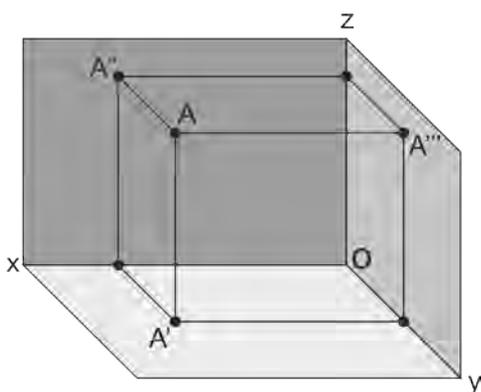


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
"Витебский государственный технологический университет"

Начертательная геометрия и перспектива.
Начертательная геометрия

Рабочая тетрадь

для студентов специальностей
1-19 01 01-01 «Дизайн объемный»,
1-19 01 01-02 «Дизайн предметно-пространственной среды»
дневной формы обучения



Студент _____

Группа _____

Преподаватель _____

Витебск
2014

УДК 511(07)

Начертательная геометрия и перспектива. Начертательная геометрия : рабочая тетрадь для студентов специальностей 1-19 01 01-01 «Дизайн объемный», 1-19 01 01-02 «Дизайн предметно-пространственной среды» дневной формы обучения

Витебск, Министерство образования республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2014

Составитель: ст. преп. Луцейкович В.И.

Рабочая тетрадь предназначена для работы на практических занятиях при изучении дисциплины «Начертательная геометрия и перспектива» для специальностей 1-19 01 01-01 «Дизайн объемный», 1-19 01 01-02 «Дизайн предметно-пространственной среды» дневной формы обучения.

Одобрено кафедрой инженерной графики УО «ВГТУ».
Протокол № 9 от «18» марта 2014 г.

Редактор: Полозков Ю.В.
Рецензент: Оксинь С.П.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ». Протокол № 3 от «28» марта 2014 г.

Ответственный за выпуск: Бардиан С.И.

Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати 20.05.2014 Формат 60x90 1/8 Уч.-изд. лист 2,6.
Печать ризографическая. Тираж 50 экз. Заказ № 179 Цена _____

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12.02.2014.

210035, Витебск, Московский проспект, 72.

Содержание

Введение.....	4
1 Точка в системе плоскостей проекций	5
2 Прямая	9
3 Плоскость.....	12
4 Многогранники.....	15
5 Цилиндр	21
6 Конус	26
7 Метрические задачи. Методы преобразования чертежа	31
8 Развертки	34
Вопросы и упражнения для самоконтроля	39
Литература	42

Введение

Начертательная геометрия и перспектива является одной из дисциплин дизайнерского образования, которая способствует развитию пространственного воображения, решению задач на построение изображений, проекционных, метрических, комбинированных задач, которые находят широкое применение в практической деятельности.

Рабочая тетрадь является частью учебно-методического комплекса, организующего учебную деятельность студентов по освоению курса «Начертательная геометрия и перспектива». Рабочая тетрадь включает типовые задания по начертательной геометрии и краткие методические указания по выполнению и оформлению этих заданий. Методические указания предназначены для того, чтобы студенты при самостоятельном изучении курса имели возможность подготовиться к практическим занятиям по дисциплине, к выполнению плановых работ. Кроме этого, методические указания применяются для решения задач на занятиях и для подготовки к итоговому экзамену и зачету по дисциплине.

Задания в методических указаниях следует выполнять карандашами с помощью чертёжных инструментов – треугольников, циркулей, лекал. Все вспомогательные построения, в том числе и линии связи, выполняются тонкими линиями. В качестве линий видимого контура используются сплошные основные линии, невидимый контур изображается штриховыми линиями. Толщина тонких, штриховых и штрихпунктирных линий должна быть в 2...3 раза тоньше основных линий.

Основным видом работы по освоению материала курса является самостоятельная работа студента. Изучение начертательной геометрии и перспективы следует начинать с проработки теоретического учебного материала и только после этого приступать к выполнению практических заданий.

При изучении разделов начертательной геометрии решению задач должно быть уделено особое внимание. Для успешного решения задачи необходимо понять ее условие, представив в пространстве заданные геометрические образы, и выработать общий план решения задачи. Только после этого следует приступать к реализации решения на чертеже. На начальной стадии изучения курса при решении задач полезно прибегать к моделированию изучаемых и заданных условий геометрических образов. Задачи, представленные в данных методических указаниях, подлежат обязательному решению на практических занятиях и при подготовке к ним в домашних условиях.

В рабочей тетради помещены задачи, часть из которых решается студентом на практических занятиях под руководством преподавателя, остальные задачи даются на домашнюю проработку. Задачи студент решает непосредственно в «Рабочей тетради». Все графические построения выполняются только с помощью чертежных инструментов (треугольник, линейка, циркуль, транспортир и т. д.) и чертежных карандашей.

1 Точка в системе плоскостей проекций

В решениях задач необходимо выдержать те параметры, которые заданы условием. 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 этой 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 текущей 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 текущей точки.

Слова «**выше**» или «**ниже**» говорят о том, что следует изменить координату Z , то есть высоту текущей точки. В этом случае сравниваются расстояния точек до горизонтальной плоскости проекций.

1.1 Ответить на вопросы:

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

горизонтальную	
фронтальную	
профильную	

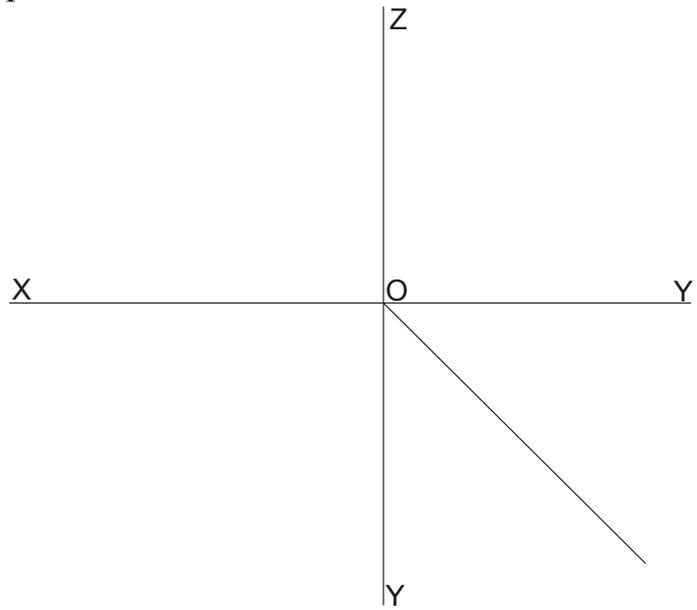
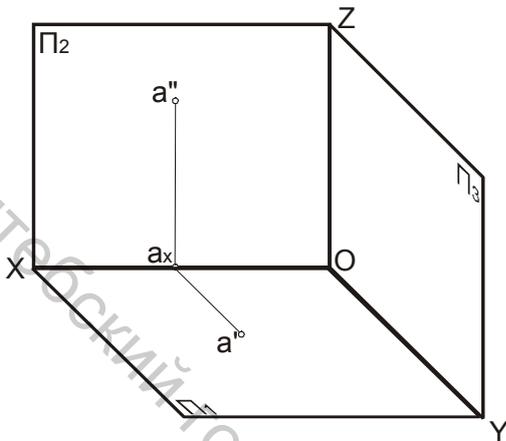
- Какая из координат точки равна нулю, если точка принадлежит горизонтальной (фронтальной, профильной) плоскости проекции?

горизонтальной	
фронтальной	
профильной	

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

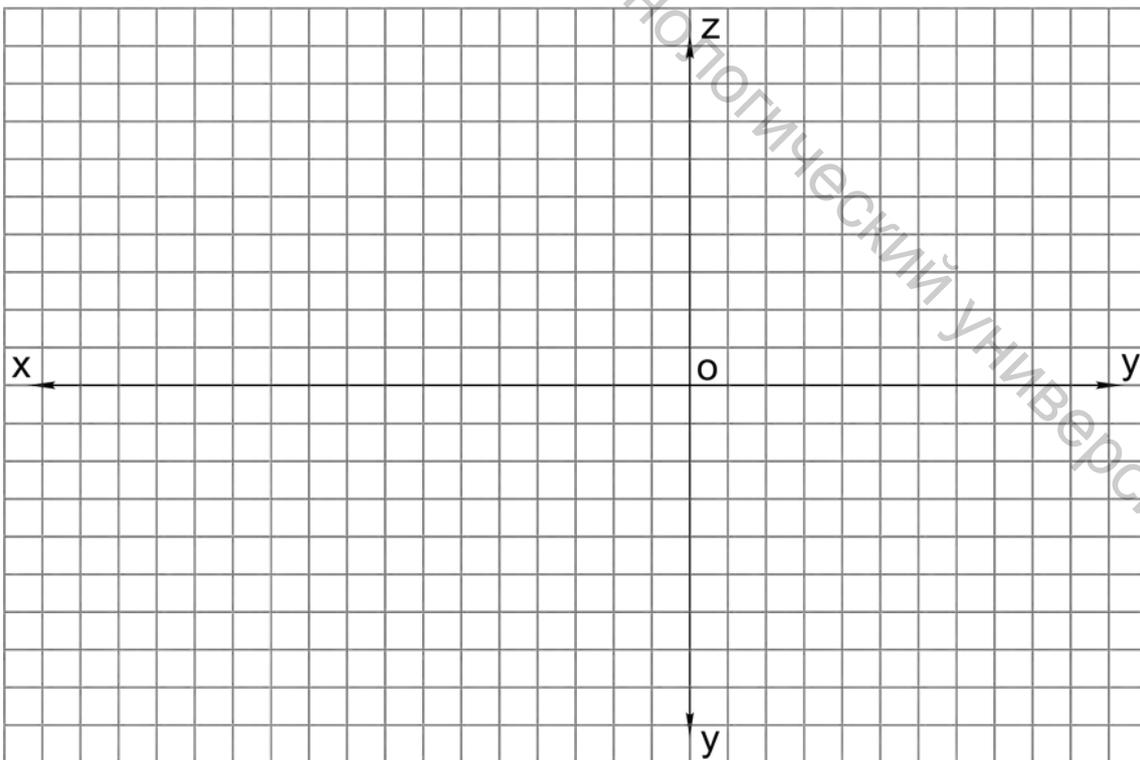
OX	
OY	
OZ	

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

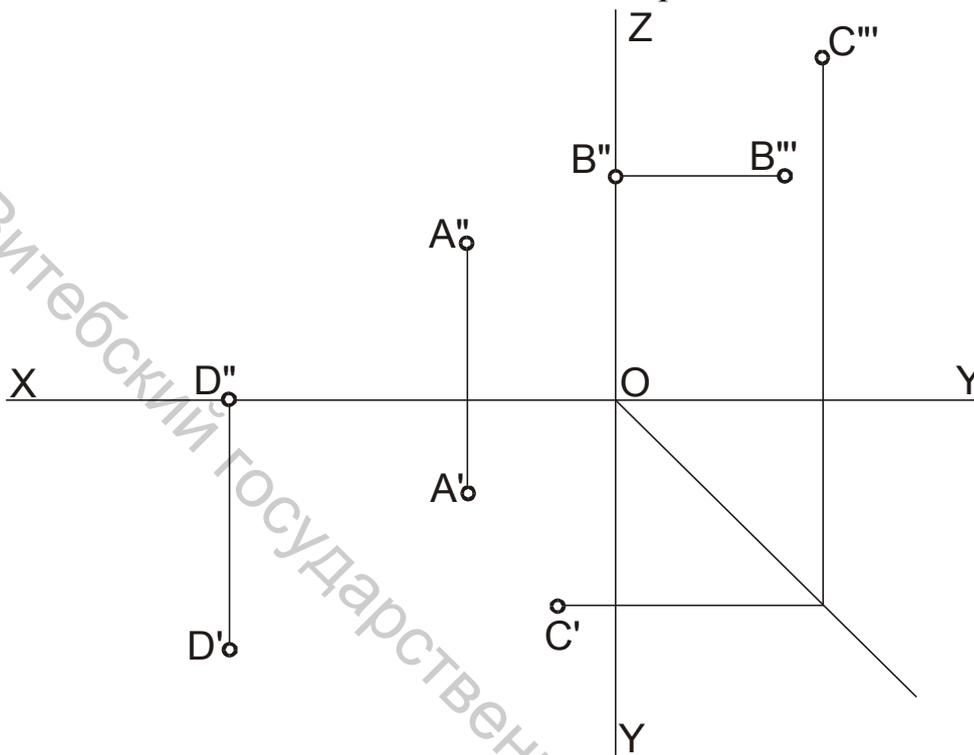


1.3 Построить по заданным координатам на трехпозиционном комплексном чертеже три проекции точек $A(40, 25, 15)$, $B(60, 0, 30)$, $C(0, 30, 20)$, $D(0, 15, 0)$. Определить и записать их положение в пространстве.

A		C	
B		D	

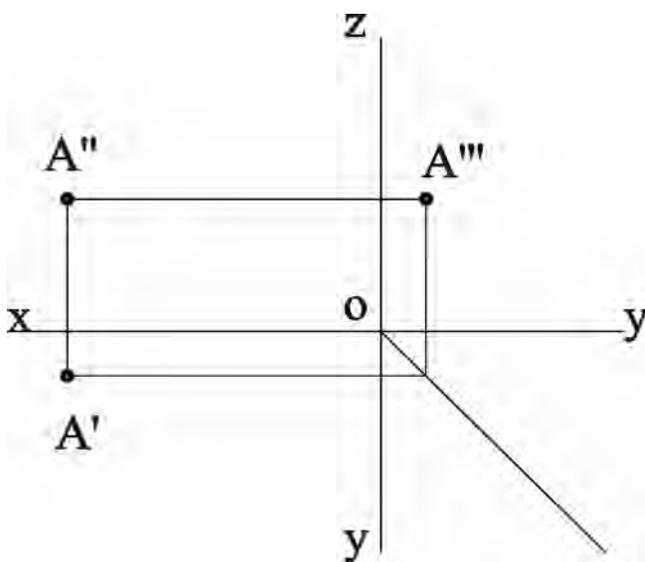


1.4 Построить третью проекцию точек A, B, C, D . Определить и записать положение точек относительно плоскостей проекций.

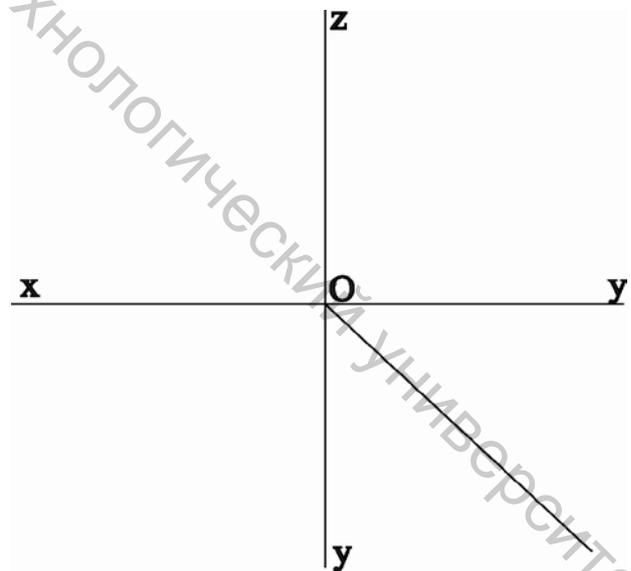


Ближе к	
Π_1	
Π_2	
Π_3	
Далее от	
Π_1	
Π_2	
Π_3	

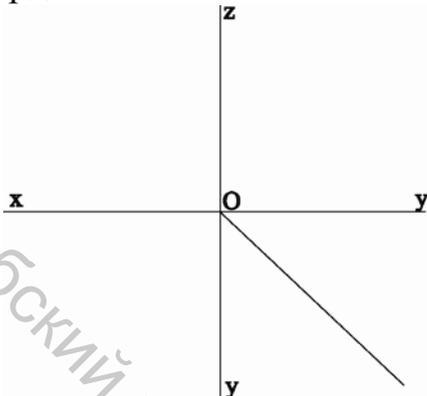
Пример: Построить три проекции точки $A(35, 5, 15)$.



