

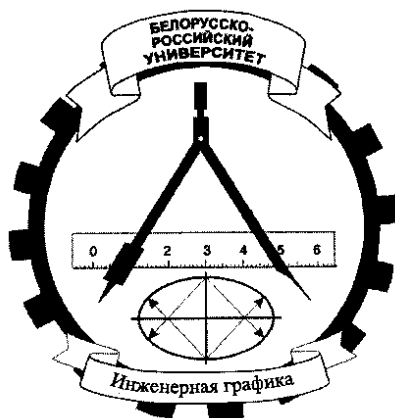
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Инженерная графика»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов всех специальностей и направлений подготовки
09.03.04 «Программная инженерия»,
15.03.06 «Мехатроника и робототехника»,
23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»,
27.03.05 «Инноватика» дневной и заочной форм обучения*

МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ



Могилев 2019



УДК 744
ББК 30.11
И 62

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Инженерная графика» «22» марта 2019 г., протокол № 8

Составители: канд. техн. наук, доц. В. М. Акулич

Рецензент канд. техн. наук, доц. И. Д. Камчицкая

Методические рекомендации предназначены для изучения способов преобразования чертежа, метода прямоугольного треугольника, теоремы о проецировании прямого угла, деления отрезка в данном отношении. Являются практическим руководством к самостоятельной работе студентов 1 курса для выполнения и оформления индивидуального графического задания по теме «Метрические задачи» и «Проекция плоской фигуры». Материал адаптирован к лекционному курсу.

Учебно-методическое издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.
НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Ответственный за выпуск	А. Ю. Поляков
Технический редактор	А. Т. Червинская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 115 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет», 2019



Содержание

Введение.....	4
1 Проекция плоской фигуры.....	5
1.1 Построение равностороннего треугольника (варианты 1–10).....	5
1.2 Построение параллелограмма (варианты 11–20).....	7
1.3 Построение равнобедренной трапеции (варианты 21–30).....	9
2 Метрические задачи.....	12
2.1 Определение высоты пирамиды.....	13
2.2 Определение натурального вида основания пирамиды.....	14
2.3 Определение угла между гранью и основанием пирамиды.....	16
2.4 Определение угла наклона основания к плоскостям V и H	19
Список литературы.....	22



Введение

Разработка и внедрение учебно-методических материалов в образовательный процесс улучшает самостоятельную работу студентов, способствует улучшению успеваемости студентов и повышению качества подготовки специалистов в техническом университете.

Методические рекомендации посвящены выполнению индивидуальных заданий студентами в процессе обучения дисциплинам «Начертательная геометрия и компьютерная графика» и «Инженерная графика».

Методические рекомендации являются практическим руководством к самостоятельной работе студентов первого курса для выполнения и оформления индивидуальных графических заданий по темам «Проекции плоской фигуры» и «Метрические задачи». Материал адаптирован к лекционному курсу.

Индивидуальные задания выполняются в соответствии с вариантами, выданными преподавателями, на отдельных листах формата А3.

Индивидуальные задания по теме «Проекции плоской фигуры» позволяют изучить свойства проекций плоских углов, метод прямоугольного треугольника, теоремы о проецировании прямого угла, деления отрезка в данном отношении.

Выполнение задания «Метрические задачи» необходимо для изучения свойств проекций и методов преобразования чертежа.

Методические рекомендации содержат алгоритмы построения задач и примеры выполнения графических построений.



1 Проекции плоской фигуры

Поэтапное решение задач в пространстве и на комплексном чертеже (эпюре).

1.1 Построение равностороннего треугольника (варианты 1–10)

Построить равносторонний треугольник ABC с основанием BC , равным 100 мм, лежащим на прямой MN , и вершиной A на прямой EF (рисунок 1.1).

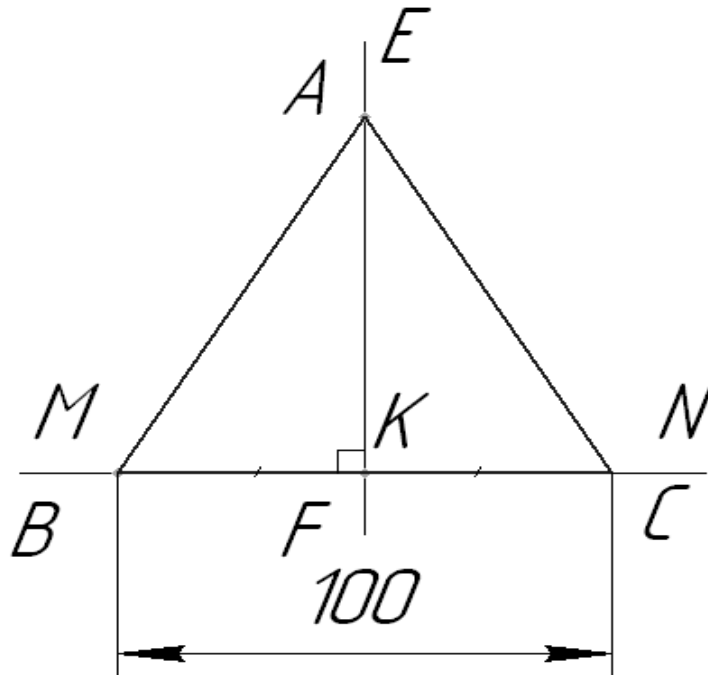


Рисунок 1.1

Определить углы наклона высоты AK к плоскостям проекций V и H .

1 Изучить методические рекомендации и необходимую литературу [1–3].

2 Вычертить условие задачи по заданным координатам точек.

3 План решения задачи в пространстве.

3.1 Найти точку пересечения прямых MN и EF – точку K (точку K принять за основание высоты AK).

3.2 От точки K на прямой MN отложить по обе стороны 50 мм. Получится отрезок BC .

3.3 От точки K на прямой EF отложить натуральную величину высоты.

3.4 Получится точка A . Соединить точки A , B и C .

3.5 Определить углы наклона высоты AK к плоскостям проекций V и H .

4 Построение на комплексном чертеже.

4.1 Вычертить чертеж $\triangle ABC$ по заданным размерам на плоскости (на правой стороне листа), проведя высоту AK , нанести размеры (рисунок 1.1).

4.2 Построить недостающую фронтальную проекцию $E''F''$ прямой EF , используя теорему о проецировании прямого угла. Точку K пересечения прямых EF и MN взять за основание высоты треугольника (рисунок 1.2): от точ-

ки K на натуральной величине прямой MN по обе стороны отложить по 50 мм. Получатся точки B и C (см. рисунок 1.2).

4.3 Взять на прямой EF точку F (рисунок 1.3).

