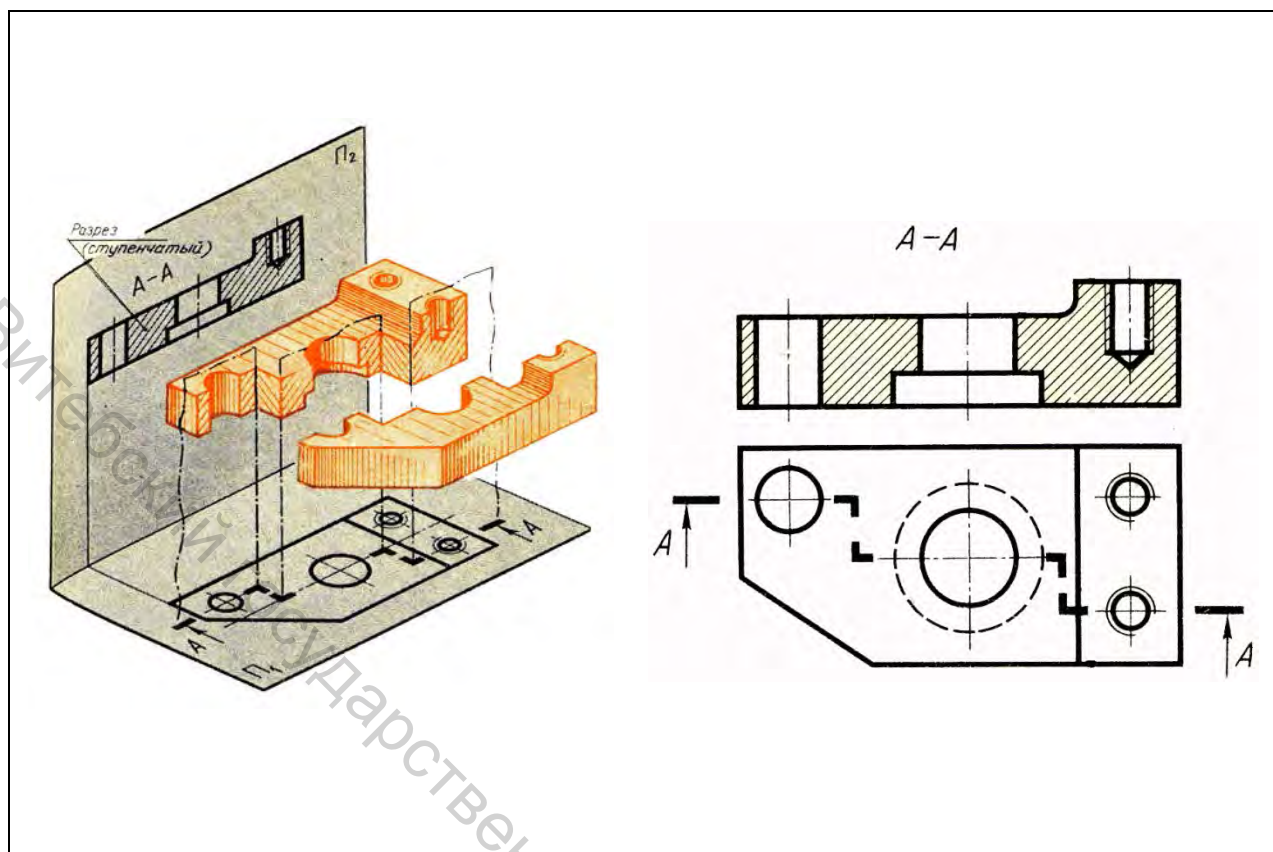


Рисунок 2.24 – Положение и обозначение секущих плоскостей ступенчатого разреза

Ломаные разрезы

Ломаные разрезы образуются пересекающимися плоскостями. В таких разрезах наклонные плоскости условно поворачиваются до совмещения с той плоскостью, которая параллельна какой-либо плоскости проекций. В этом случае ломаный разрез помещается на месте соответствующего вида. В некоторых случаях изображение ломаного разреза может отличаться длиной или высотой от действительного размера предмета. На рисунках 2.25, 2.26 показаны примеры выполнения ломаных разрезов. Следует обратить внимание на то, что изображение сложного разреза выполняется как единое целое, без каких-либо пограничных линий между секущими плоскостями. Исключение составляют штрихпунктирные осевые линии.

При повороте секущей плоскости элементы предмета, не лежащие непосредственно в поворачиваемой плоскости, а расположенные за ней, не должны смещаться на угол поворота, то есть они проецируются как при обычных разрезах. Те элементы, которые не лежат в поворачиваемой плоскости, но базируются на ней, следует поворачивать вместе с этой плоскостью.