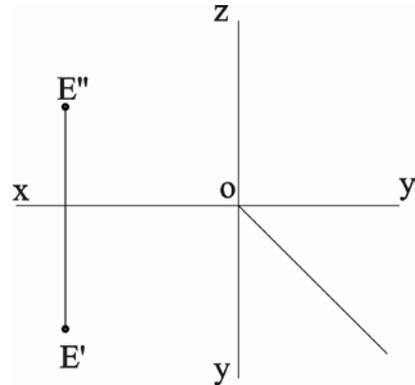
1.5 Построить и обозначить три проекции точки $F(30, 15, 25)$.



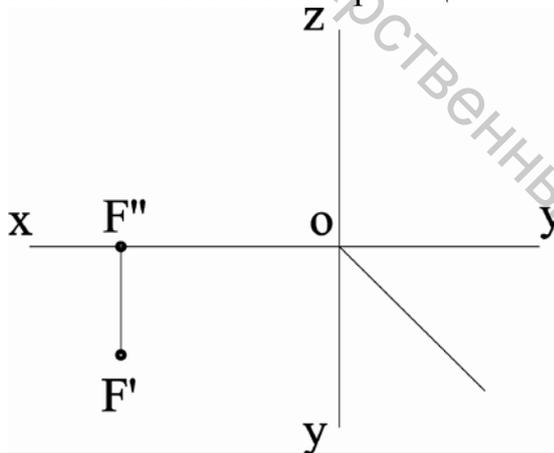
1.6 Построить три проекции точки K , принадлежащей оси OZ . Записать ее координаты.



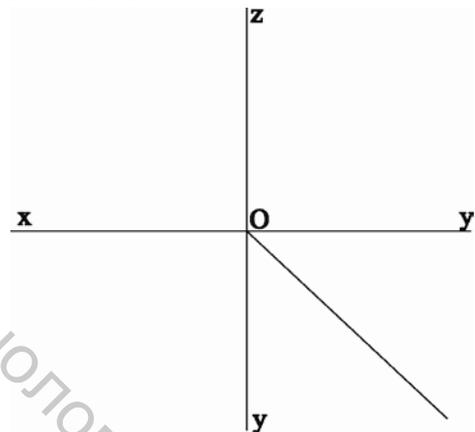
1.7 Построить три проекции точки K , расположенной правее точки E на расстояние 20 мм.



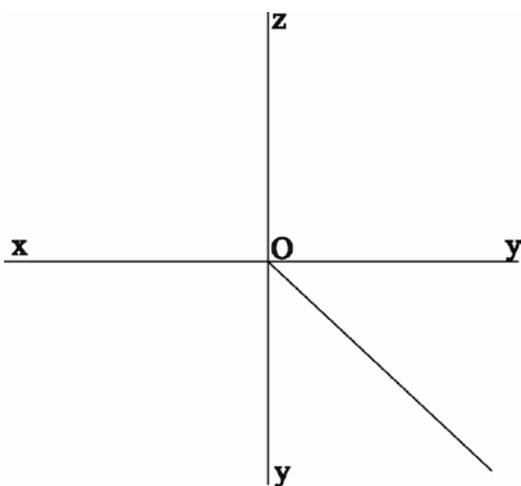
1.8 Построить недостающую проекцию точки F . Определить и записать ее координаты и положение в системе плоскостей проекций.



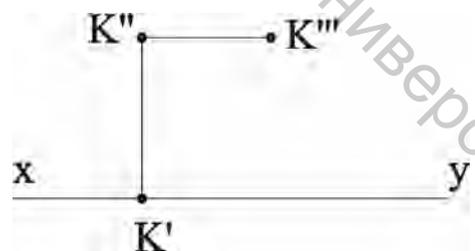
1.9 Построить три проекции точки K , равноудаленной от фронтальной и профильной плоскостей проекций на расстояние 20 мм.



1.10 Построить три проекции точки B , принадлежащей фронтальной плоскости проекций.



1.11 Даны три проекции точки K и направления координатных осей Ox и Oy . Определить положение оси Oz и записать координаты точки.



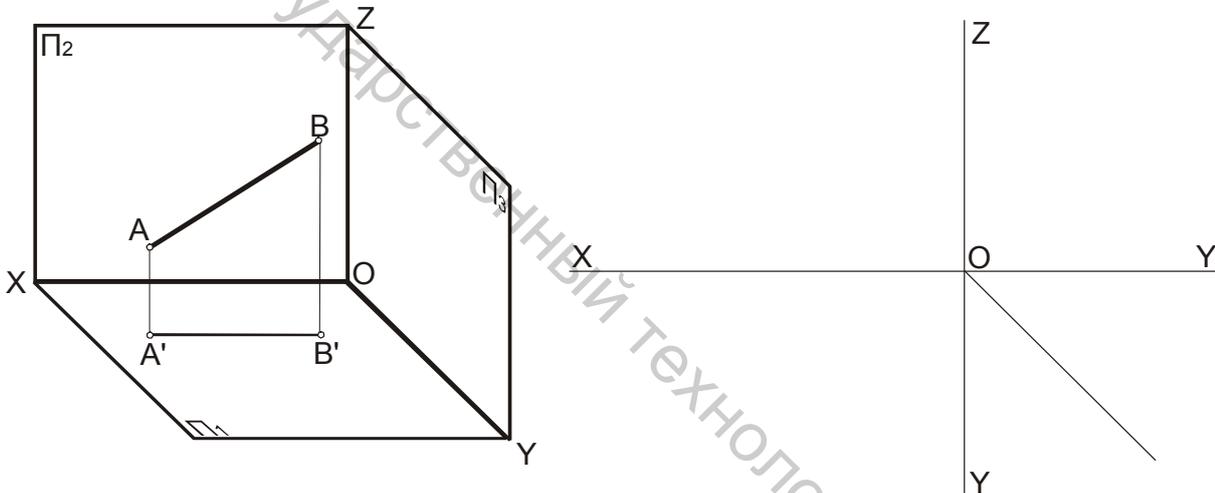
2 Прямая

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.

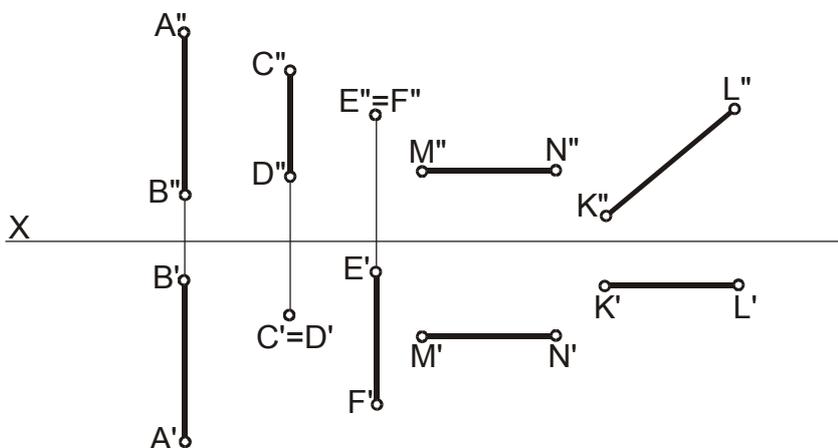
При построении прямых частного положения следует принять во внимание, что некоторые проекции таких прямых занимают частное – параллельное или перпендикулярное положение по отношению к осям проекций.

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

2.1 На наглядном изображении построить фронтальную и профильную проекции отрезка прямой AB . Построить комплексный чертеж этого отрезка.

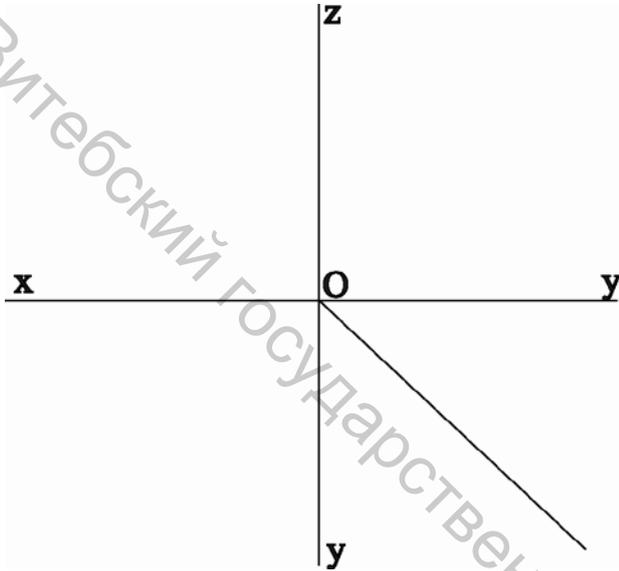


2.2 Как расположены отрезки прямых AB, CD, EF, MN, KL относительно плоскостей проекций?

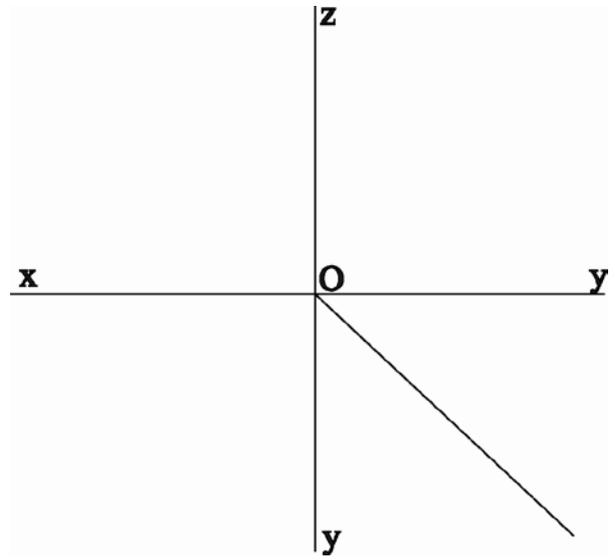


AB	
CD	
EF	
MN	
KL	

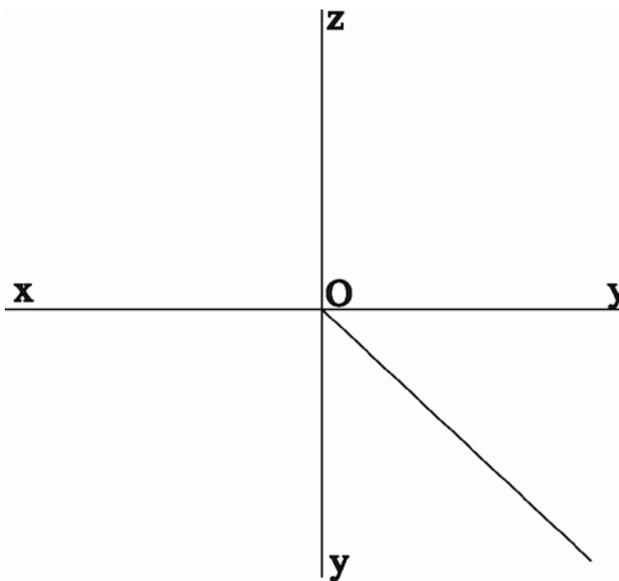
2.3 Построить три проекции отрезка AB : $A(10,15,5)$; $B(35,25,30)$. Построить на отрезке AB точку C , удаленную от профильной плоскости проекций на расстояние 20 мм.



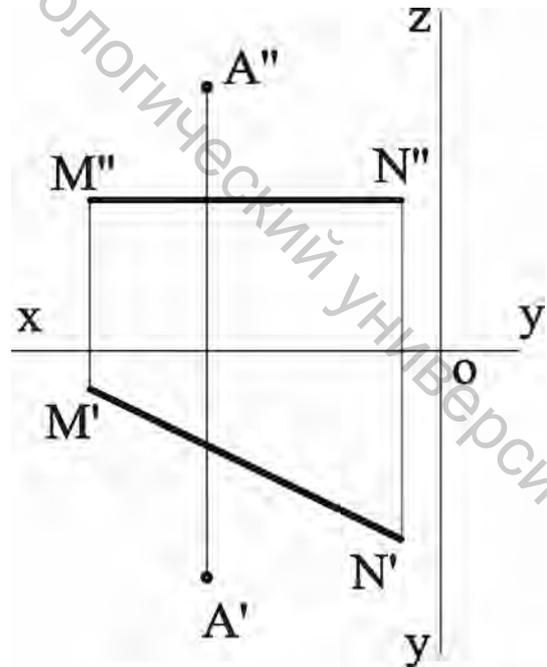
2.4 Построить три проекции профильно-проецирующего отрезка MN , длина которого 20 мм.



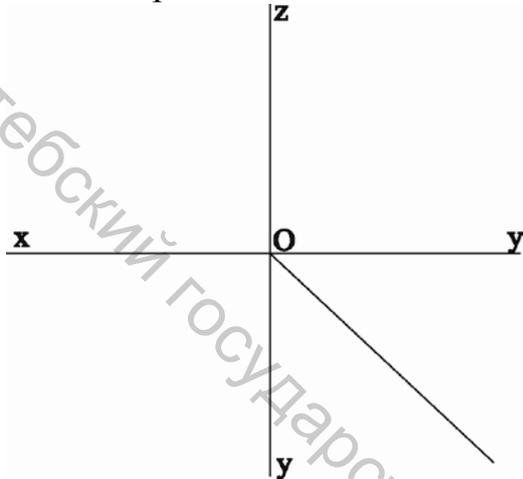
2.5 Построить три проекции отрезка CE общего положения, правый конец которого точка C находится на оси OZ .



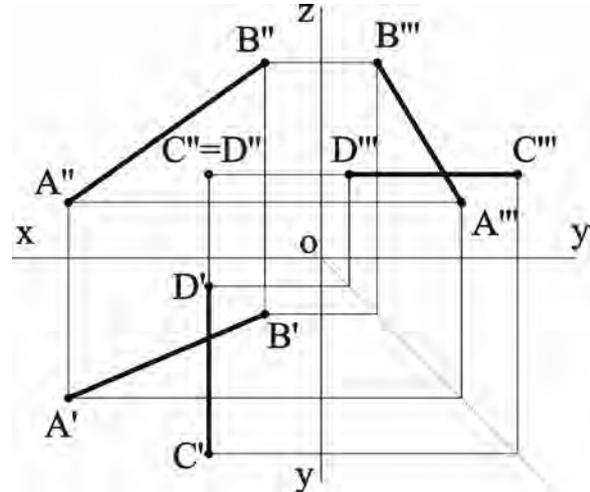
2.6 Построить проекции отрезка, определяющего расстояние от точки A до отрезка MN .



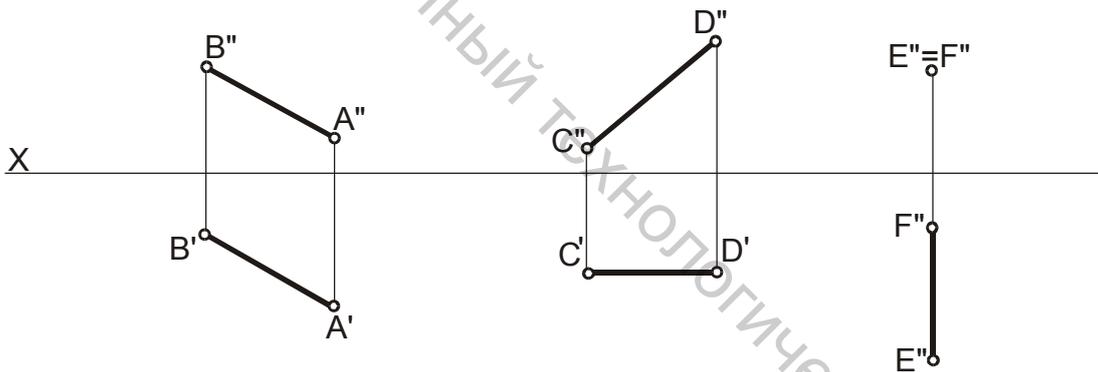
2.7 Построить три проекции пересекающихся прямых AB и CD : при этом прямая AB параллельна горизонтальной плоскости проекций, а CD перпендикулярна профильной плоскости проекций.