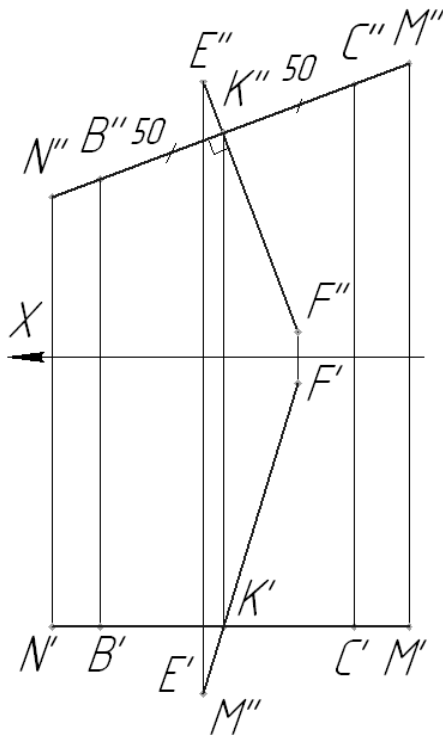


Рисунок 1.2

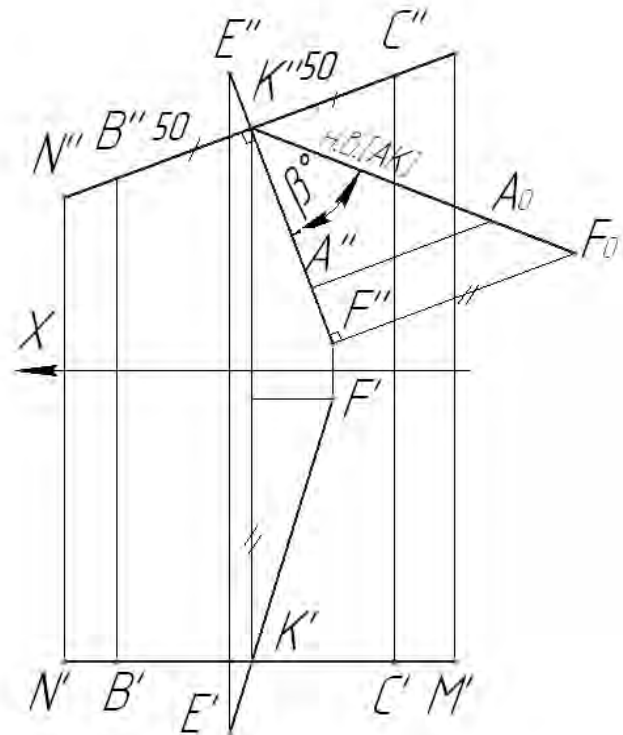


Рисунок 1.3

4.4 Найти натуральную величину прямой KF методом прямоугольного треугольника (см. рисунок 1.3).

4.5 Отложить на натуральной величине прямой KF натуральную величину высоты AK (AK взять из плоского чертежа) (см. рисунок 1.1).

4.6 Делением отрезка в данном соотношении найти на фронтальной проекции прямой EF истинное положение фронтальной проекции точки A (см. рисунок 1.3).

4.7 Соединить одноименные проекции точек A , B и C (рисунок 1.4).

4.8 Определить углы наклона α и β высоты AK к плоскостям проекций H и V методом прямоугольного треугольника (см. рисунки 1.3 и 1.5).

4.9 Обвести чертёж сплошной толстой основной линией. Красным цветом выделить проекции треугольника ABC и углы наклона α и β .

4.10 Оформить все надписи.

4.11 Проверить чертёж.

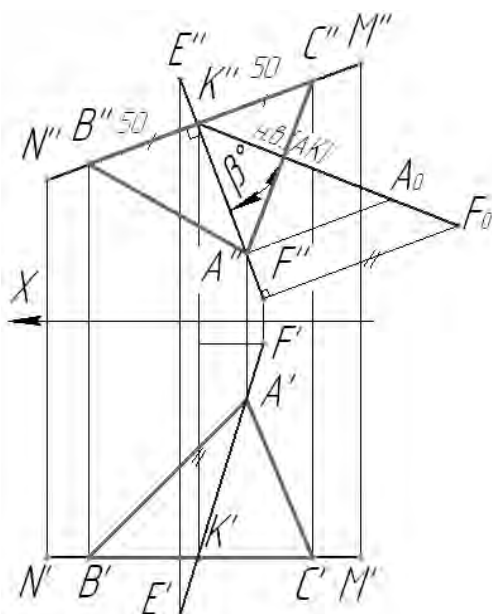


Рисунок 1.4

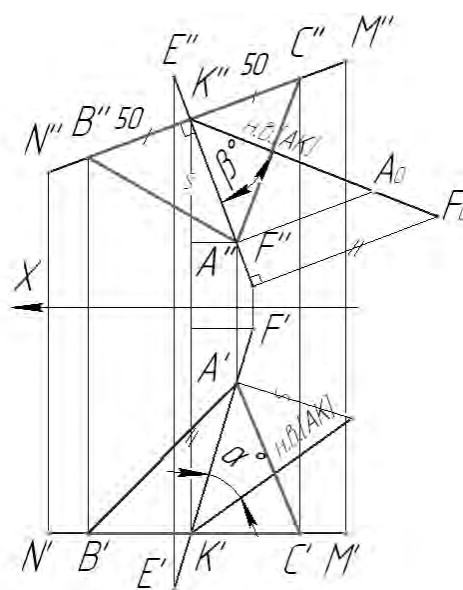


Рисунок 1.5

1.2 Построение параллелограмма (варианты 11–20)

Построить параллелограмм $ABCD$ со стороной BC , равной 100 мм, расположенной на прямой BM , исходя из условия, что его высота AK лежит на прямой EF и длина боковой стороны равна 60 мм. Определить углы наклона высоты AK к плоскостям проекций V и H .

1 Изучить методические рекомендации и необходимую литературу [1–3].

2 Вычертить условие задачи по заданным координатам точек.

3 План решения задачи в пространстве.

3.1 Найти точку пересечения прямых BM и EF – точку K (основание высоты).

3.2 От точки B на прямой BM отложить отрезок, равный 100 мм. Получается сторона параллелограмма $BC = 100$ мм.

3.3 Найти на прямой EF точку A , зная, что $AB = 60$ мм.

3.4 Из точки A провести прямую, параллельную BC , и на ней от точки A отложить отрезок, равный 100 мм. Получится точка D . Соединить полученные точки.

3.5 Определить углы наклона высоты AK к плоскостям проекций V и H .

4 Построения на комплексном чертеже.

4.1 Построить недостающую проекцию прямой EF , используя теорему о проецировании прямого угла (точку K пересечения прямых EF и BM взять за основание высоты параллелограмма) (рисунок 1.6).

4.2 По натуральной величине BK (из эпюра) и размеру боковой стороны параллелограмма $AD = 60$ мм (из условия задачи) построить параллелограмм на плоскости (на правой стороне листа), нанести заданные размеры (рисунок 1.7): от точки B влево на натуральной величине прямой BM отложить отрезок, равный 100 мм. Получится точка C (рисунок 1.8).

4.3 Взять на прямой EF точку E (рисунок 1.9).

4.4 Найти натуральную величину прямой KE методом прямоугольного треугольника (см. рисунок 1.9).