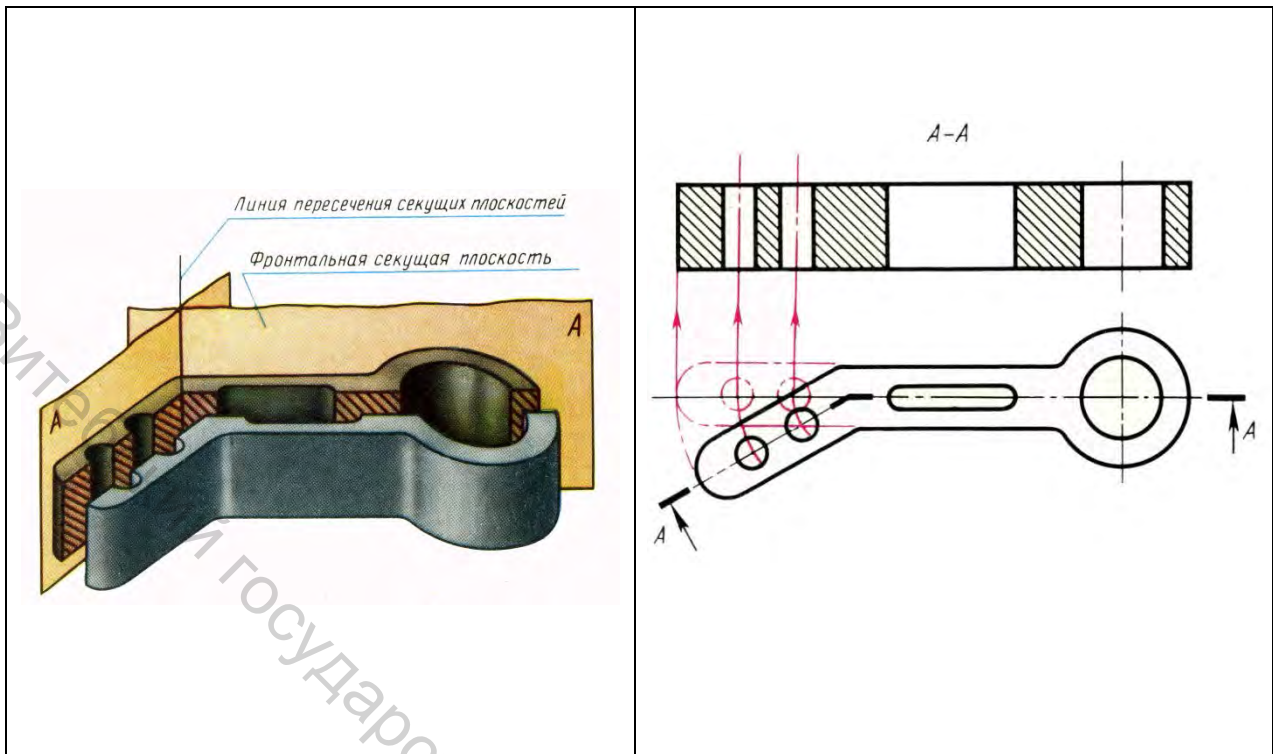


Рисунок 2.25 – Изображение и обозначение на чертежах секущих плоскостей сложного ломаного разреза