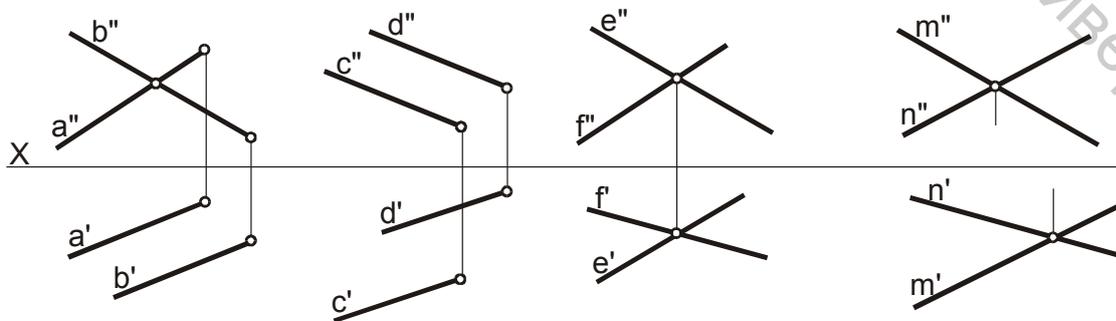
Пример: Построить три проекции скрещивающихся прямых AB и CD : при этом прямая AB общего положения, а CD перпендикулярна фронтальной плоскости проекций.



2.8 Определить следы заданных на чертеже прямых.



2.9 Определить взаимное положение двух прямых. Выявить конкурирующие точки и определить их видимость.



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.

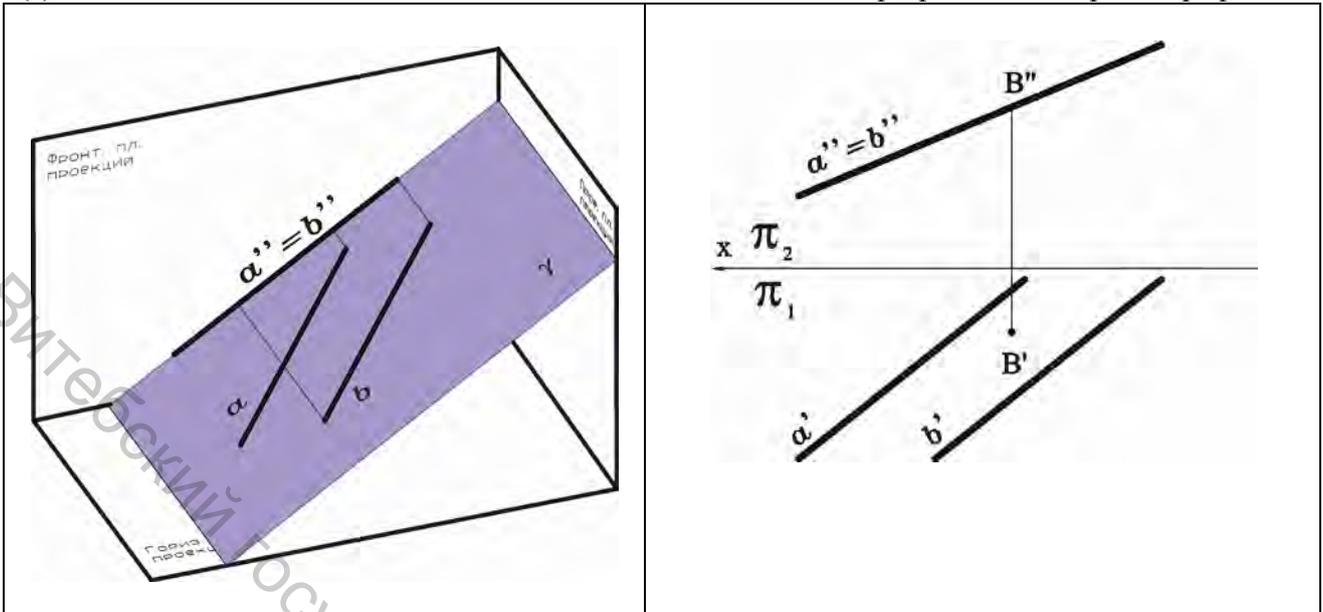
Необходимо также помнить о том, что из всех многоугольников только треугольник является сам по себе плоской фигурой. Построение четвертой, пятой и т. д. точек, принадлежащих плоскости, требуют вспомогательных построений, обеспечивающих такую принадлежность.

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

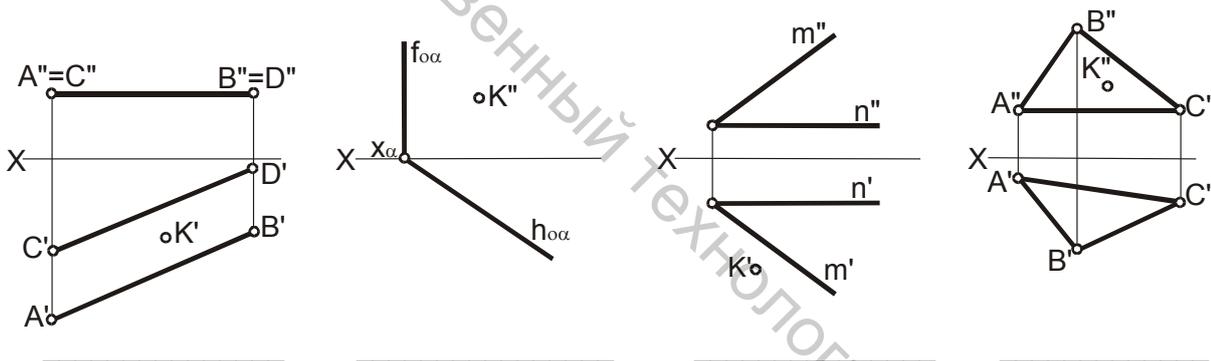
Для построения точки в плоскости в общем случае требуется построить прямую линию в этой плоскости. Однако если заданная плоскость есть плоскость частного положения, решение задачи упрощается, так как такие плоскости обладают собирательным свойством. Это значит, что одна из проекций точки или прямой или 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 Определить и записать, чем заданы и как расположены изображенные плоскости. Построить недостающую проекцию точки K , принадлежащей заданным плоскостям.

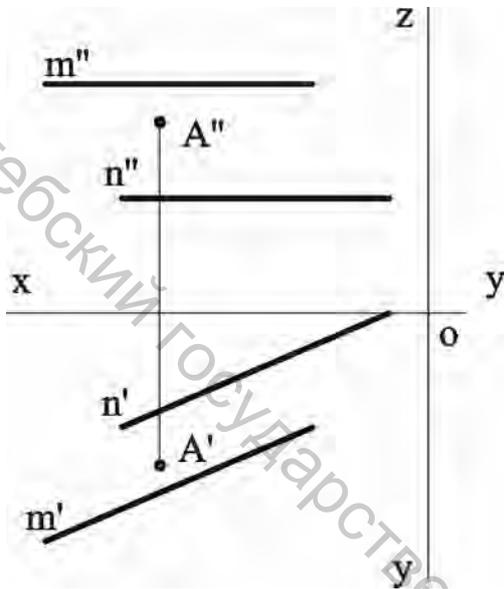


3.2 Построить две проекции плоскостей: а) горизонтальной плоскости уровня, заданной тремя точками; б) фронтально-проецирующей плоскости, заданной прямой и точкой; в) фронтальной плоскости уровня, заданной двумя пересекающимися прямыми.

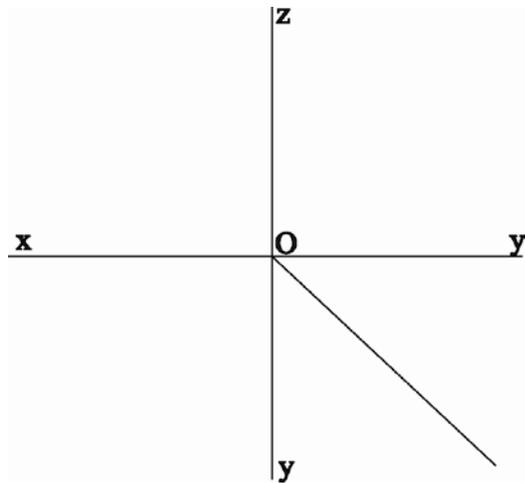
а) б) в)

X _____ X _____ X _____

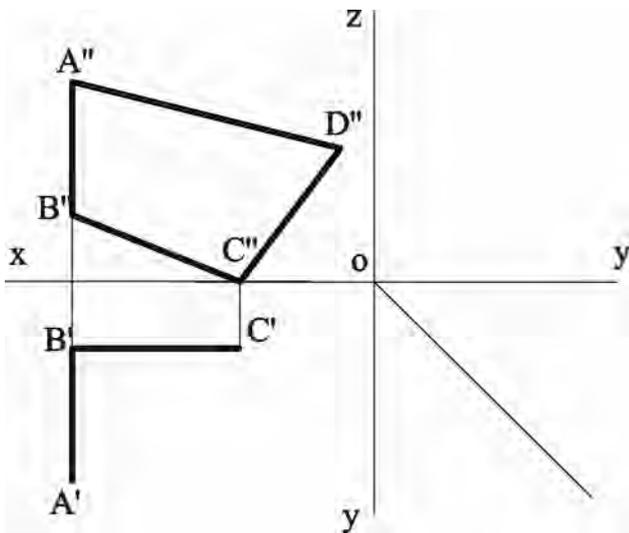
3.3 Определить (построением), принадлежит ли точка $A(A', A'')$ плоскости общего положения $\beta(m||n)$.



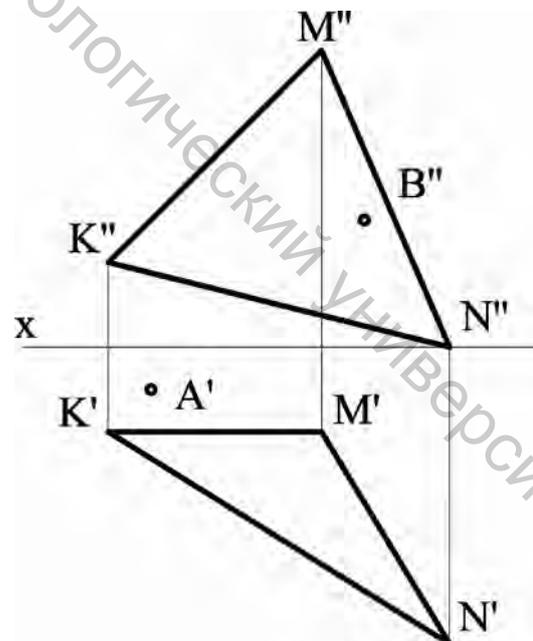
3.4 Построить три проекции горизонтально-проецирующей плоскости, заданной двумя пересекающимися прямыми.



3.5 Достроить горизонтальную и построить профильную проекцию плоского четырехугольника $ABCD$.



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



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 выше названных 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.

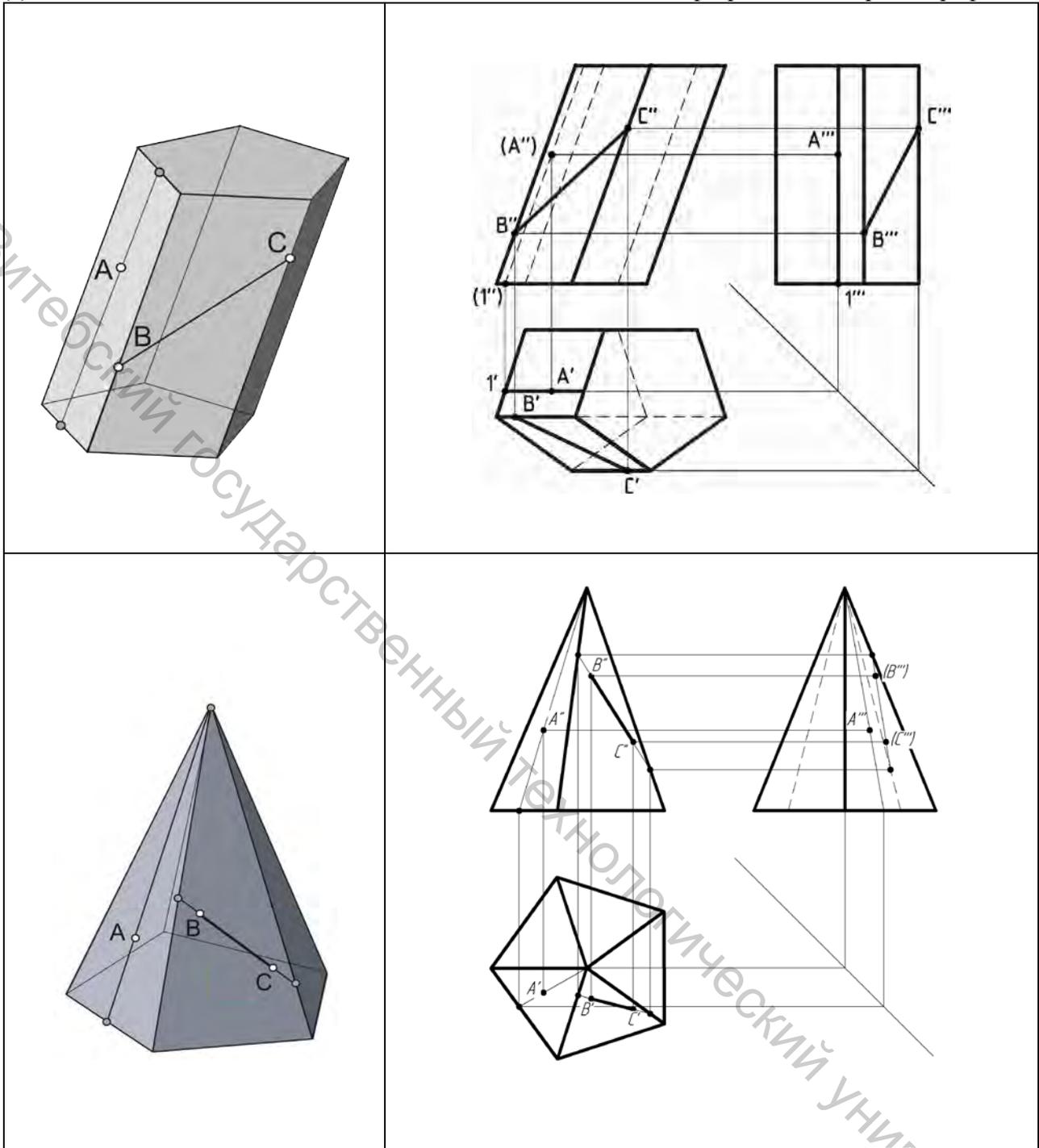
Задача на построение проекций пирамиды по заданным координатам вершин сводится к построению проекций точек по их координатам. Соединение точек, т. е. построение ребер, следует проводить с учетом видимости. Очерк многогранника всегда виден. Невидимыми будут ребра, которые располагаются за видимыми гранями 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.