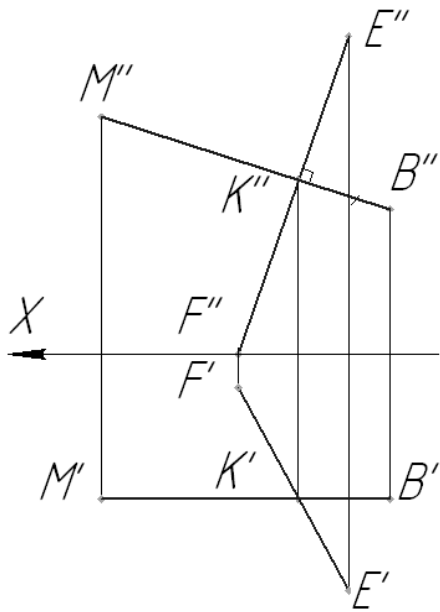


Рисунок 1.6

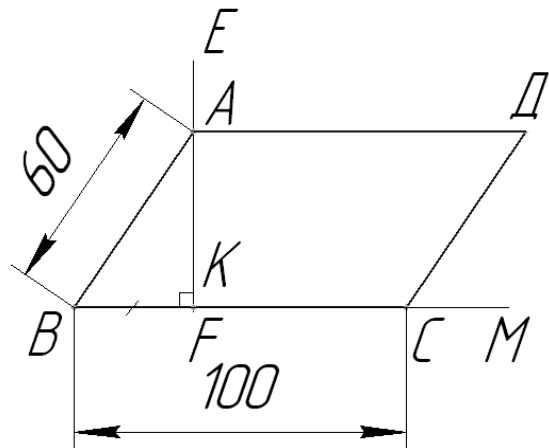


Рисунок 1.7

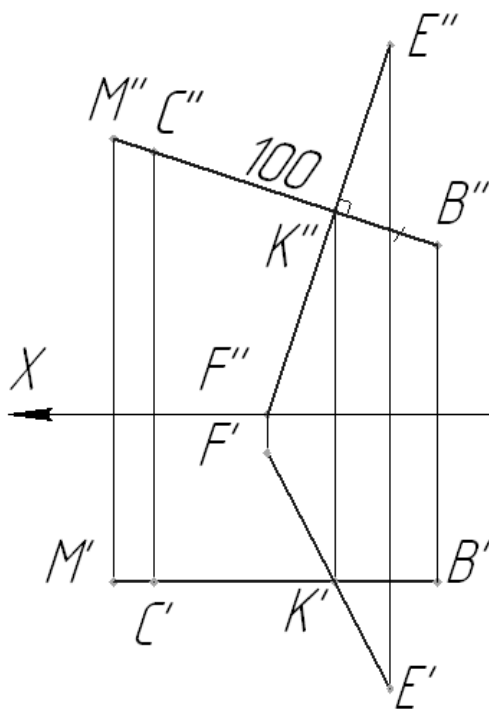


Рисунок 1.8

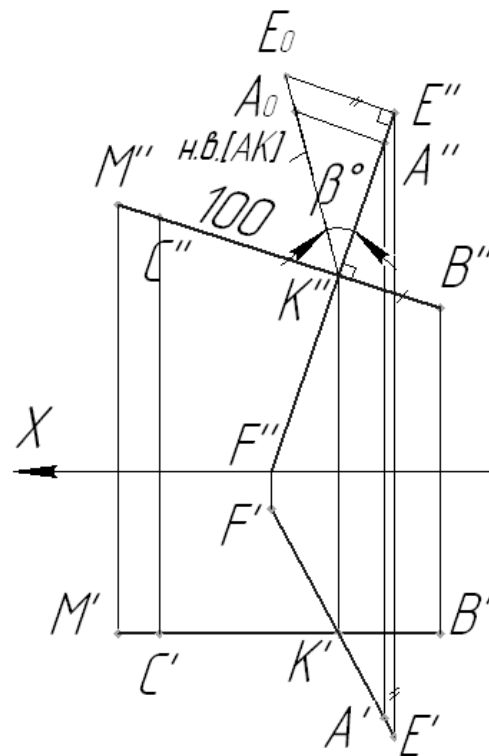


Рисунок 1.9

4.5 Отложить на натуральной величине прямой KE натуральную величину высоты AK (AK взять из плоского чертежа) (см. рисунок 1.9).

4.6 Делением отрезка в данном отношении найти на фронтальной проекции прямой EF истинное положение фронтальной проекции точки A (см. рисунок 1.9).

4.7 Соединить одноименные проекции точек A и B . Используя свойства сторон параллелограмма, построить его проекции (рисунок 1.10).

4.8 Определить углы наклона α и β высоты AK к плоскости проекций H и V методом прямоугольного треугольника (см. рисунки 1.10 и 1.11).

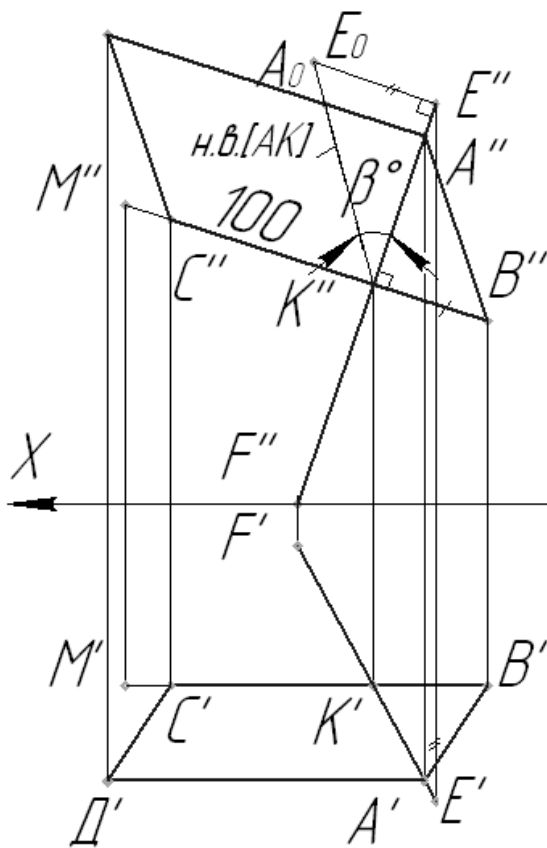


Рисунок 1.10

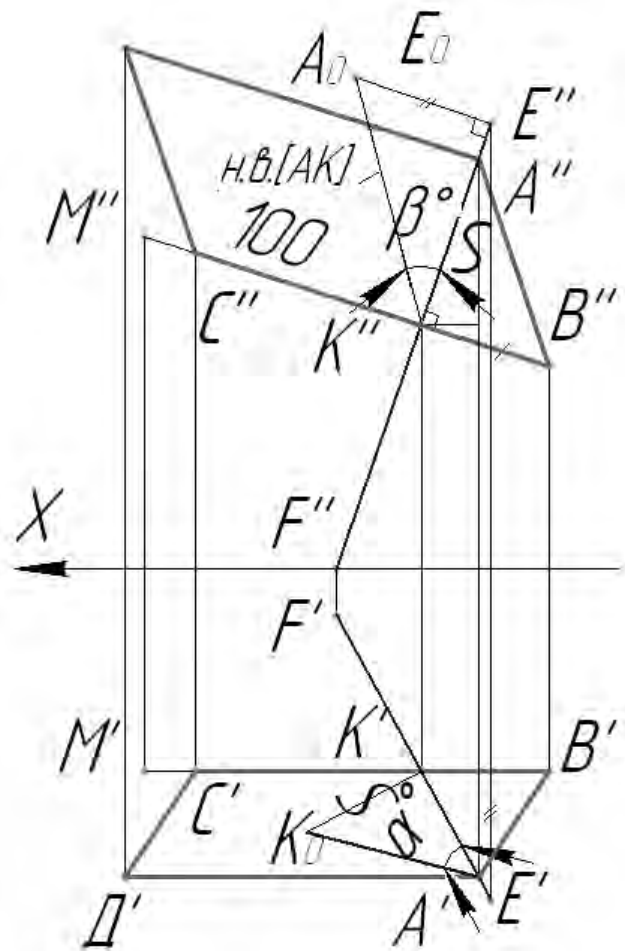


Рисунок 1.11

4.9 Обвести чертеж сплошной толстой основной линией. Красным цветом выделить проекции параллелограмма $ABCD$ и углы наклона α и β .

4.10 Оформить все надписи.

4.11 Проверить чертеж.

1.3 Построение равнобедренной трапеции (варианты 21–30)

Построить равнобедренную трапецию $ABCD$ с большим основанием BC , расположенным на прямой MN , исходя из условия, что ее острый угол равен φ и меньшее основание трапеции равно высоте.

Определить углы наклона высоты AK к плоскостям проекций V и H .

1 Изучить методические рекомендации и необходимую литературу [1–3].

2 Вычертить условие задачи по заданным координатам точек.

3 План решения задачи в пространстве.

3.1 Из точки A опустить перпендикуляр на прямую MN . Получится точка K (основание высоты).

3.2 Через точку A провести прямую под углом, равным $(90^\circ - \varphi)$, где $\varphi = 60^\circ$ (по условию задачи). Получится точка B .

3.3 Из точки A провести прямую, параллельную MN , и на ней от точки A

отложить отрезок, равный высоте AK . Получится точка D .

3.4 Из точки D опустить перпендикуляр на MN . Получится точка, от которой вправо откладывается отрезок, равный BK . Получится точка C .

3.5 Полученные точки соединить.

3.6 Определить углы наклона высоты AK к плоскостям проекций V и H .

4 Построения на комплексном чертеже.

4.1 Построить проекции высоты трапеции AK , опустив перпендикуляр из точки A' на прямую $M''N''$. Использовать теорему о проецировании прямого угла (рисунок 1.12).