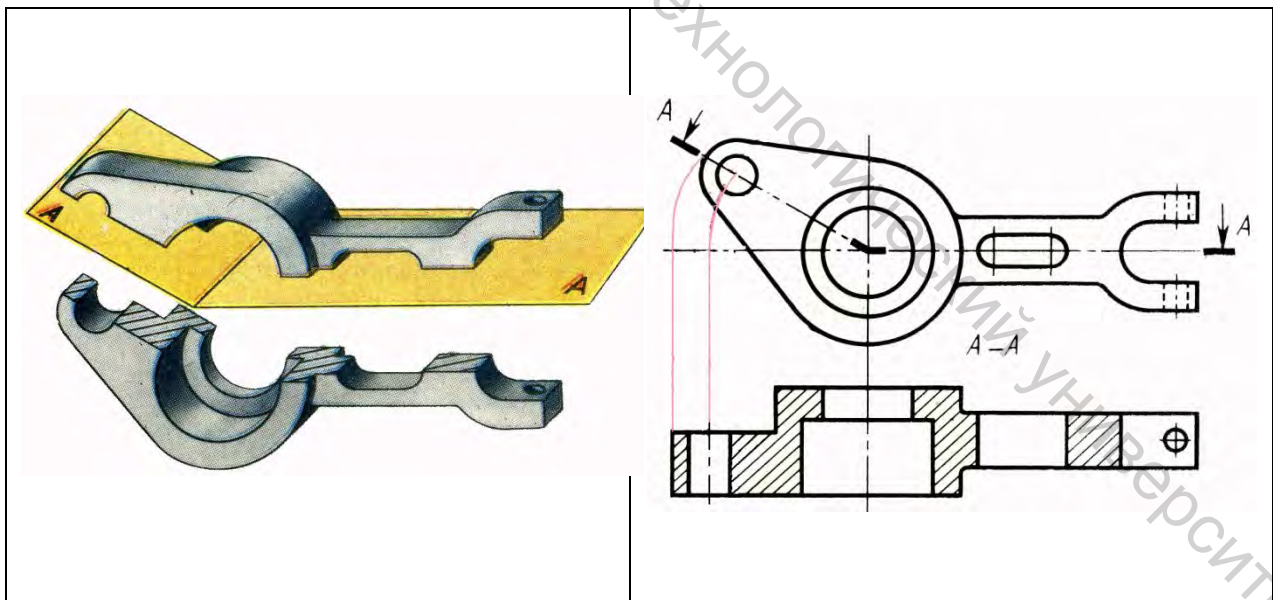


Рисунок 2.26 – Изображение и обозначение секущих плоскостей сложного ломаного разреза

2.2.5 Построение видов и сложных разрезов

Условия заданий содержат два вида предмета – спереди (главный вид) и сверху. Указаны размеры предмета.

Требуется начертить вид слева и выполнить обязательный сложный разрез. Для более полного выявления формы предмета рекомендуется также выполнить простые и местные разрезы. Чертеж в законченном виде не должен содержать линий невидимого контура предмета.

Форму пазов, отверстий и других элементов, не попавших в плоскости разрезов, рекомендуется показать с помощью местных разрезов.

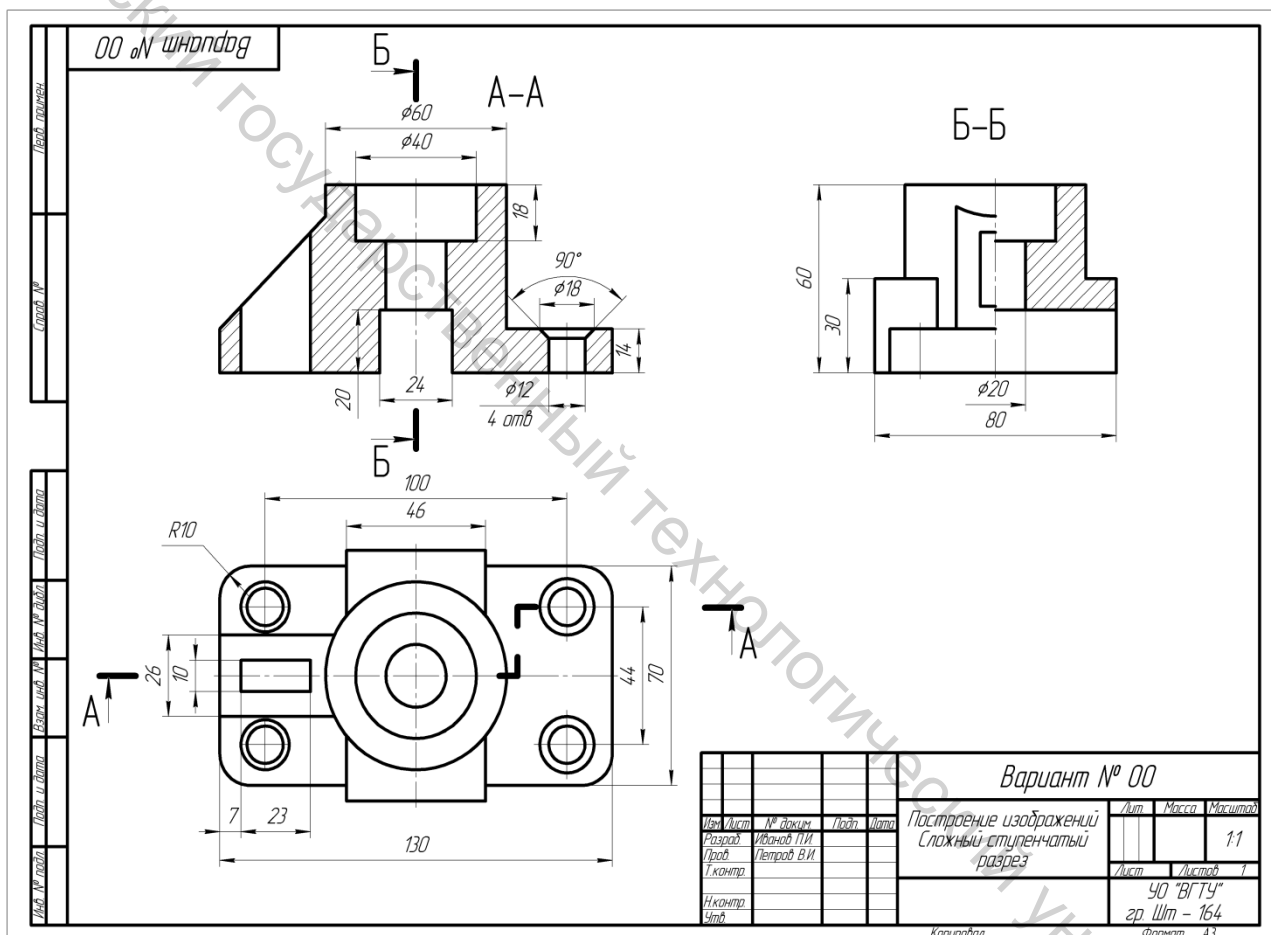
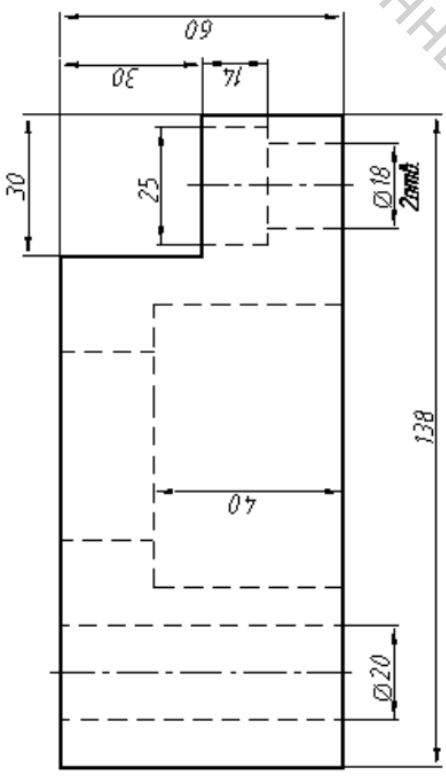