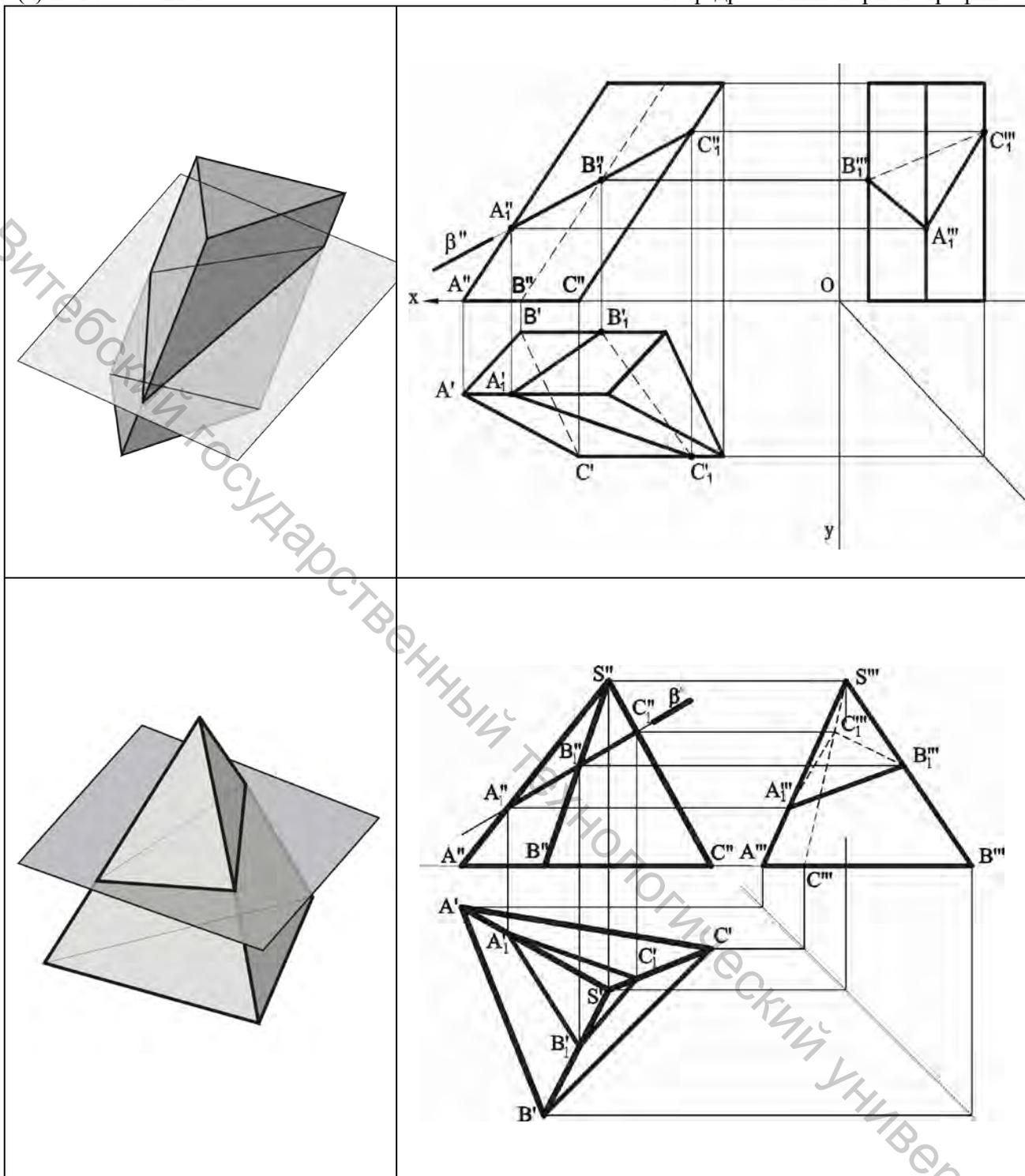
1. Построить (по точкам) проекции нижнего основания призмы.
2. Построить проекцию одной (заданной) вершины верхнего основания.
3. Построить проекции бокового ребра, соединив отрезком соответствующие точки верхнего и нижнего оснований.
4. Построить оставшиеся проекции боковых ребер, которые будут параллельны 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 BC имеют с гранями две общие точки (на ребрах), а точки A находятся на прямых, принадлежащих этим граням. На трехпроекционном чертеже показано построение точки A , принадлежащей боковой грани пирамиды и наклонной призмы, и отрезка BC , принадлежащего также боковым граням. Точка A построена с помощью вспомогательной прямой, принадлежащей грани призмы и пирамиды.

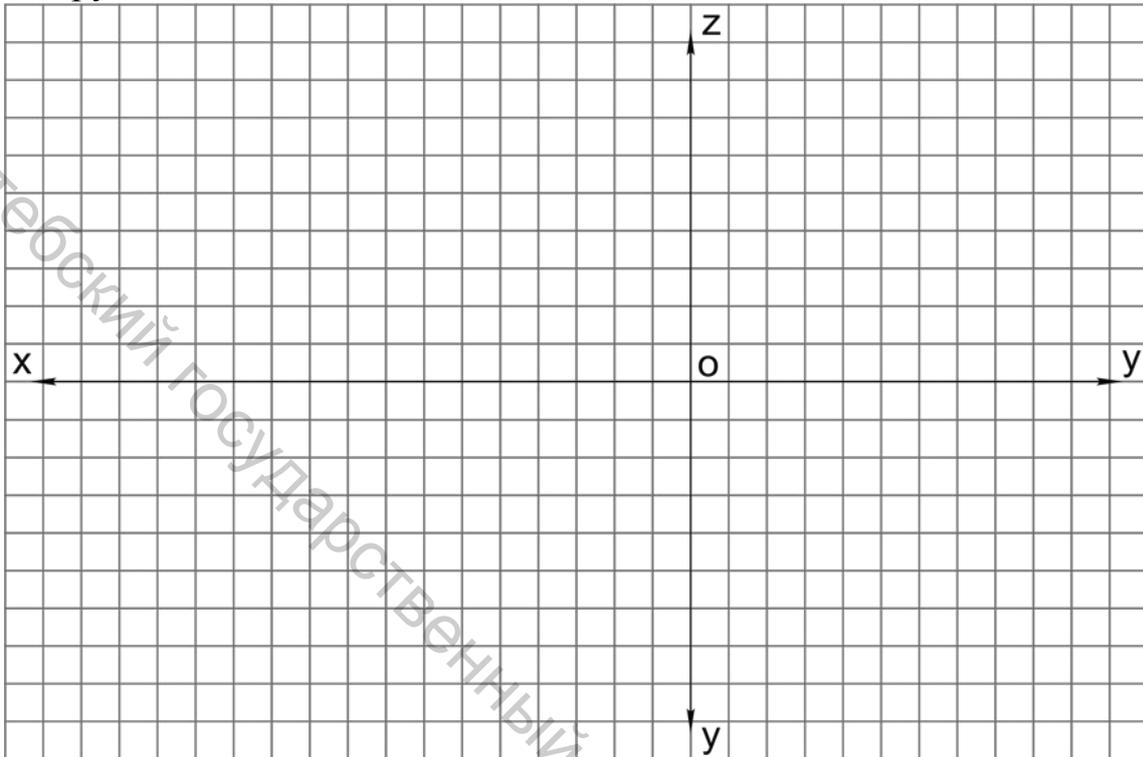


Построение сечений многогранников плоскостью сводится, во-первых, к нахождению точек пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью и, во-вторых, последовательному соединению построенных точек с учетом видимости граней многогранника. Последовательное соединение предполагает соединение пары точек, 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.

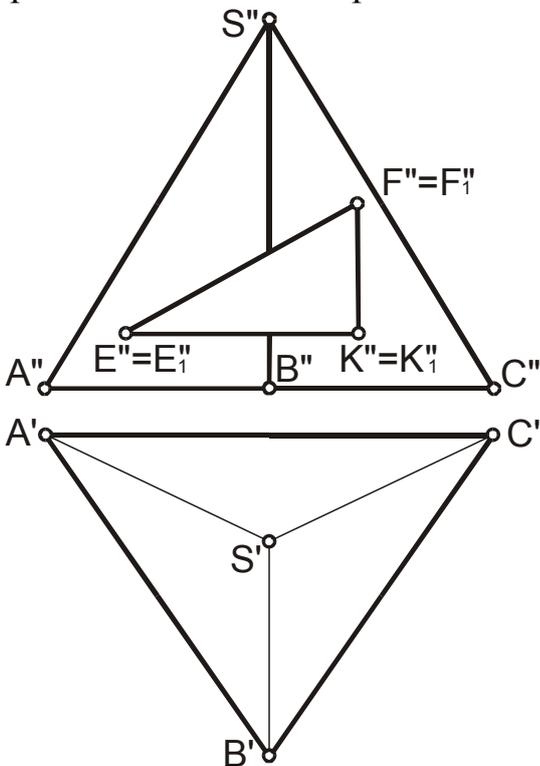


При построении проекций **нормального сечения** призмы необходимо помнить о том, что секущая плоскость должна быть перпендикулярна боковым ребрам призмы.

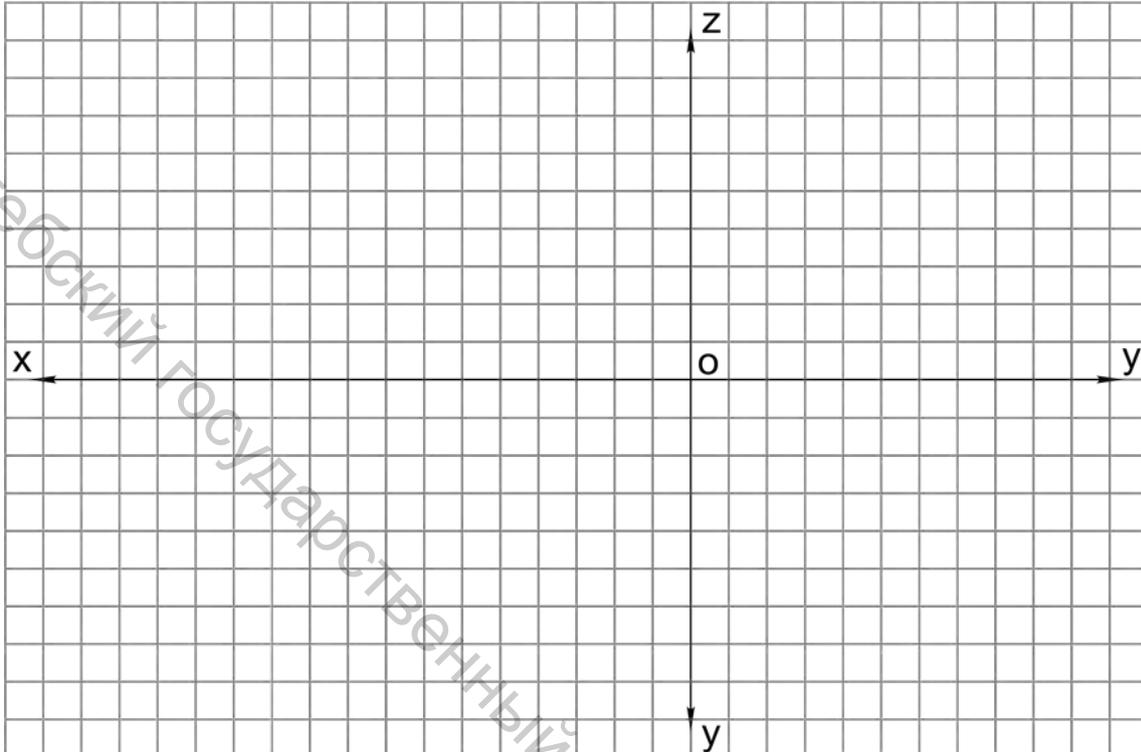
4.1 Построить три проекции пирамиды $SABC$, заданной координатами ее вершин: $A(65, 10, 10)$, $B(50, 0, 35)$, $C(40, 35, 0)$, $S(20, 20, 40)$. Определить видимость ребер, граней пирамиды. Построить сечение пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью.



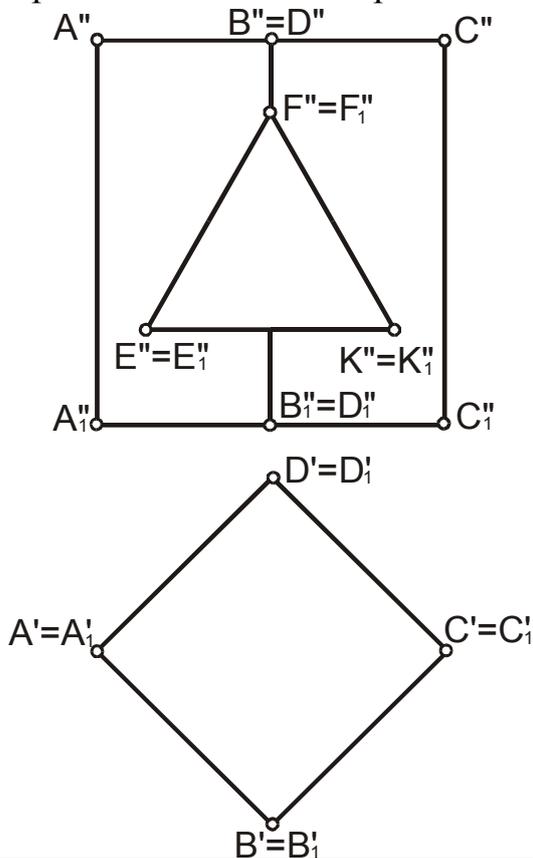
4.2 Построить третью проекцию пирамиды $SABC$ и недостающие проекции призматического отверстия $EFKE_1F_1K_1$.



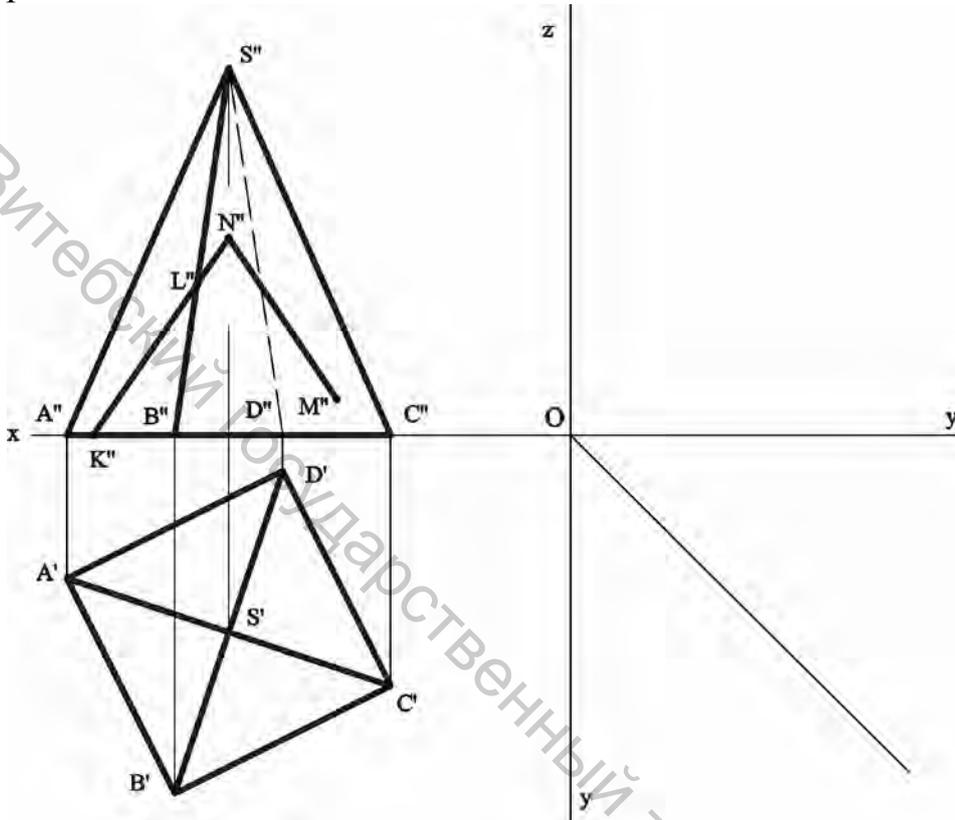
4.3 Построить три проекции призмы $ABCA_1B_1C_1$, заданной координатами вершин верхнего основания $A(30, 20, 30)$; $B(5, 5, 30)$; $C(15, 40, 30)$ и точки $C_1(50, 40, 0)$ верхнего основания. Определить видимость ребер, граней пирамиды. Построить сечение призмы горизонтально-проецирующей плоскостью.