4.2 Найти натуральную величину высоты $[AK]$ методом прямоугольного треугольника (рисунок 1.13).

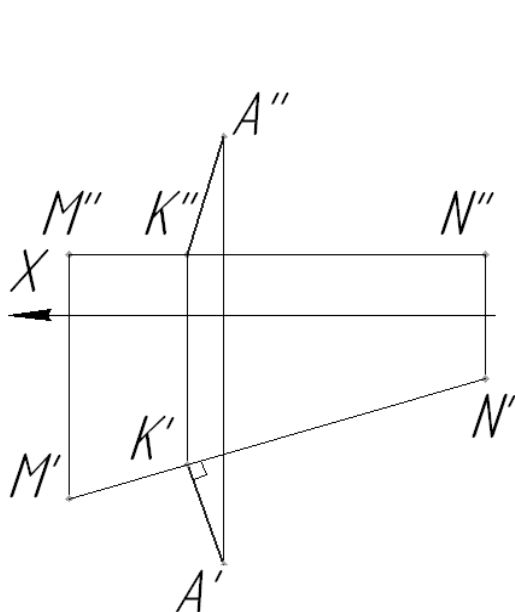


Рисунок 1.12

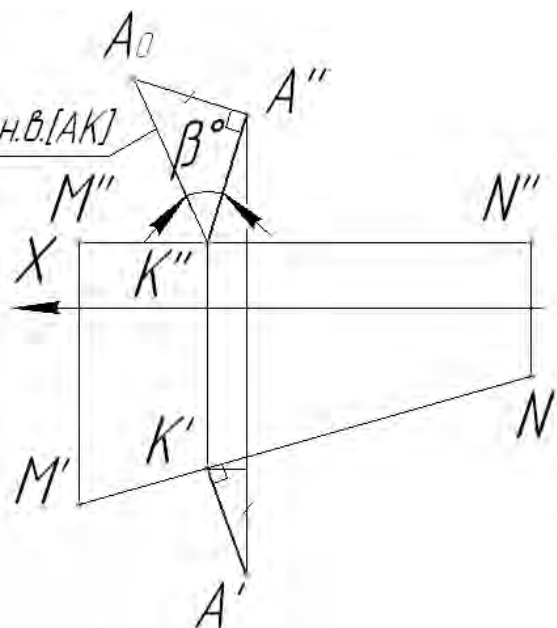


Рисунок 1.13

4.3 Зная натуральную величину высоты $[AK]$ (из эпюра) и то, что острый угол трапеции равен 60° , а меньшее основание AD равно высоте AK , построить трапецию на плоскости (на правой половине листа), нанести заданные размеры и отметить равные отрезки (рисунок 1.14).

4.4 От точки K' на прямой $M''N''$ отложить натуральную величину $[BK]$ (натуральную величину $[BK]$ взять из плоского чертежа) (рисунок 1.15).

4.5 Для нахождения точки D необходимо через точки A' и A'' провести линии, параллельные $M''N''$ $M''N''$, и отложить от точки A' натуральную величину $[AK]$ и затем найти ее фронтальную проекцию (рисунок 1.16).

4.6 Используя свойство трапеции, найти положение проекций точки C (см. рисунок 1.16).

4.7 Соединить проекции полученных точек (см. рисунок 1.16).

4.8 Определить углы наклона α и β высоты AK к плоскостям H и V методом прямоугольного треугольника (рисунок 1.17).

4.9 Обвести чертеж сплошной толстой основной линией. Красным цветом выделить проекции трапеции $ABCD$ и углы наклона α и β .

4.10 Оформить все надписи.

4.11 Проверить чертеж.