Рисунок 2.27 – Пример выполнения и оформления задания

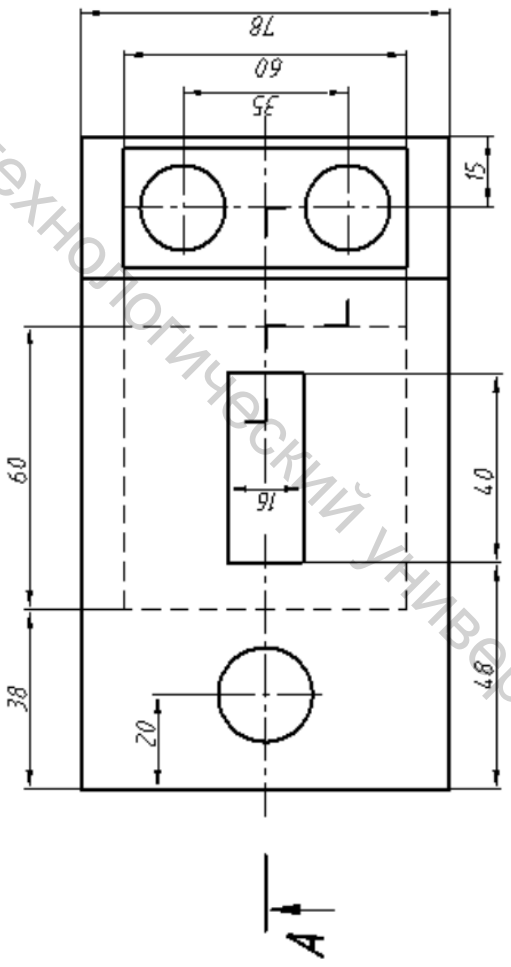
Витебский государственный технологический университет