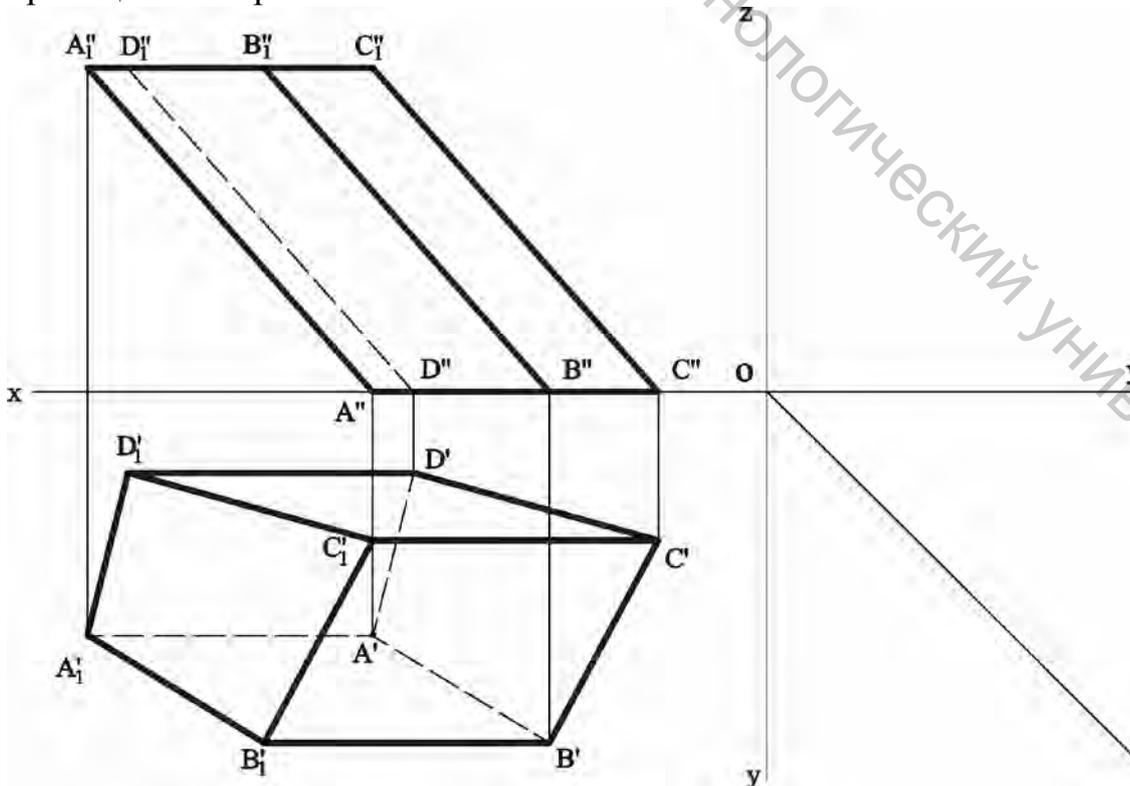
4.4 Построить третью проекцию призмы $ABCA_1B_1C_1$ и недостающие проекции призматического отверстия $EFK E_1F_1K_1$.



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



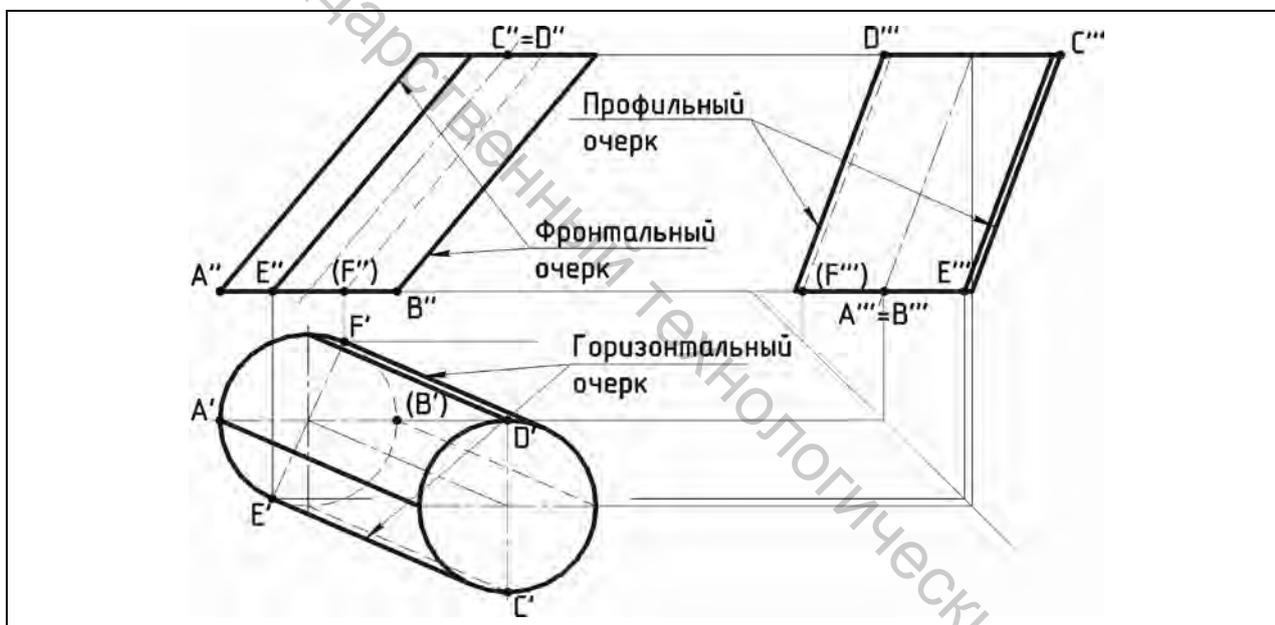
4.6 Построить профильную проекцию наклонной призмы $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ и проекции ее нормального сечения.



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.

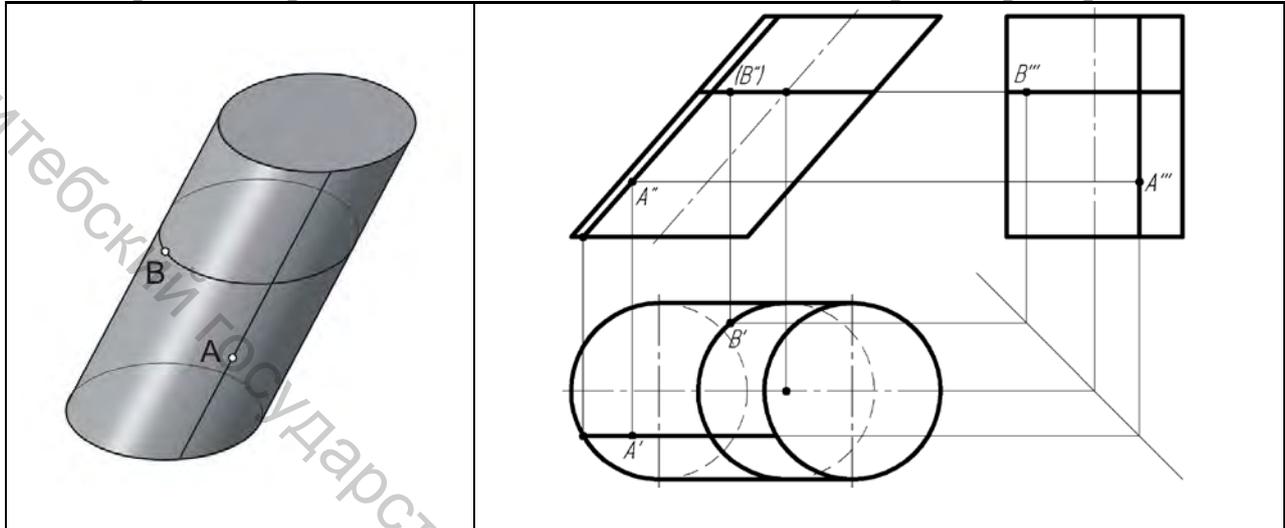


Все образующие цилиндра параллельны между собой. Поэтому для построения их проекций достаточно нахождения одной конечной точки образующей на любом основании цилиндра. Направление проекций строящихся образующих определяется направлением осевой линии цилиндра или любой очерковой образующей.

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 рисунок 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 .



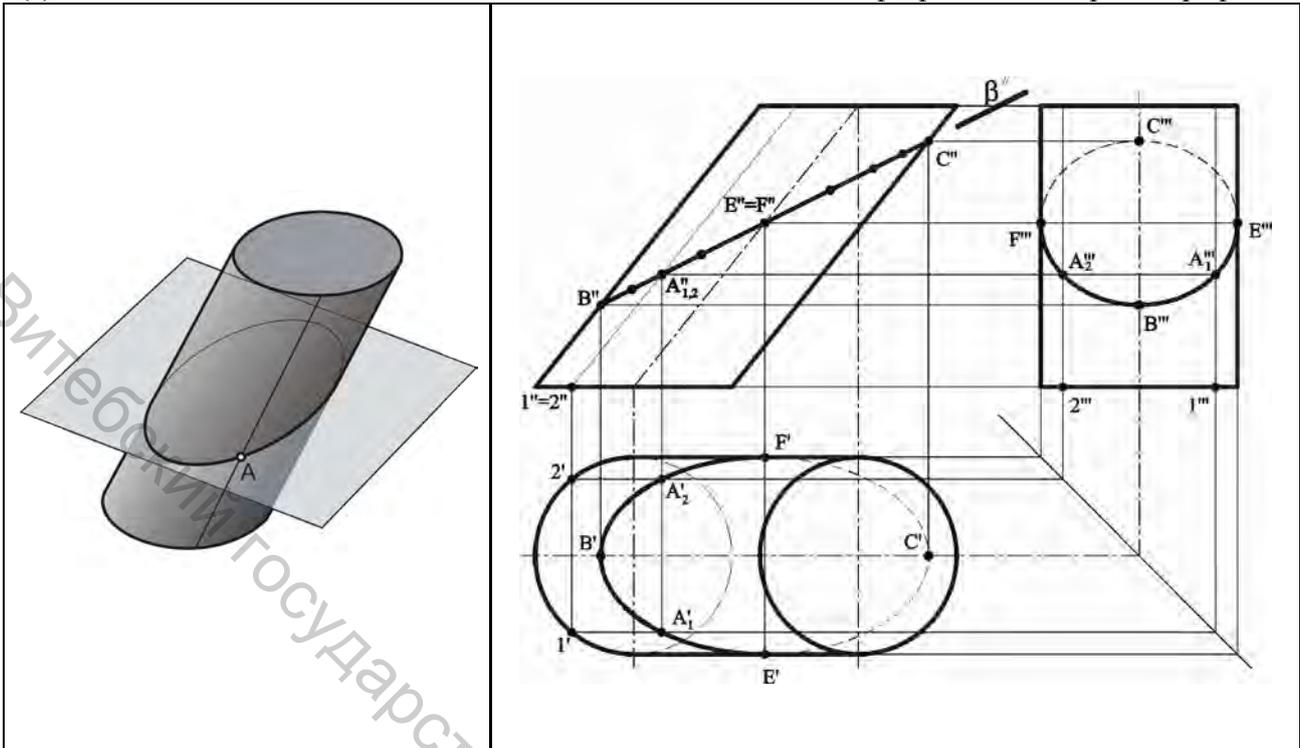
Построение проекций линии пересечения цилиндра проецирующей плоскостью имеет следующую последовательность.

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.

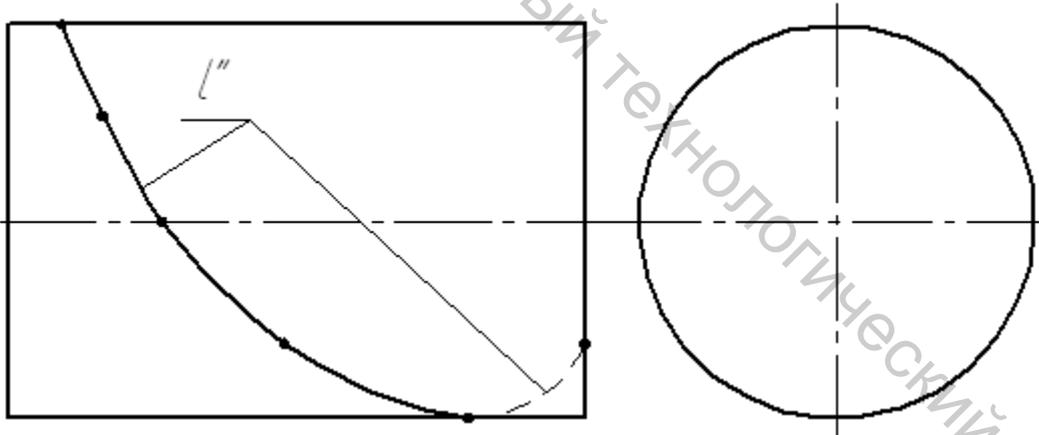
Построение следует начинать с особых точек – экстремальных (наиболее удаленных и близких к плоскостям проекций), точек смены видимости, принадлежащих очерковым образующим цилиндра и др.

На рисунке ниже фронтально-проецирующая плоскость β пересекает наклонный цилиндр по эллипсу, фронтальная проекция которого есть отрезок прямой. Выделены точки, принадлежащие очерковым 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.

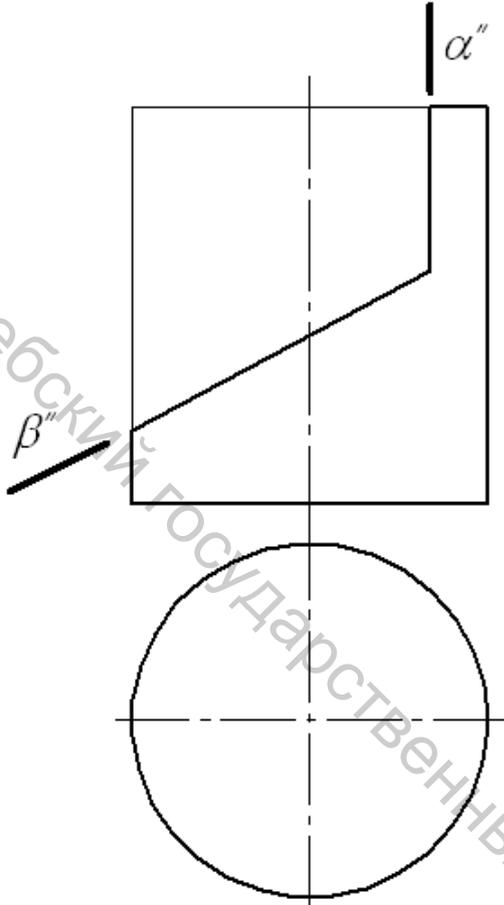
Построение промежуточных точек показано на примере точек A_1 и A_2 , которые построены с помощью образующих, проходящих через точки 1 и 2 нижнего основания цилиндра. Естественно, число промежуточных точек должно быть необходимым и достаточным для четкого выявления характера формы линии сечения.



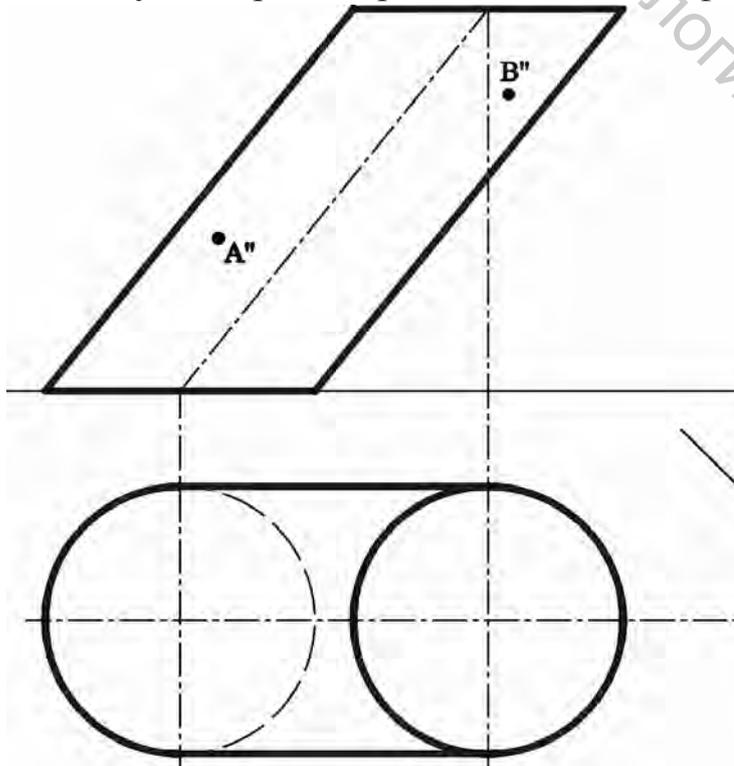
5.1 По заданной горизонтальной проекции линии l , принадлежащей поверхности цилиндра, построить ее фронтальную и профильные проекции.