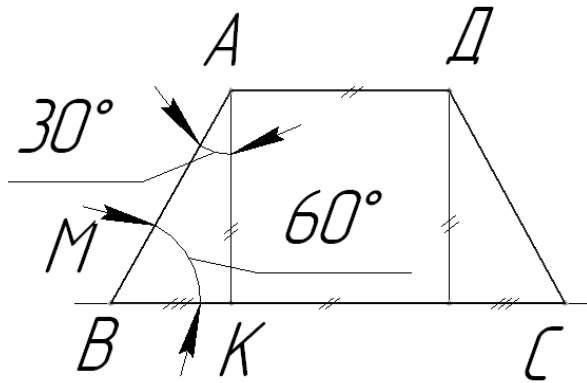


Рисунок 1.14

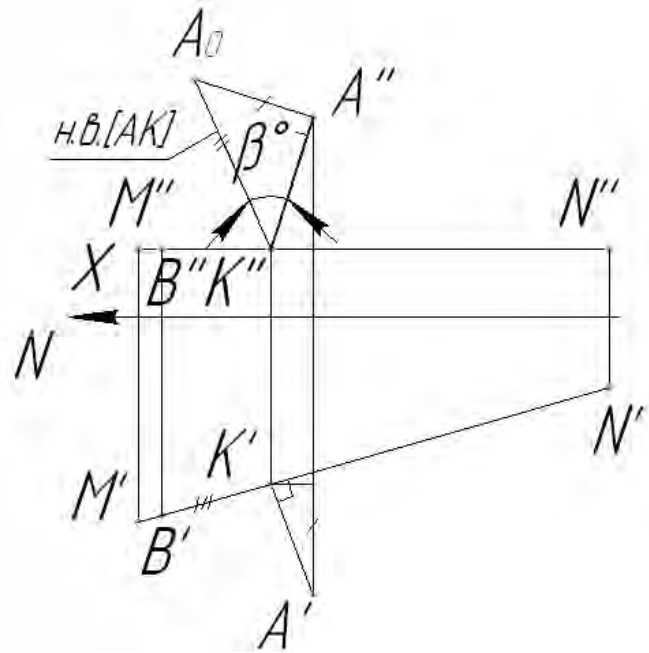


Рисунок 1.15

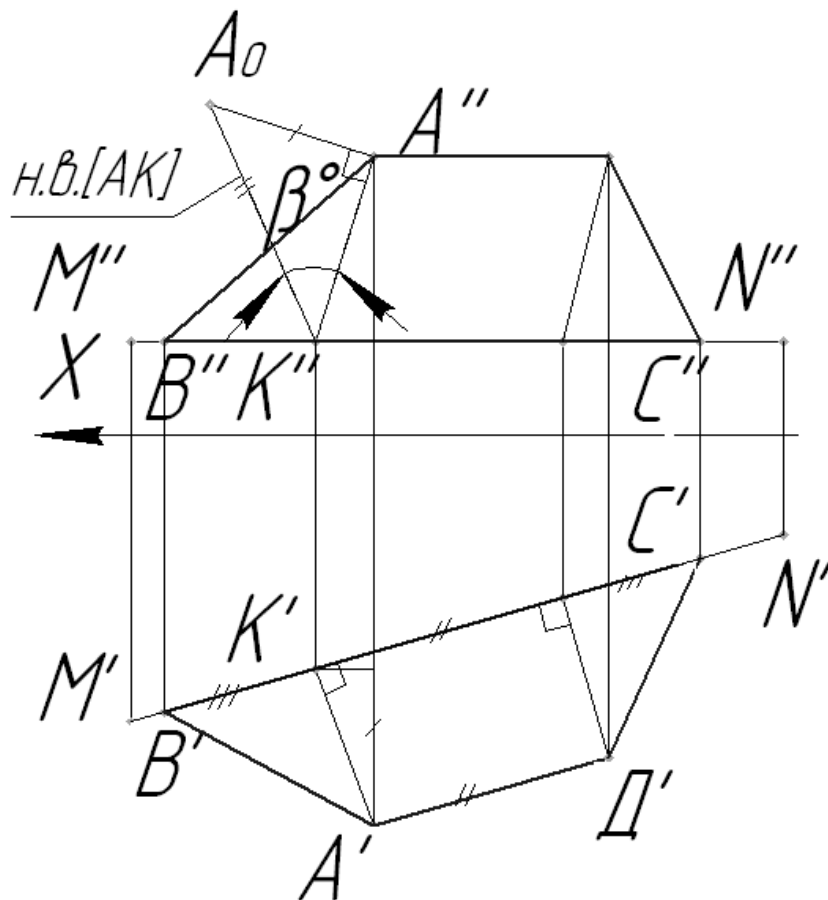


Рисунок 1.16

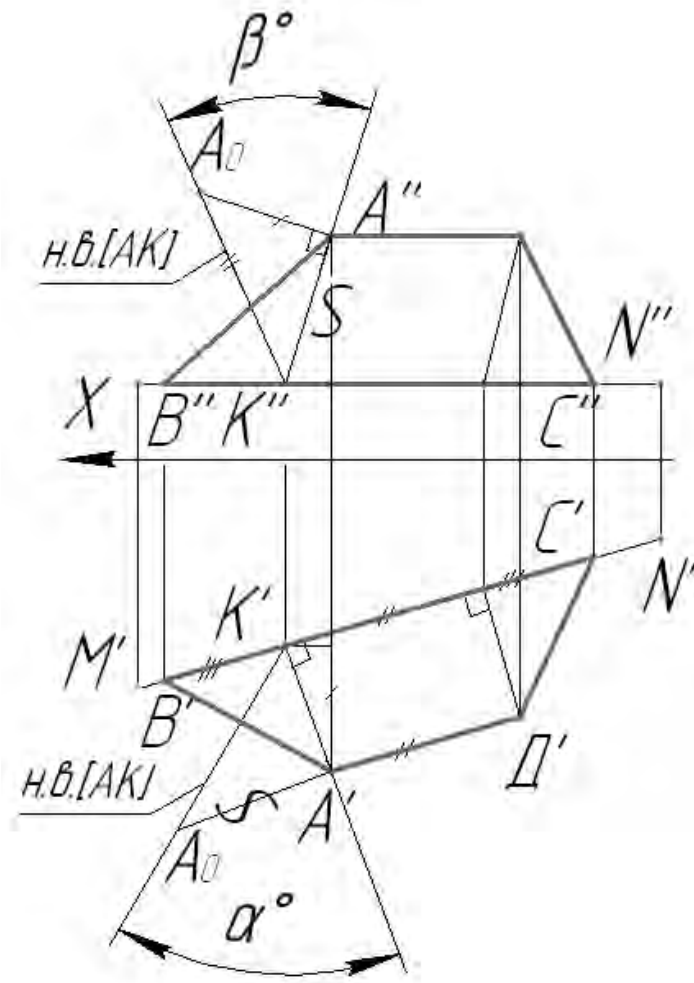


Рисунок 1.17

2 Метрические задачи

2.1 Определение высоты пирамиды

Дана пирамида $SABC$. Определить высоту пирамиды (способом перемены плоскостей проекций) (рисунки 2.1–2.5).

- 1 Изучить методические рекомендации и необходимую литературу.
- 2 Ознакомиться с индивидуальным заданием.
- 3 Вычертить условие задачи по заданным координатам точек A, B, C, S и соединить проекции точек основания пирамиды ABC (см. рисунок 2.1).
- 4 План решения задачи в пространстве.

Плоскость общего положения необходимо преобразовать в проецирующую плоскость. Перпендикуляр, опущенный из вершины S на проецирующую плоскость, является высотой пирамиды.

- 5 Построение на комплексном чертеже.

5.1 Провести в плоскости основания ABC горизонталь AK (см. рисунок 2.2).