A-A

Б-Б



Б

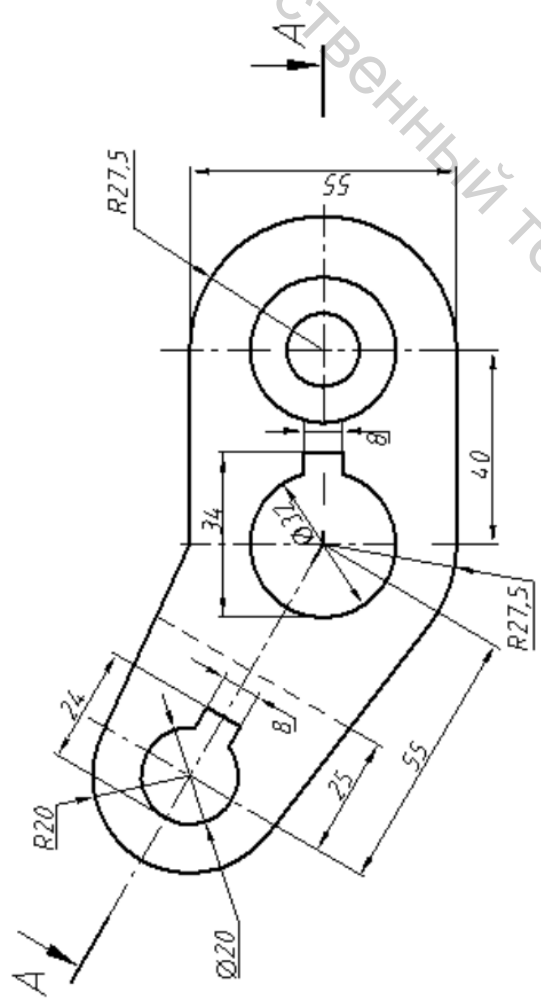


A

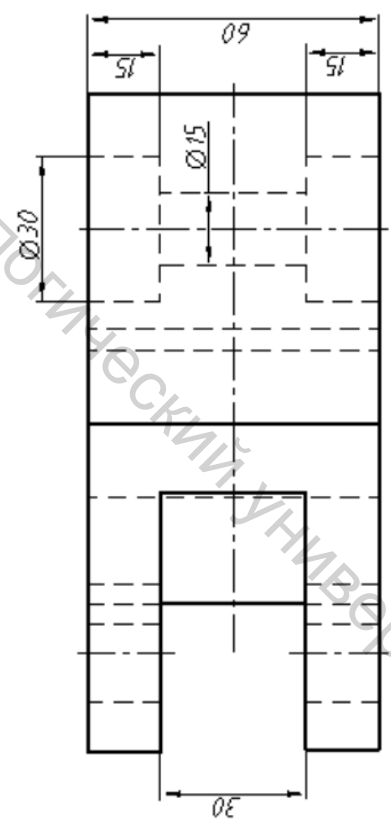
A

Б

Витебский государственный технологический университет



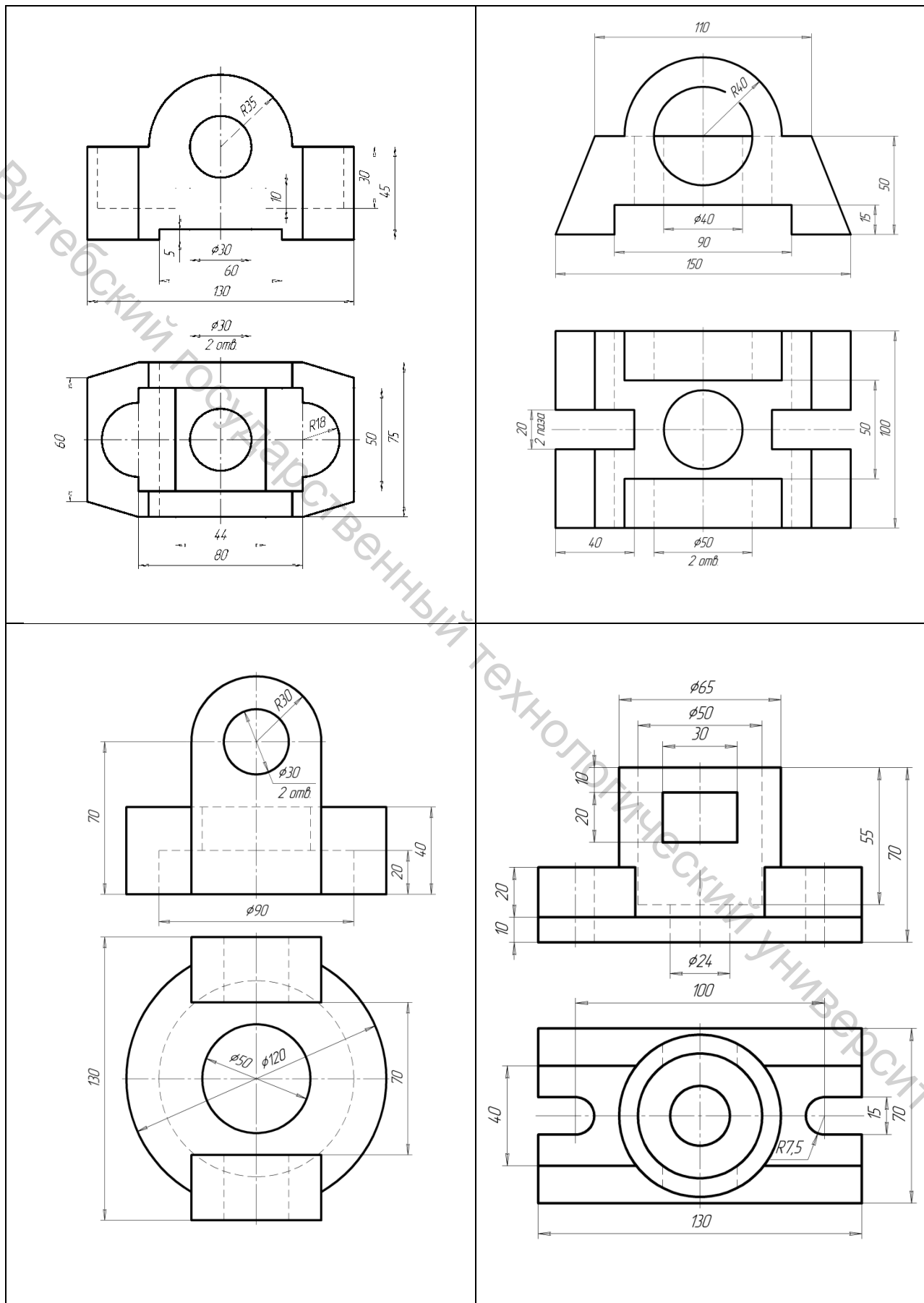