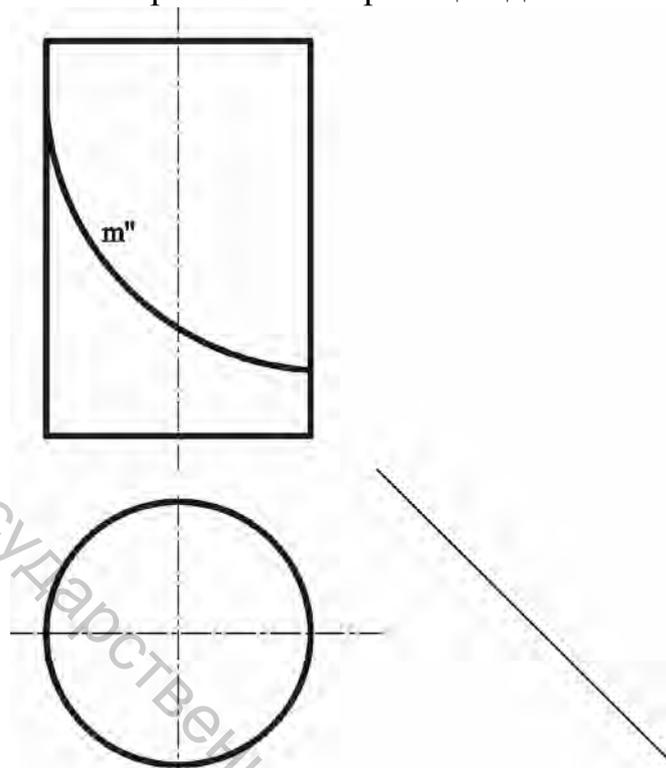
5.2 Построить три проекции цилиндра, усеченного плоскостями α и β .



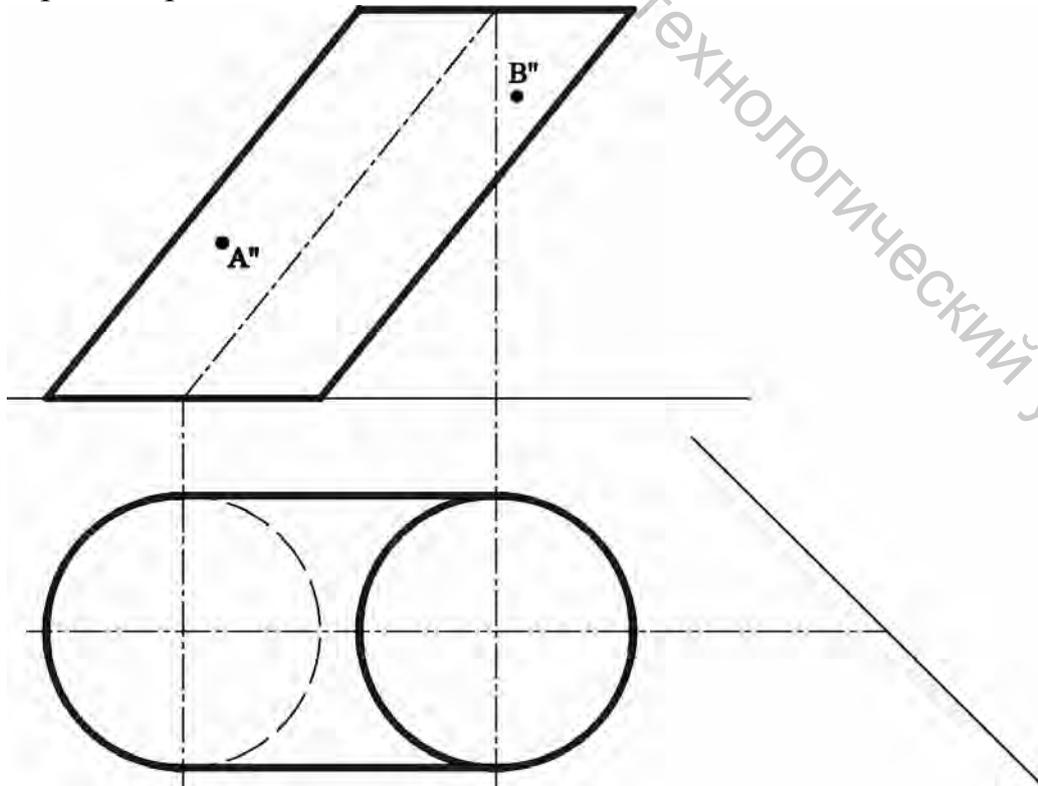
5.3 Даны фронтальные проекции точек A и B . Задать плоскости, проходящие через точки A и B и пересекающие наклонный цилиндр по окружности и четырехугольнику. Построить проекции сечений, оформить видимость.



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

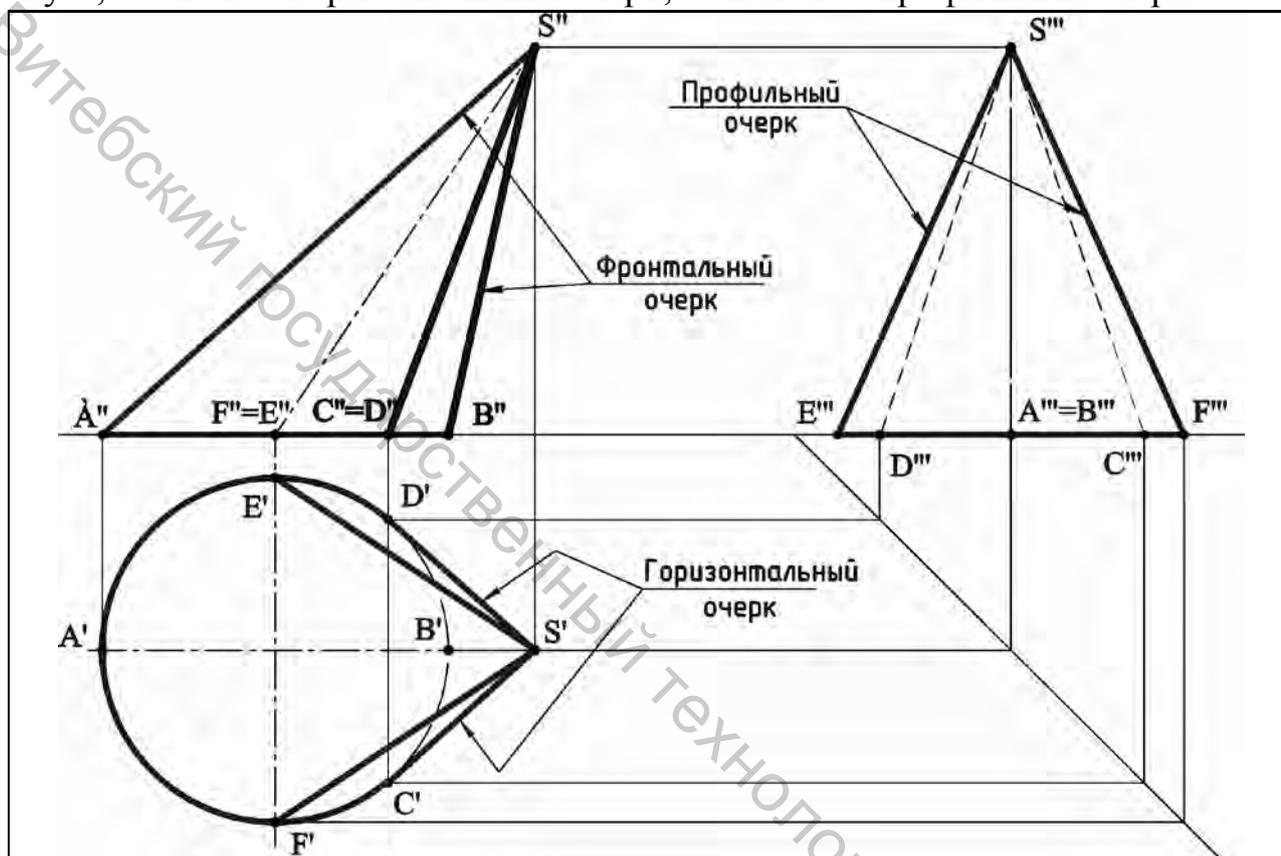


5.5 Провести через точку A плоскость нормального сечения цилиндра и построить проекции сечения.



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.

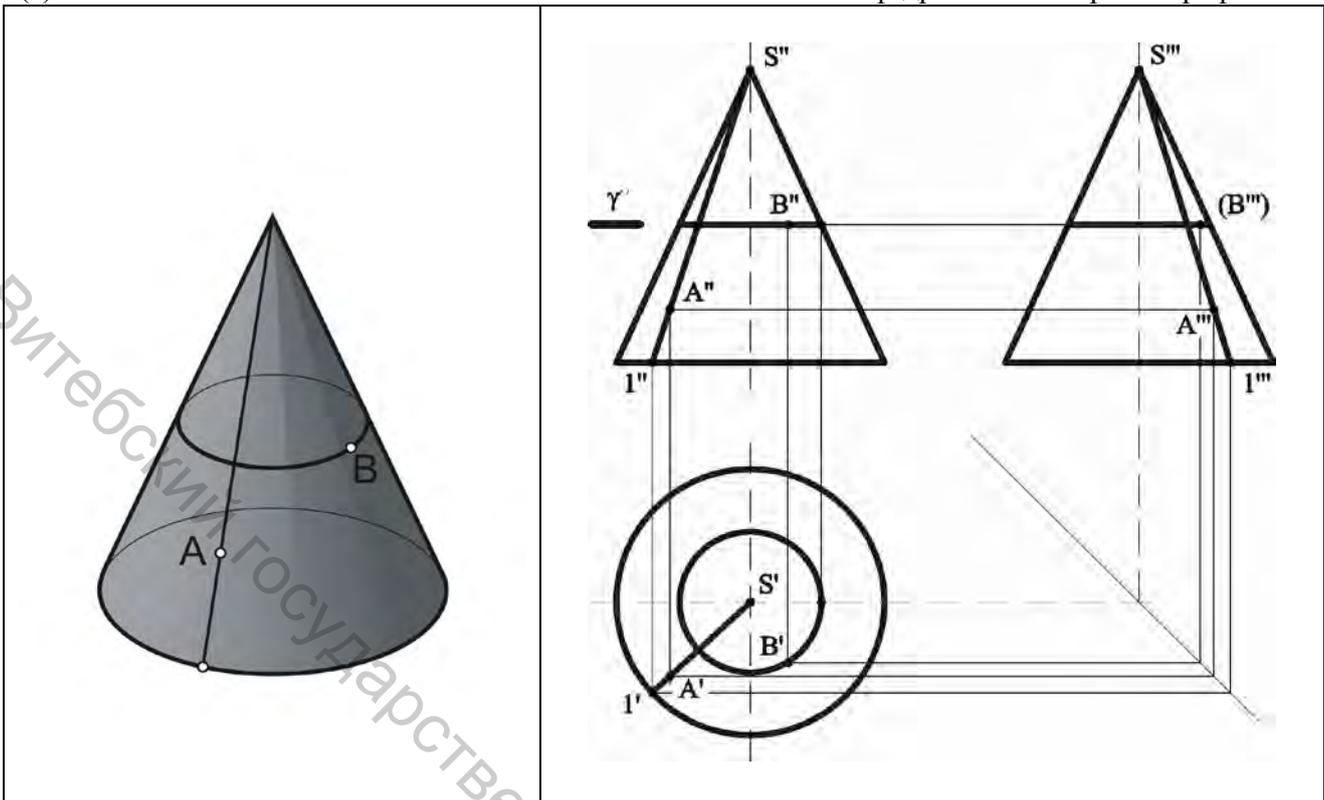


Построение недостающей проекции точки на поверхности конуса производится в следующем порядке.

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.

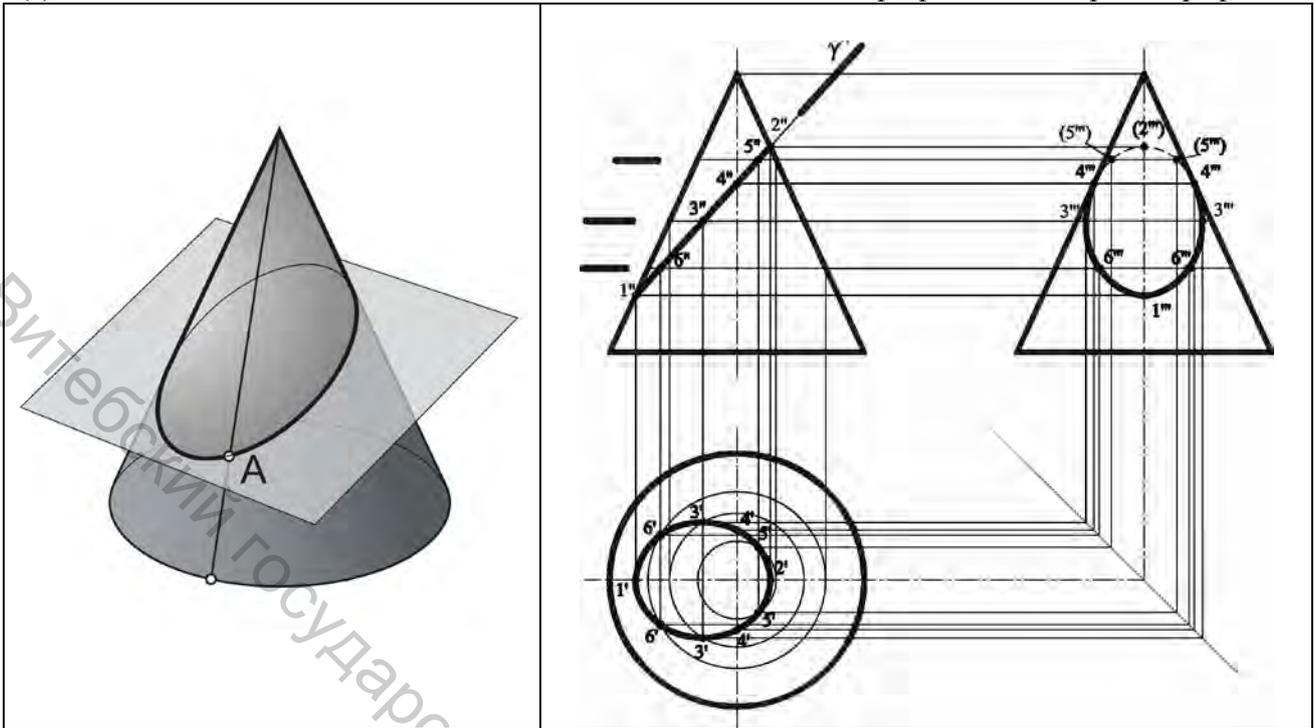


Построение недостающей проекции линии на поверхности сводится к задаче на построение проекций конечного множества точек, принадлежащих этой линии, и последовательному их соединению с учетом видимости в проекциях. Построение следует начинать с точек, которые определяют начало и конец линии; точек на очерковых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