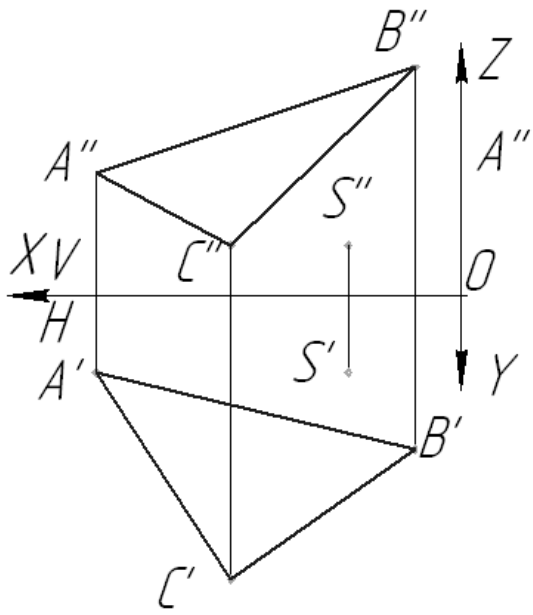


Рисунок 2.1

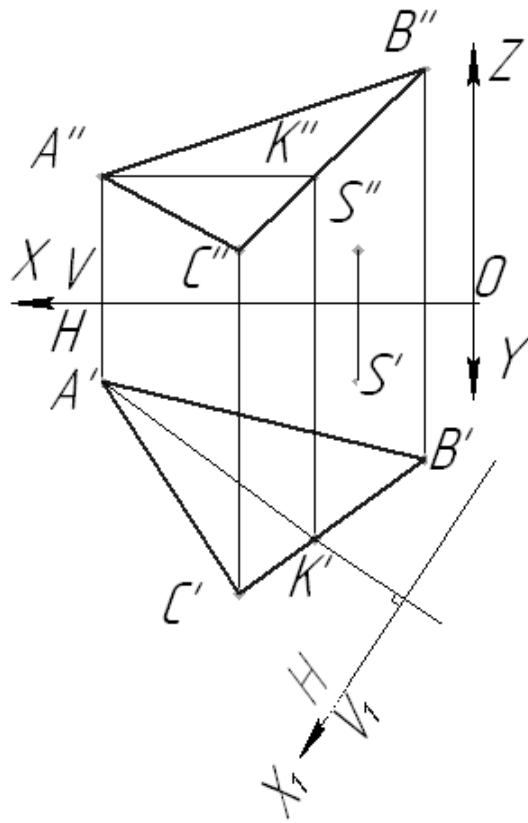


Рисунок 2.2

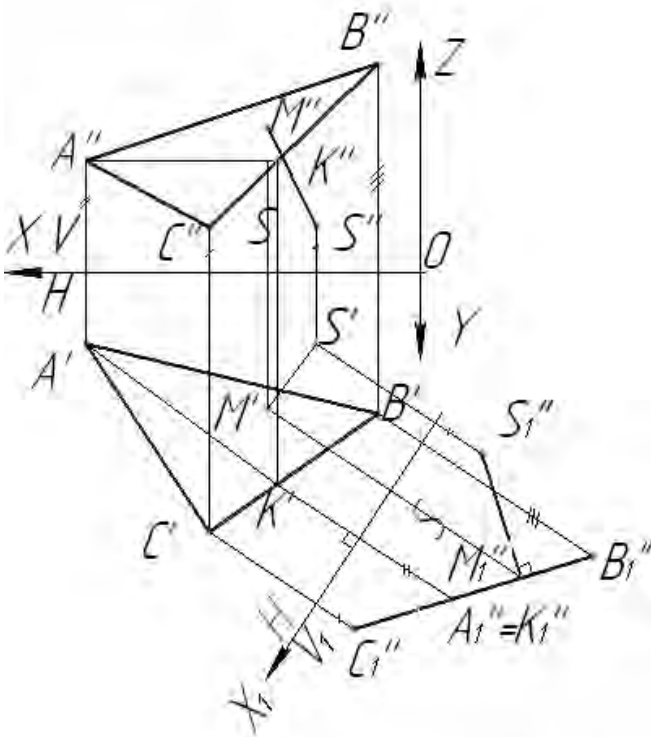


Рисунок 2.3

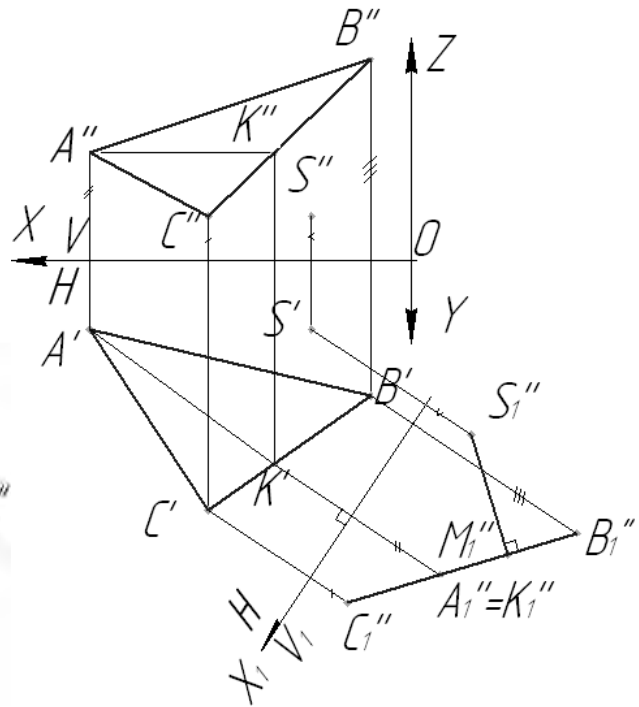


Рисунок 2.4



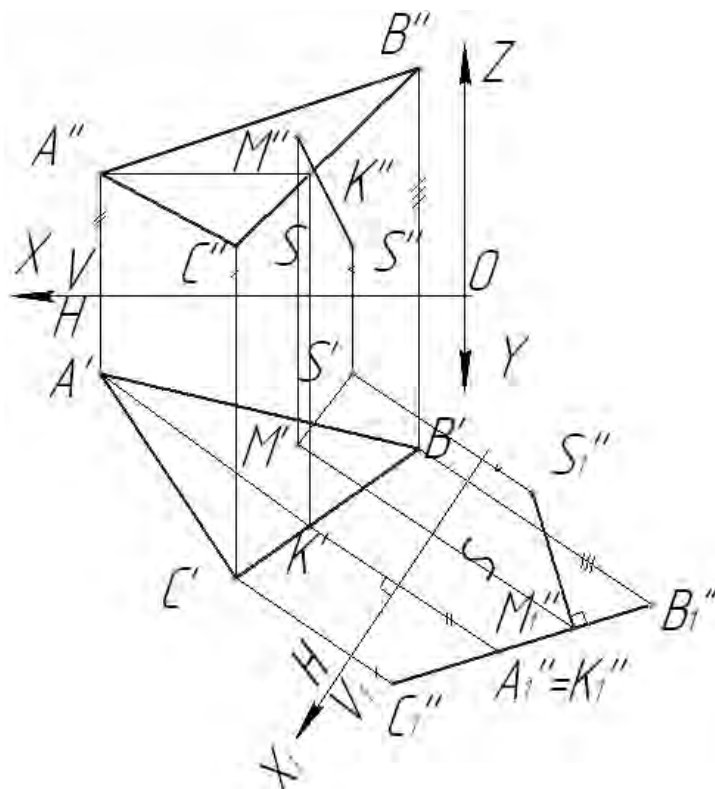


Рисунок 2.5

5.2 Расположить новую ось проекций X_1 перпендикулярно к горизонтальной проекции горизонтали ($A'K'$) (см. рисунок 2.3).

5.3 Построить новые фронтальные проекции вершины S_1'' и основания пирамиды $A_1''B_1''C_1''$ (см. рисунок 2.3).

5.4 Расстояние ($S_1''M_1''$) равно высоте пирамиды (см. рисунок 2.4).

5.5 Построить горизонтальную и фронтальную проекции высоты пирамиды, возвратив точку M в систему V/H (см. рисунок 2.5).

2.2 Определение натурального вида основания пирамиды

Дана пирамида $SABC$. Определить натуральный вид основания (вращением вокруг горизонтали или фронтали).

1 Изучить методические рекомендации и необходимую литературу.

2 Ознакомиться с индивидуальным заданием и примером выполнения.

3 Вычертить условие задачи по заданным координатам точек A , B , C (рисунок 2.6).

4 План решения задачи в пространстве.

Для определения формы и размеров плоской фигуры нужно повернуть ее вокруг принадлежащей ей горизонтали (фронтали) так, чтобы в результате этого вращения фигура расположилась параллельно плоскости $H(V)$.

5 Построения на комплексном чертеже.

5.1 Провести в плоскости основания пирамиды ABC горизонталь через точку A (рисунок 2.6).

5.2 Вращать точку B вокруг горизонтали AK . Точка B описывает дугу окруж-

ности, лежащую в горизонтально-проецирующей плоскости α , перпендикулярной оси вращения AK , т. е. точка B должна находиться на следе α_H (рисунок 2.7).

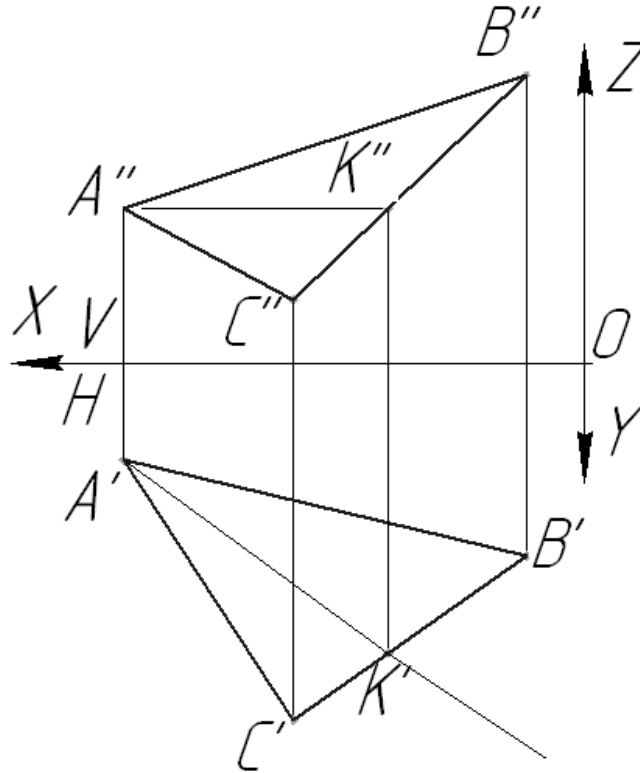


Рисунок 2.6

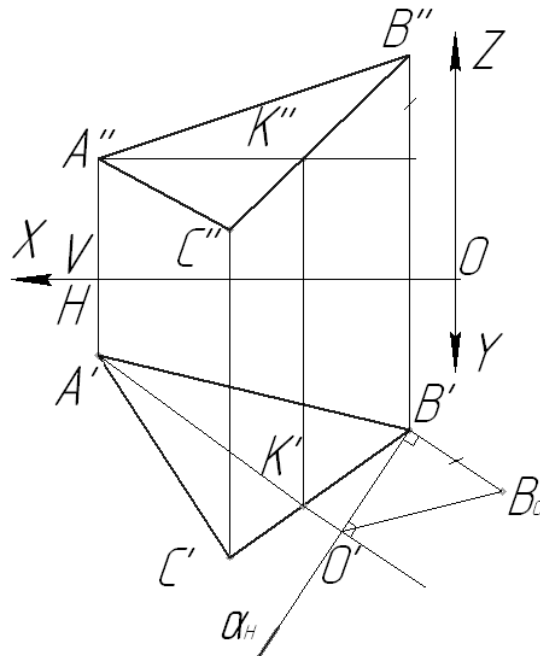


Рисунок 2.7

5.3 Найти центр вращения точки B – точку O , опустив из точки B перпендикуляр на ось вращения AK (см. рисунок 2.7).

5.4 Определить натуральную величину радиуса вращения точки B ($O'B_0$)

методом прямоугольного треугольника (см. рисунок 2.7).

5.5 Найти совмещенное положение точки B – точку B_0 на следе α_H (рисунок 2.8).