A - A



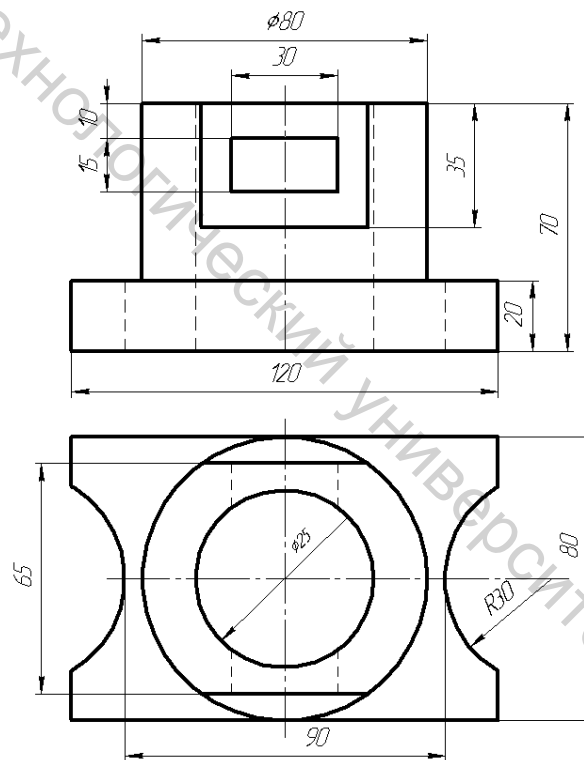
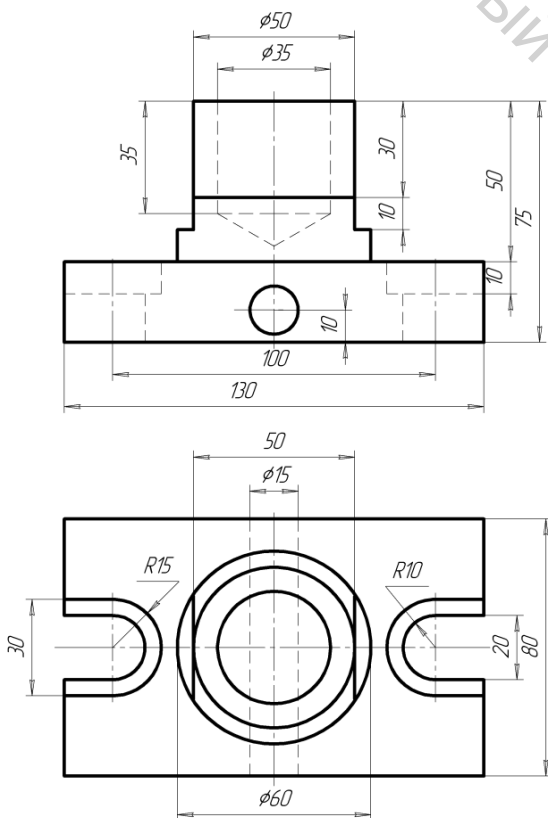
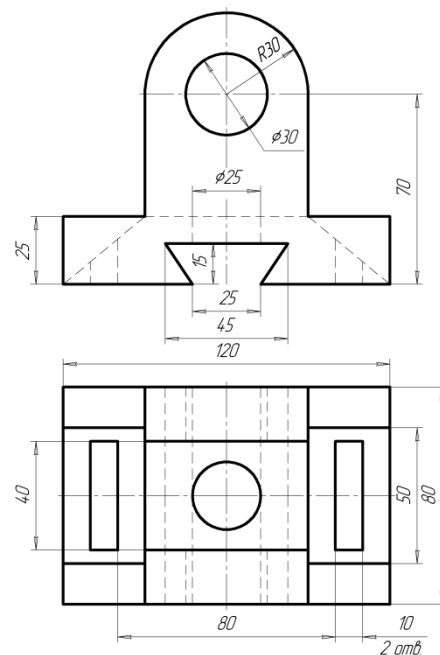
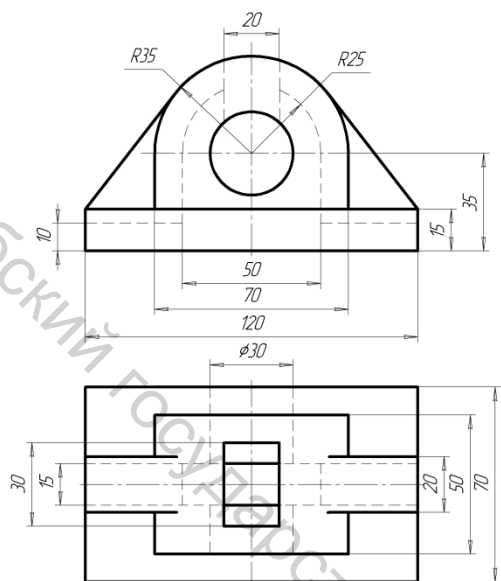
Литература