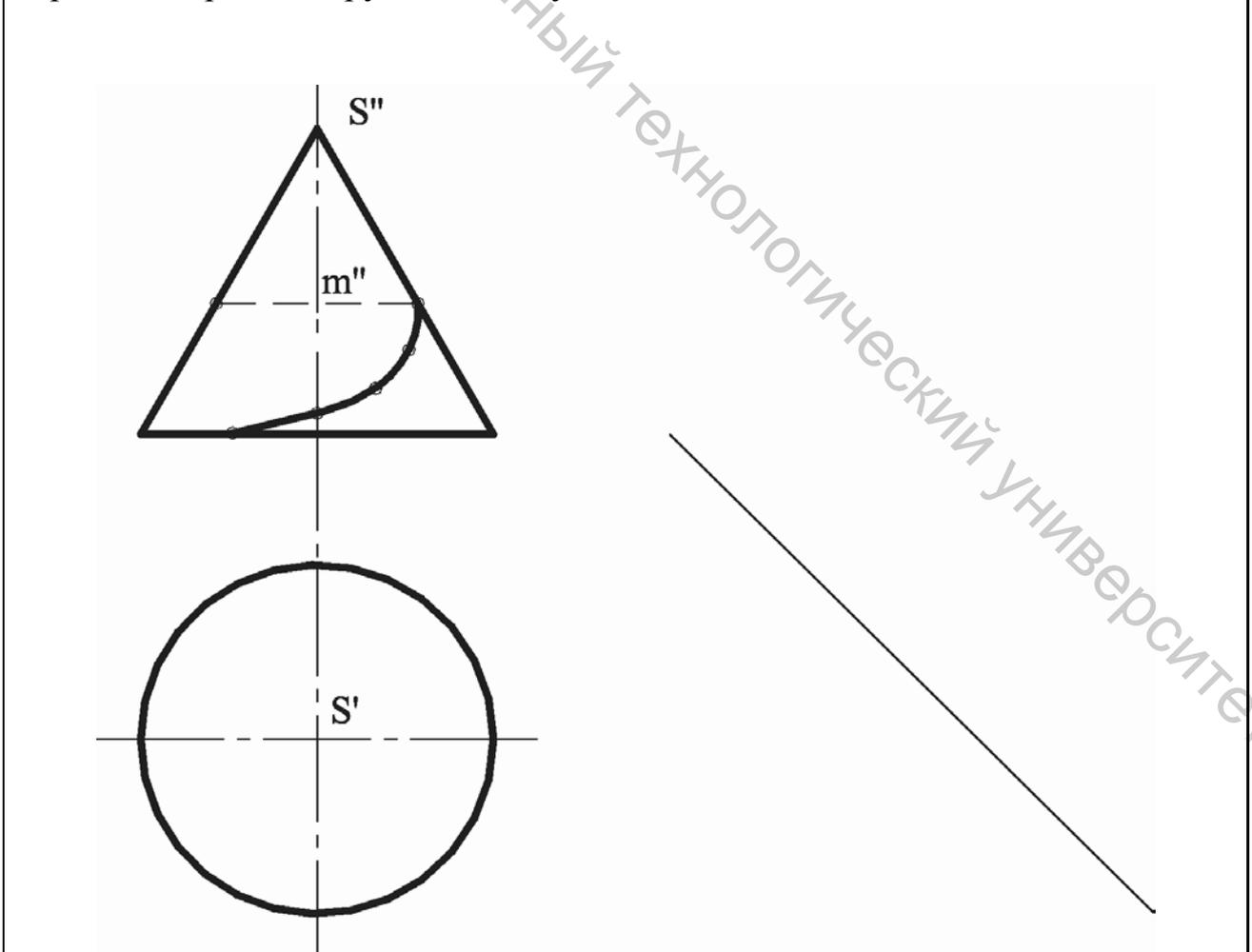
Построение конических сечений – эллипса, параболы, гиперболы – проектирующими плоскостями аналогично построению линий на поверхности конуса.

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.

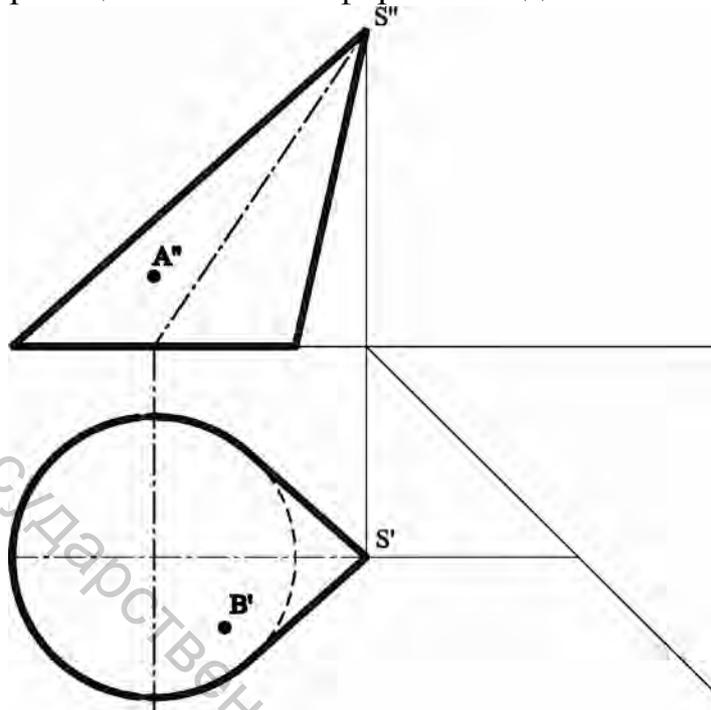
Как и для цилиндра, на рисунке изображена фронтально-проецирующая плоскость γ , пересекающая конус по эллипсу. Выделены точки на очерковых образующих конуса. Точки 1 и 2 определяют большую ось эллипса и являются точками смены видимости на фронтальной плоскости проекций. Точки 3 и 3 определяют малую ось 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.



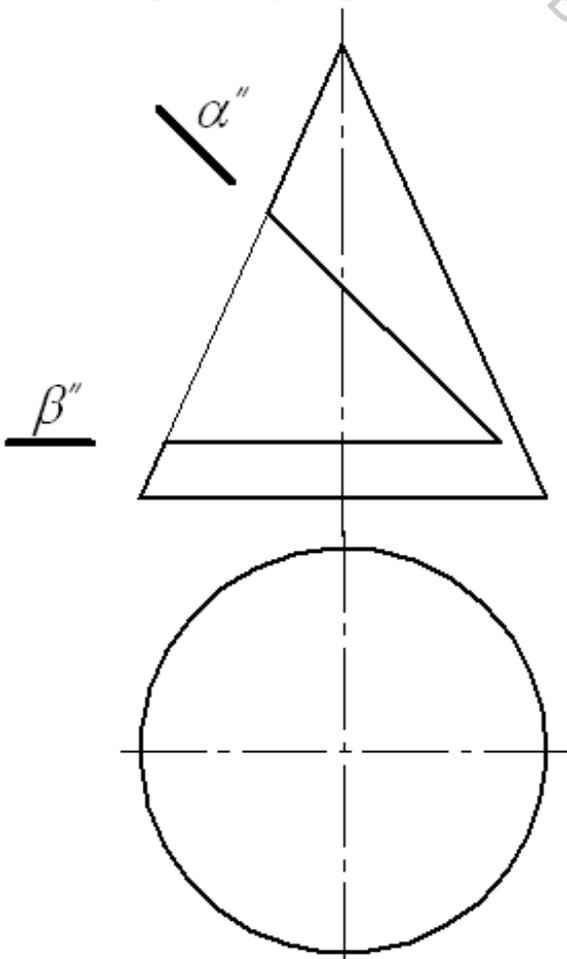
6.1 Построить недостающую проекцию линии m (m''), принадлежащую поверхности прямого кругового конуса.



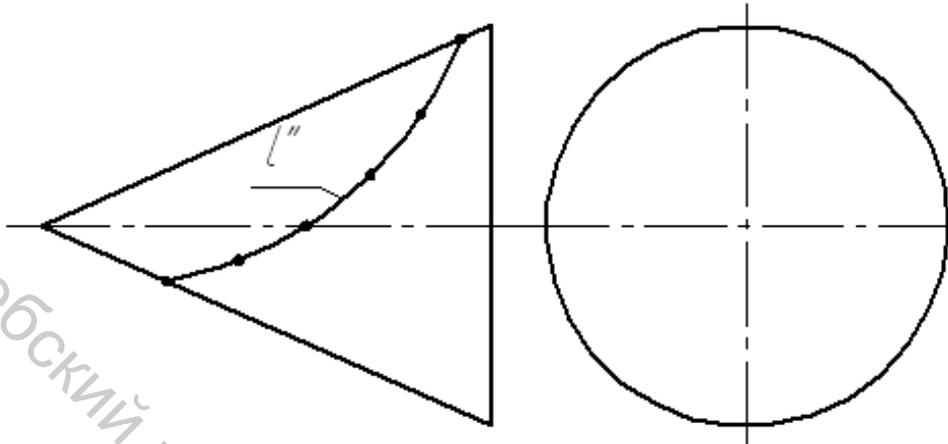
6.2 Через точку A провести плоскость, пересекающую наклонный конус по окружности, а через точку B – по треугольнику. Построить недостающую проекцию конуса и проекции сечений. Оформить видимость.



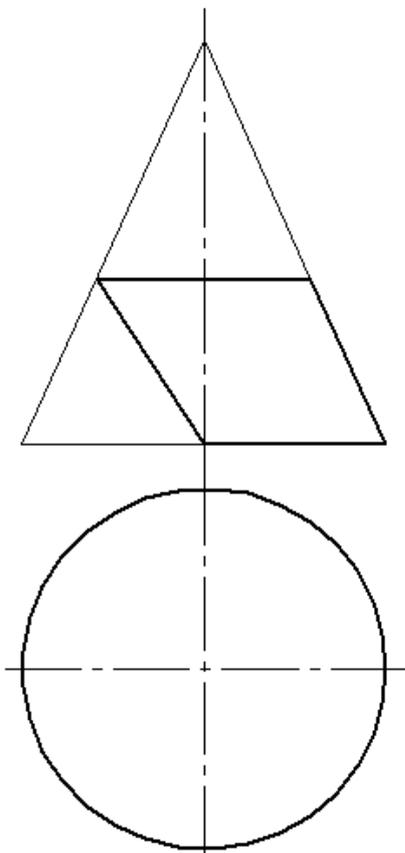
6.3 Построить три проекции конуса, усеченного плоскостями α и β .



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



6.5 Построить три проекции конуса, усеченного плоскостями.



7 Метрические задачи.

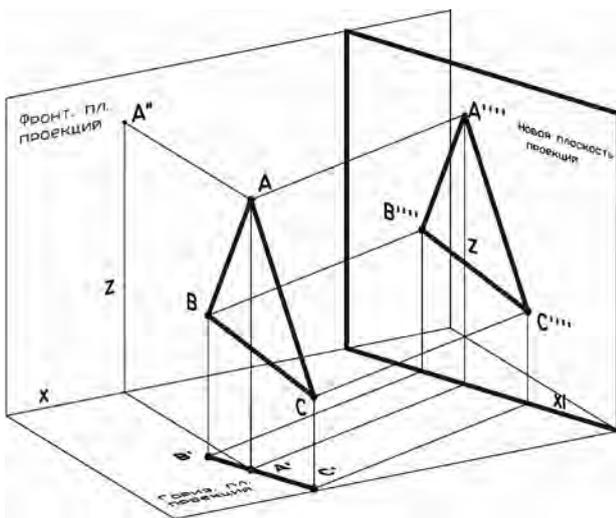
Методы преобразования чертежа

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.

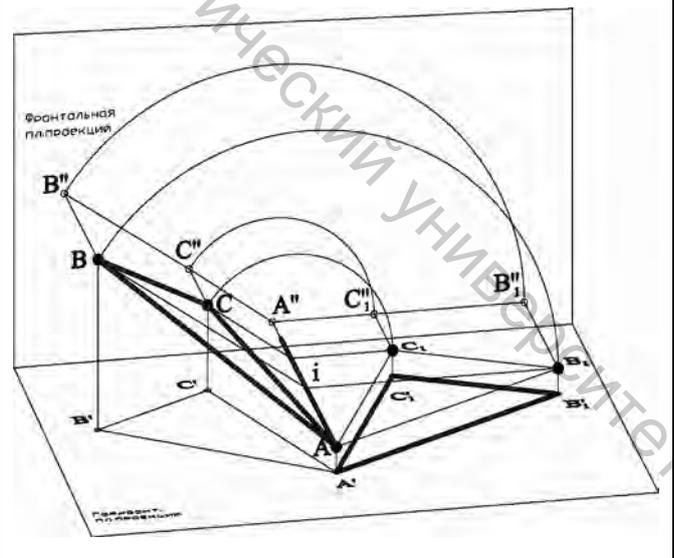
На чертеже введение новой плоскости выражается в проведении новой оси x_1 , которая проводится параллельно проекции отрезка. В случае с треугольником или другой плоской фигурой ось x_1 проводится параллельно той проекции, которая представляет собой отрезок прямой.

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 действительной величины треугольника способом замены плоскости проекций.



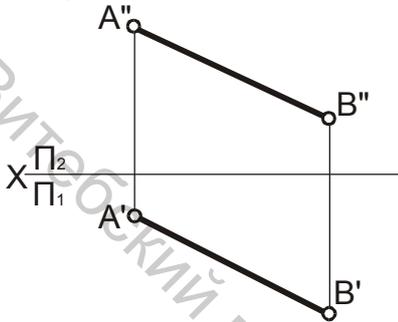
Определение действительной величины треугольника способом вращения.



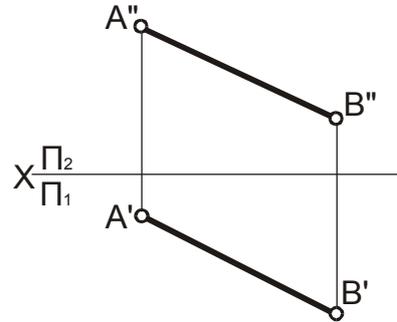
7.1 Определить действительную величину отрезка $[AB]$:

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

а)



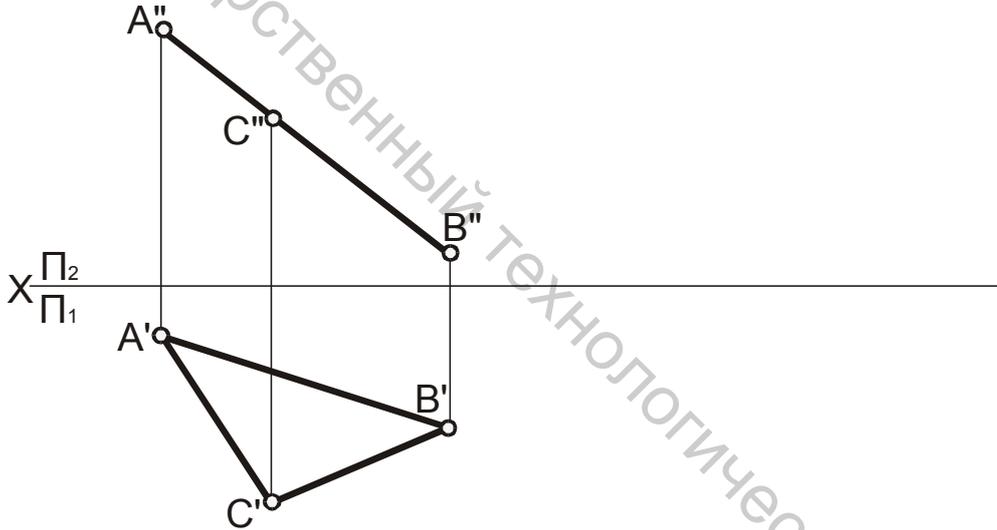
б)



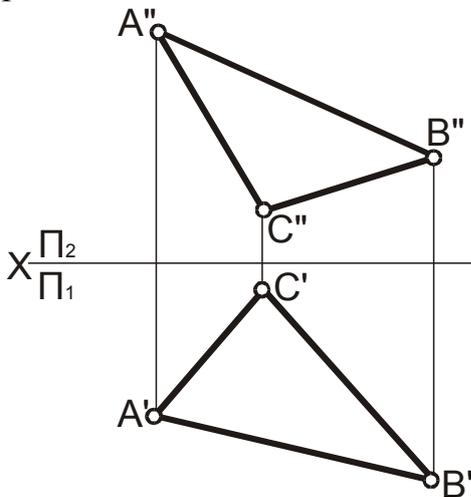
в)

7.2 Определить натуральную величину:

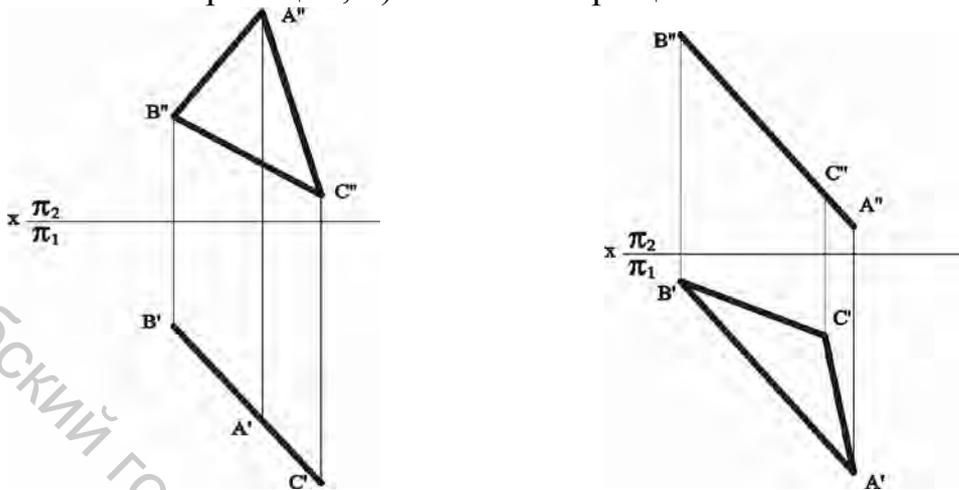
- а) треугольника ABC частного положения способом вращения вокруг проецирующей оси;



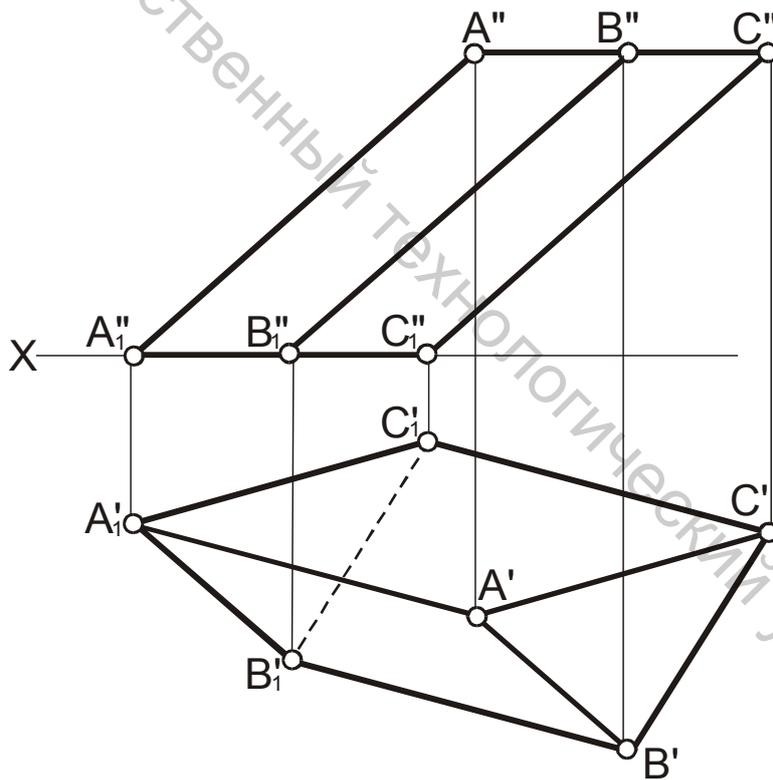
- б) треугольника ABC общего положения способом плоско-параллельного перемещения.



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



7.4 По заданному чертежу определить натуральную величину ребер призмы. Построить сечение призмы и определить его действительную величину способом вращения.

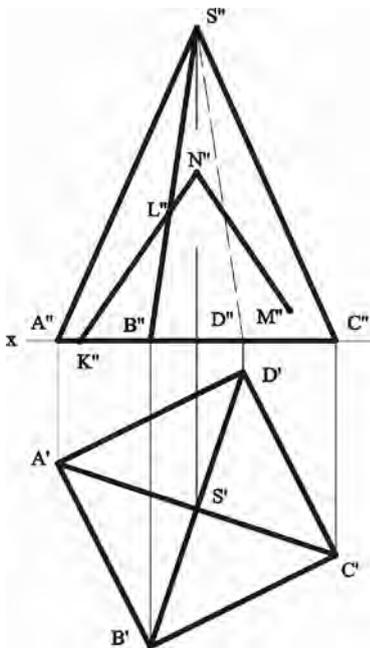


8 Развертки

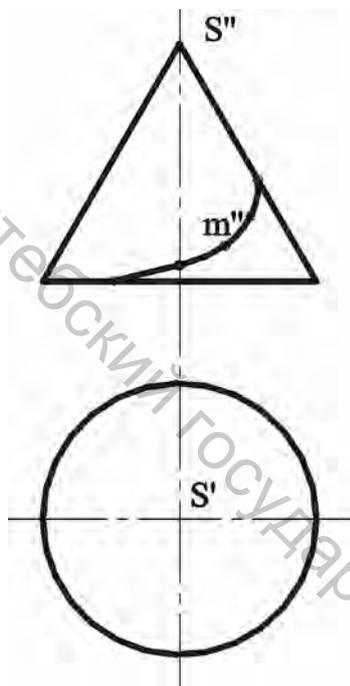
В данной теме используются знания, умения и навыки, приобретенные при изучении предыдущих разделов курса. Здесь понадобятся знания по изображению геометрических тел, сечению их плоскостями, по построению точек и линий на поверхностях, способов преобразования чертежа для определения действительных величин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

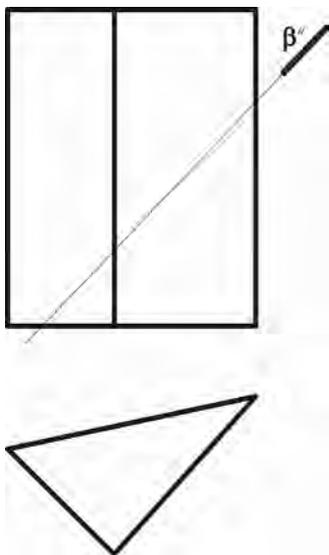
8.1 Построить развертку пирамиды $SABCD$ и ломаной линии $KLNM$, принадлежащей поверхности пирамиды.



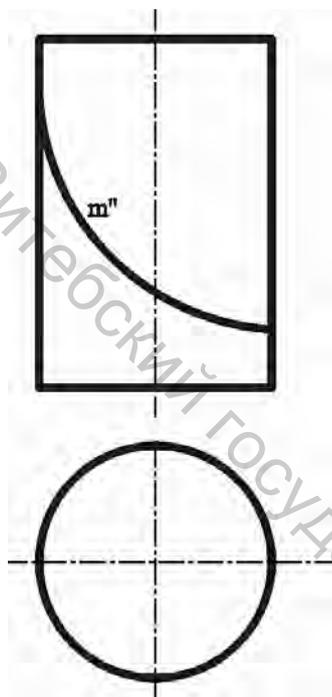
8.2 Построить развертку прямого кругового конуса и линии m (m''), принадлежащей его поверхности.



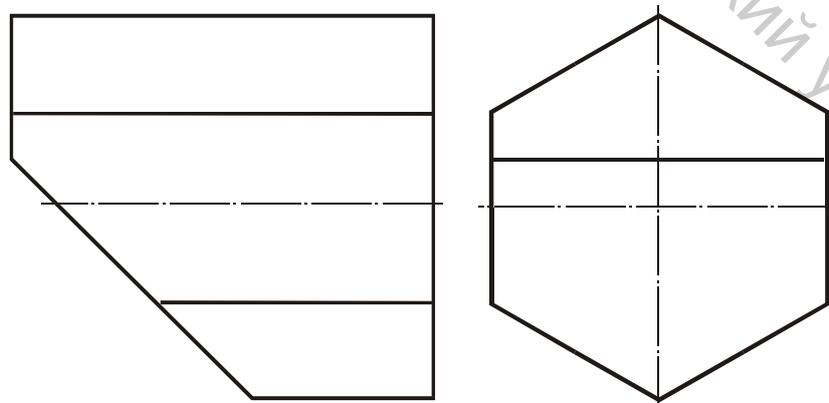
8.3 Построить развертку трехгранной прямой призмы. Нанести на развертку линию сечения призмы плоскостью β .



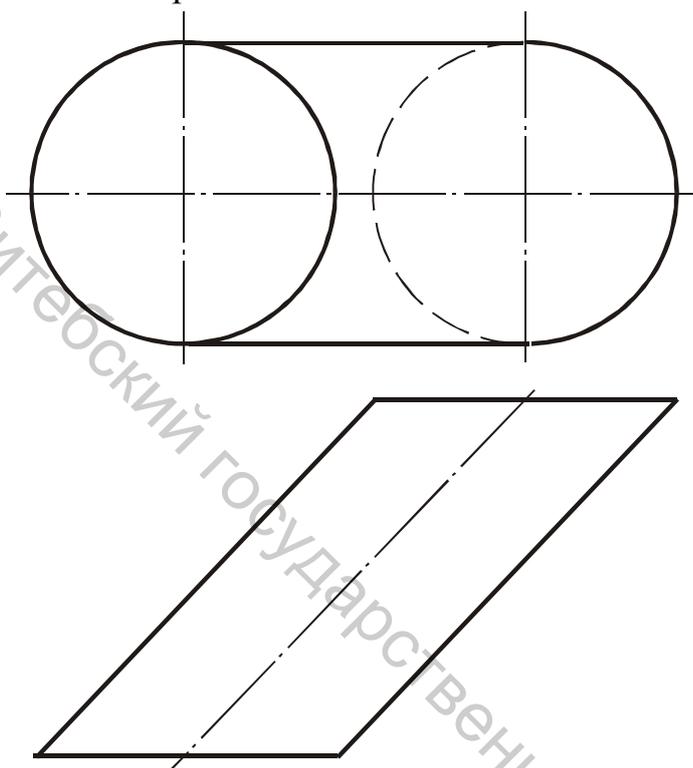
8.4 Построить развертку прямого кругового цилиндра и нанести на развертку линию m (m'), принадлежащую поверхности цилиндра.



8.5 Построить полную развертку усеченной призмы.



8.6 Построить развертку боковой поверхности эллиптического цилиндра способом раскатки.



Вопросы и упражнения для самоконтроля

Занятие 1. Точка в системе плоскостей проекций

1. Как называется плоскость проекций, расположенная перпендикулярно к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций?
2. Что такое эпюр Монжа?
3. Какой координатой измеряется расстояние от точки до горизонтальной плоскости проекций?
4. Что такое линии связи?
5. Что называется октантом?
6. В каком октанте лежит точка $G(10, -15, -23)$?
7. Если координата X точки A равна 0 , то на какой плоскости проекций лежит точка A ?
8. Построить проекции точек $S(0, 25, 10)$, $T(0, 0, 30)$. Как расположены эти точки?
9. Постройте проекции точки T , если ее координата $Z = 0$.

Занятие 2. Прямая

1. Какой координатой измеряется расстояние от заданной точки A до фронтальной плоскости проекций?
2. Какая прямая называется прямой общего положения?
3. Как располагаются проекции фронтальной прямой уровня, фронтально-проецирующей прямой?
4. Что называется следом прямой?
5. В какой плоскости проекций лежит горизонтальный след прямой?
6. Какой след отсутствует у профильной прямой уровня?
7. Какой плоскости проекций параллельна горизонтальную линию уровня?
8. Постройте эпюр фронтальной линии уровня, пересекающей ось OY .
9. Каким плоскостям проекций параллельна профильно-проецирующая прямая?
10. На какие плоскости проекций отрезок фронтально-проецирующей прямой AB проецируется в натуральную величину?
11. Какие точки называются конкурирующими?
12. Начертите эпюр пересекающихся прямых, точка пересечения которых имеет координаты $(20, 30, 50)$.
13. Начертите на эпюре прямую, пересекающую ось OX в точке $C(25, 0, 0)$.

Занятие 3. Плоскость

1. Как можно задать плоскость на чертеже?
2. Как расположена горизонтальная плоскость уровня?

3. Что называется следом плоскости?
4. Как называется плоскость, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций?
5. Сформулируйте признак параллельности плоскостей.
6. Как определить принадлежность прямой линии плоскости общего положения, если плоскость задана следами?
7. Когда прямая принадлежит плоскости?
8. Когда прямая параллельна плоскости?
9. Параллельна ли прямая плоскости, если ее проекции параллельны следам плоскости?
10. Может ли горизонтальная линия уровня быть параллельна горизонтально-проецирующей плоскости? Фронтально-проецирующей плоскости?
11. В какую проецирующую плоскость нужно заключать прямую для того, чтобы найти точку пересечения ее с плоскостью?
12. Сколько точек пересечения имеет прямая с плоскостью?
13. Будет ли пересекать фронтально-проецирующая прямая горизонтальную плоскость проекций?
14. Когда прямой угол равен по величине своей проекции?
15. Может ли проекция острого или тупого угла, у которого одна сторона параллельна плоскости проекций, равняться самому углу в пространстве?

Занятие 4. Многогранники

1. Что называется многогранником?
2. Условие принадлежности точки многограннику?
3. Из каких элементов состоит гранная поверхность?
4. Какое сечение называют нормальным?
5. Как образуется призматическая поверхность?
6. Как образуется поверхность пирамиды?
7. Назовите призматические сечения.
8. Назовите конические сечения пирамиды.
9. В чем заключается способ нахождения точек пересечения многогранной поверхности с прямой линией?
10. Как определить видимость проекций прямой пересечения с многогранником?

Занятие 5, 6. Поверхности вращения

1. Что называется поверхностью вращения?
2. Как можно получить поверхность вращения?
3. Приведите примеры кривых поверхностей.
4. Как образуется цилиндрическая поверхность?
5. Как образуется коническая поверхность?

6. Как образуется сферическая поверхность?
7. Что такое поверхность вращения?
8. Назовите цилиндрические сечения.
9. Назовите конические сечения.

Занятие 7. Методы преобразования на чертеже.

1. Какие способы преобразования комплексного чертежа вы знаете?
2. В чем сущность способа замены плоскостей проекций?
3. В чем сущность способа плоско-параллельного перемещения?
4. Зачем осуществляют преобразование комплексного чертежа?
5. Чем отличаются способы преобразования комплексного чертежа?
6. Назовите четыре исходные задачи, решаемые способом замены плоскостей проекций?
7. Как преобразовать прямую общего положения в проецирующую?
8. Как способом замены плоскостей проекций определить углы наклона плоскости общего положения к плоскостям проекций?
9. Сколько раз необходимо произвести замену плоскостей проекций для преобразования плоскости общего положения в плоскость уровня?
10. Запишите алгоритм способа замены плоскостей проекций?

Занятие 8. Развертки.

1. Какими свойствами обладают развертываемые поверхности?
2. Из каких элементов состоит развертка цилиндра?
3. В чем суть способа раскатки?
4. На каких геометрических построений основан способ треугольников?
5. Какими способами строятся развертки пирамид и конусов?
6. В чем суть способа триангуляции?
7. Из каких элементов состоит развертка: пирамиды, конуса?
8. Назовите тела, для построения которых применяются приближенные развертки?

Литература

1. Виноградов, В. Н. Начертательная геометрия / В. Н. Виноградов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : Амалфея, 2001. – 368 с.
2. Макарова, М. Н. Перспектива : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Изобразительное искусство» / М. Н. Макарова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академический Проект, 2009. – 477 с., цв. ил.
3. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии : учебное пособие / В. О. Гордон, М. А. Семенцов. – Москва : Наука, 1988. – 272 с.
4. Богданов, В. Н. Справочное руководство по черчению / В. Н. Богданов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1989. – 864 с. : ил.
5. Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – Москва, 1994.
6. Козинец, Д. Г. Практикум по инженерной графике. Построение изображений. Часть 2 / Д. Г. Козинец, В. И. Луцейкович, И. Е. Сяборова. – Витебск : ВГТУ, 2002. – 225 с.
7. Луцейкович, В. И. Рабочая тетрадь по курсу «Перспектива». Часть 1 / В. И. Луцейкович. – 2-е изд., перераб. – Витебск : ВГТУ, 2004. – 28 с., ил.
8. Бунина, Л. А. Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика : сборник заданий и методических указаний для самостоятельной управляемой работы для студентов технологических специальностей заочной формы обучения / Л. А. Бунина [и др.]. – Витебск : ВГТУ, 2013. – 92 с.