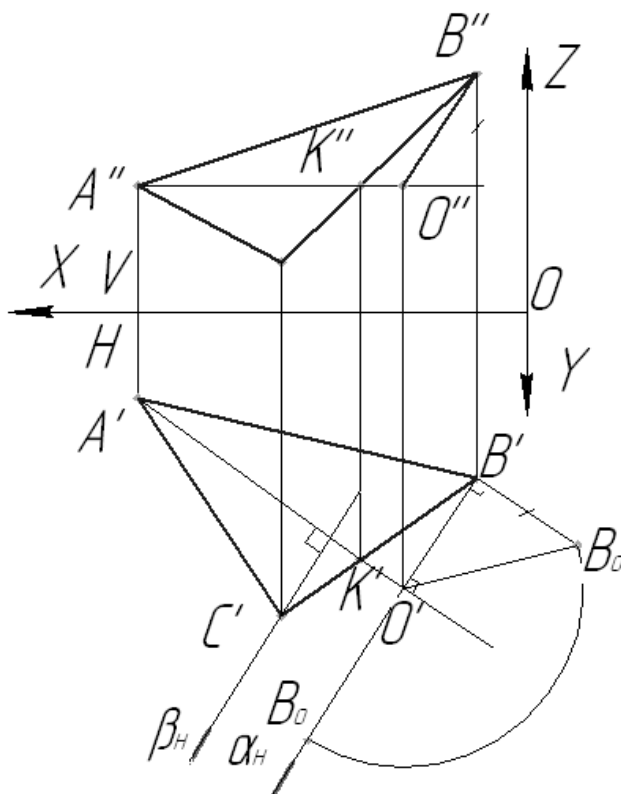


Рисунок 2.8

5.6 Найти совмещенное положение точки C . По аналогии с точкой B она должна лежать в плоскости β , перпендикулярной оси вращения AK , и располагаться на следе плоскости β_H . Для определения совмещенного положения точки C можно не определять радиус вращения, а найти ее положение в пересечении прямой B_0K' и перпендикуляра, проведенного из точки C' к оси вращения $A'K'$ (рисунок 2.9).

5.7 Точка A находится на оси вращения, поэтому A' совпадает с A_0 ($A' = A_0$) (см. рисунок 2.9).

5.8 Соединить точки $A_0B_0C_0$, получится натуральный вид основания пирамиды (см. рисунок 2.9).

Задача может быть решена вращением вокруг фронтали.

2.3 Определение угла между гранью и основанием пирамиды

Дана пирамида $SABC$. Определить угол между гранью AB и основанием пирамиды (способом перемены плоскостей проекций).

1 Изучить методические рекомендации и необходимую литературу.

2 Ознакомиться с индивидуальным заданием.

3 Вычертить условие задачи по заданным координатам точек S , A , B и C (рисунок 2.10).

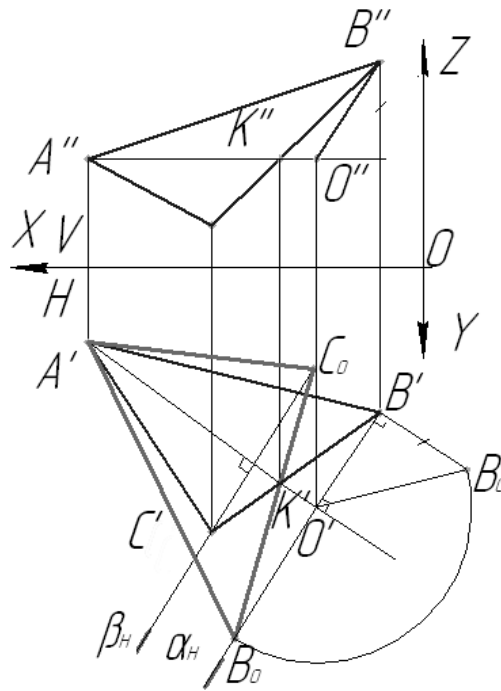


Рисунок 2.9

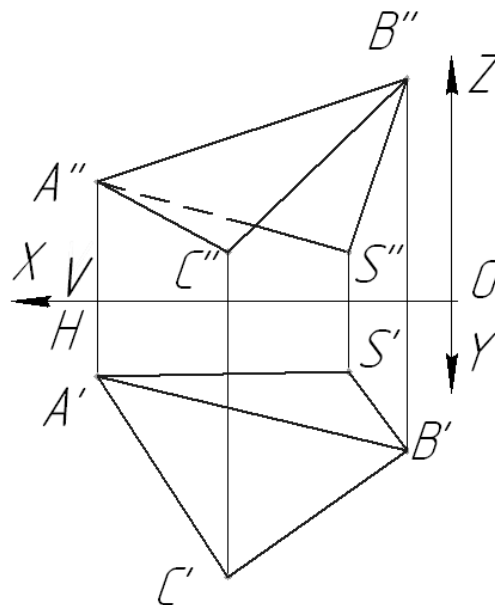


Рисунок 2.10

4 План решения задачи в пространстве.

Двугранный угол измеряется линейным углом, полученным в пересечении граней двугранного угла плоскостью, перпендикулярной двум граням, а следовательно, и к линии их пересечения. Линию пересечения из прямой общего положения необходимо преобразовать в проецирующую прямую.

5 Построения на комплексном чертеже.

5.1 Ввести плоскость H_1 параллельно ребру AB (рисунок 2.11).

5.2 Построить горизонтальные проекции точек A, B, C, S (рисунок 2.12).

5.3 Ввести плоскость V_1 перпендикулярно ребру AB (рисунок 2.13).

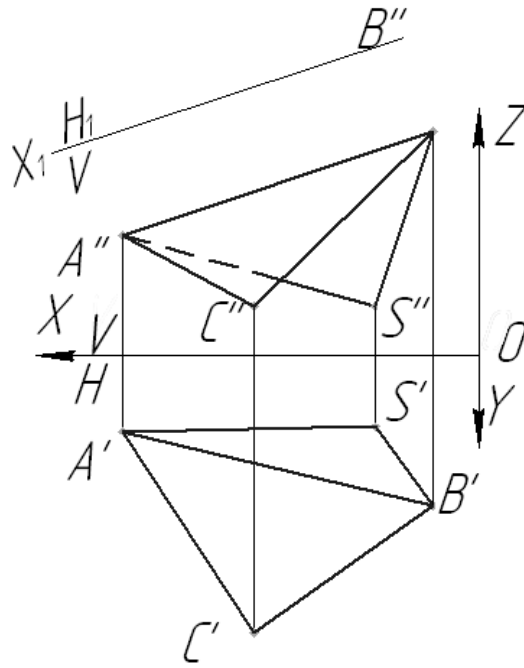


Рисунок 2.11

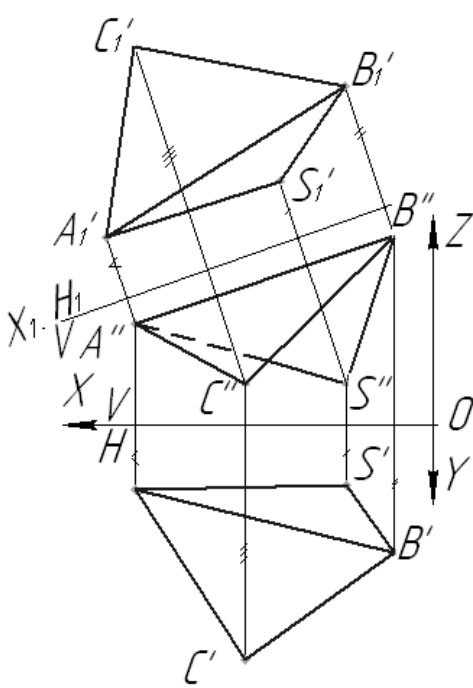


Рисунок 2.12

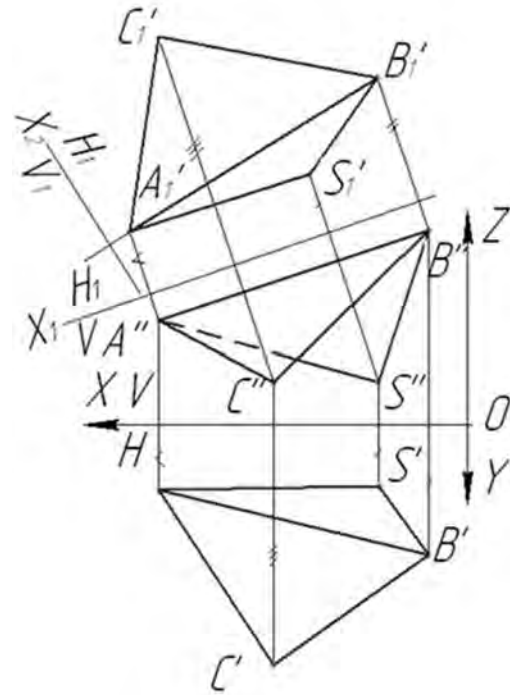


Рисунок 2.13

5.4 Построить новые фронтальные проекции (рисунок 2.14).