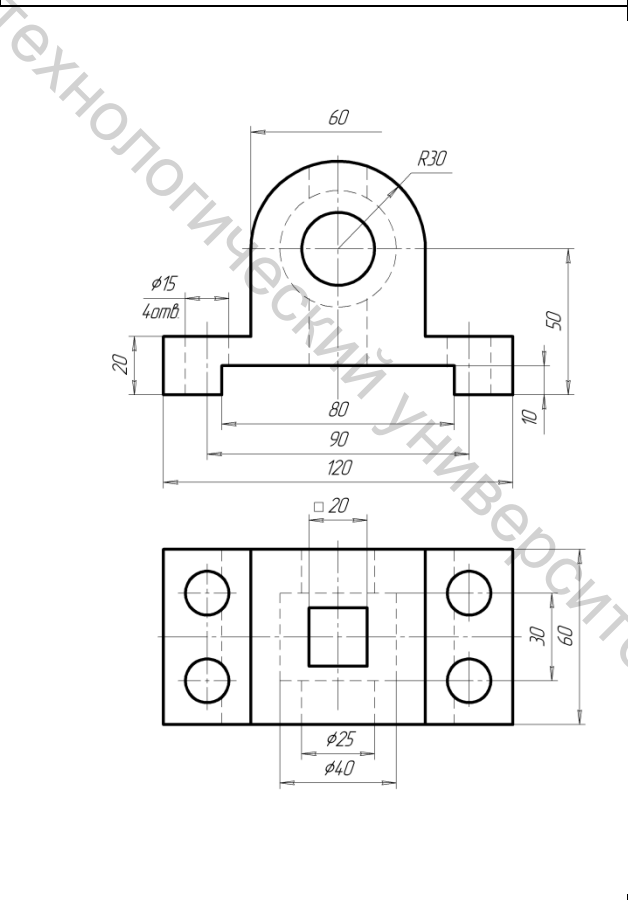
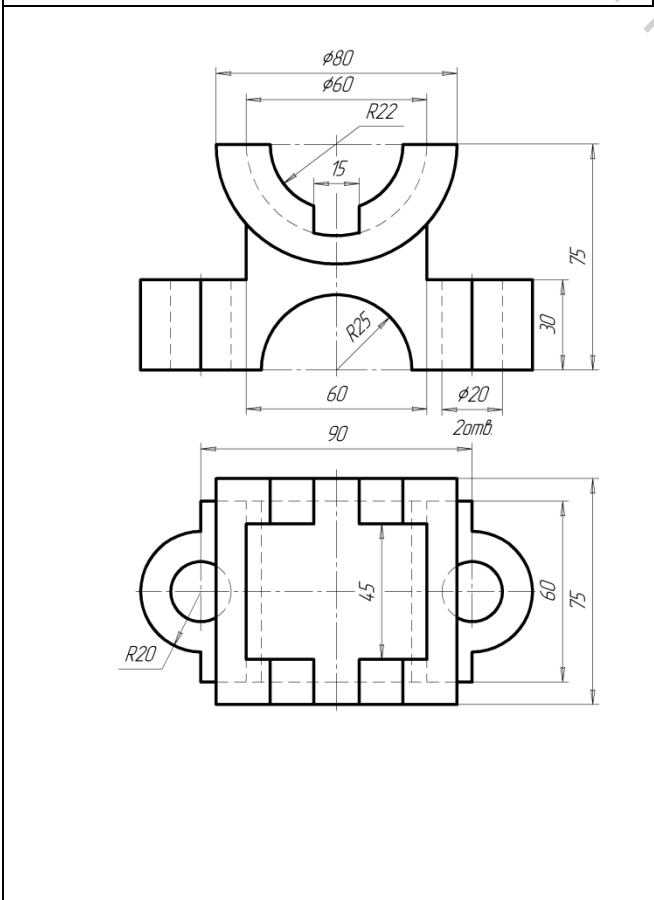
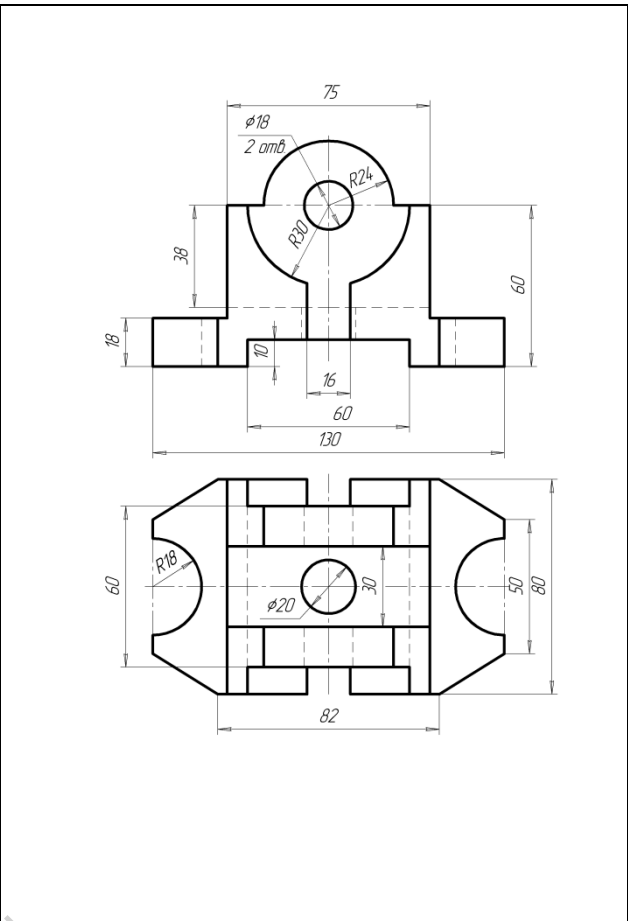
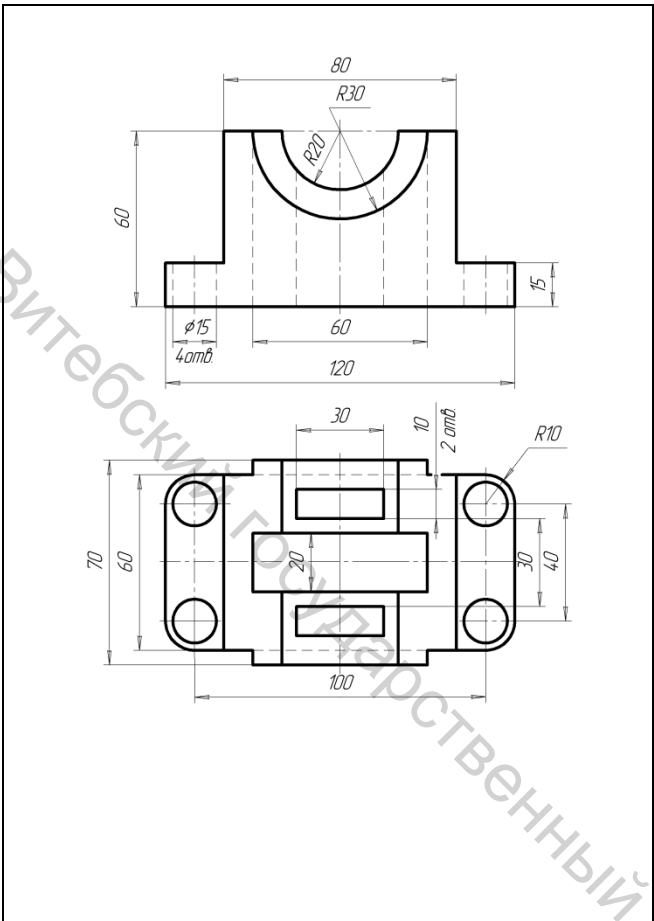
1. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии / В. О. Гордон, М. А. Семенцов. – Москва, 1988.
2. Государственные стандарты «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД).
3. Фролов, С. А. Машиностроительное черчение / С. А. Фролов. – Москва, 1981.
4. Федоренко, В. А. Справочник по машиностроительному черчению / В. А. Федоренко, А. И. Шошин. – Ленинград, 1977.
5. Богданов, В. Н. Справочное руководство по черчению / В. Н. Богданов. – Москва, 1989.
6. Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – Москва, 1994.
7. Бунина, Л. А. Практикум по инженерной графике. Построение изображений / Л. А. Бунина, Д. Г. Козинец, В. И. Луцейкович. – Витебск: ВГТУ, 2002.
8. Бунина, Л. А. Методические указания к курсу «Начертательная геометрия» для студентов заочной формы обучения / Л. А. Бунина. – Витебск: ВГТУ, 2004.

Приложение А. Задания для выполнения простых разрезов



Витебский государственный технологический университет





Учебное издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания и задания
для управляемой самостоятельной работы

Составители:

Луцейкович Валерий Иванович
Костин Павел Андреевич
Розова Людмила Ивановна
Гришаев Александр Николаевич
Малашенков Сергей Иванович

Редактор *Н.В. Медведева*
Корректор *Т.А. Осипова*
Компьютерная верстка *П.А. Костин*

Подписано к печати 19.09.17. Формат 60x90 1/8. Усл. печ. листов 8.5.
Уч.-изд. листов 4.1. Тираж 40 экз. Заказ № 294.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.