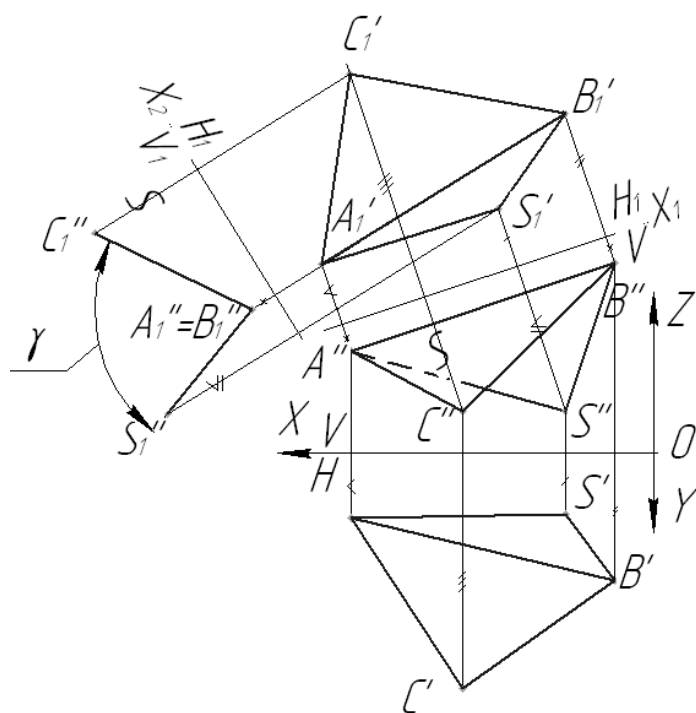


Рисунок 2.14

2.4 Определение угла наклона основания к плоскостям V и H

Дана пирамида $SABC$. Определить угол наклона основания к плоскостям V и H (с помощью линии наибольшего наклона).

- 1 Изучить методические рекомендации и необходимую литературу.
- 2 Ознакомиться с индивидуальным заданием.
- 3 Вычертить условие задачи по заданным координатам точек A , B , C (рисунок 2.15).

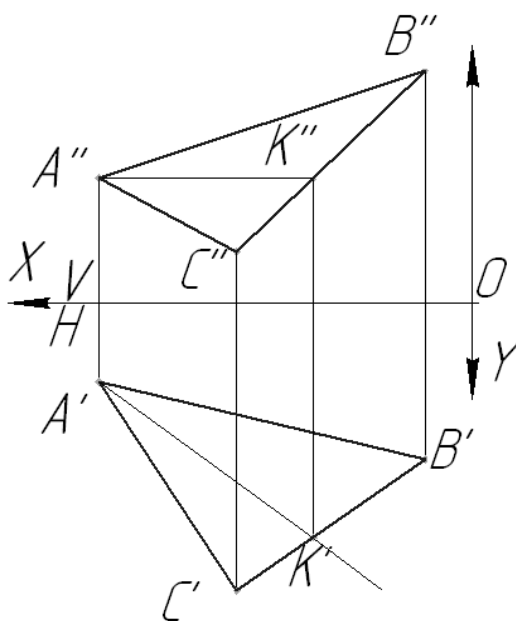


Рисунок 2.15

4 План решения задачи в пространстве.

Линия наибольшего наклона плоскости к горизонтальной плоскости проекций (линия ската) перпендикулярна любой горизонтали плоскости. Линия наибольшего наклона плоскости к фронтальной плоскости проекций перпендикулярна любой фронтали плоскости. Провести в плоскости основания горизонталь и фронталь. Построить линии наибольшего наклона к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций. Определить углы наклона плоскости основания к плоскостям H и V .

5 Построения на комплексном чертеже.

5.1 Провести горизонталь AK в плоскости основания ABC (рисунок 2.16).

5.2 Построить линию наибольшего наклона к горизонтальной плоскости проекций BE (рисунок 2.17).

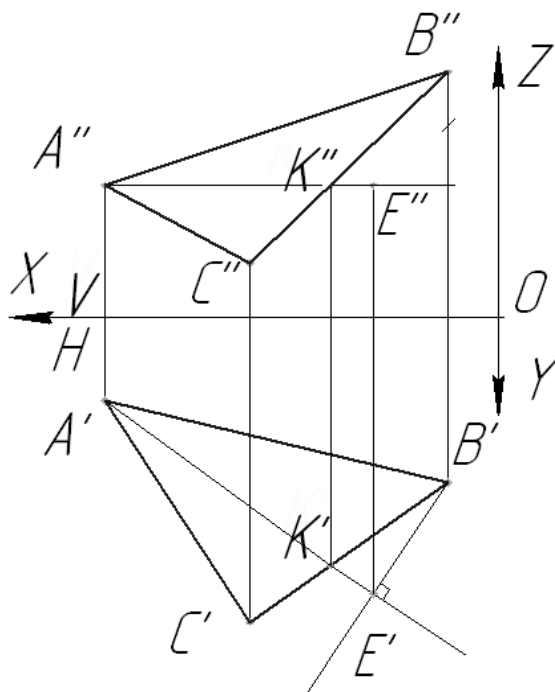


Рисунок 2.16

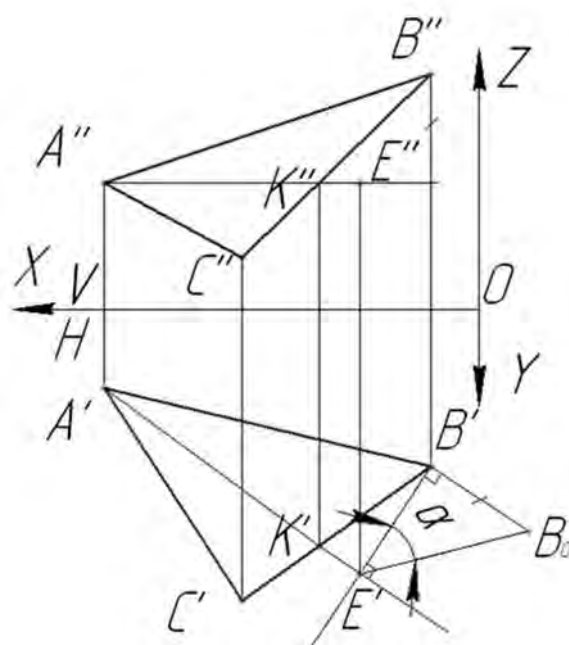


Рисунок 2.17

5.3 Используя способ прямоугольного треугольника, определить натуральную величину линии наибольшего наклона к плоскости H и угол α (см. рисунок 2.17).

5.4 Провести фронталь BD в плоскости основания ABC (рисунок 2.18).

5.5 Построить линию наибольшего наклона к фронтальной плоскости проекций AM (рисунок 2.19).

5.6 Используя способ прямоугольного треугольника, определить натуральную величину линии наибольшего наклона к плоскости V и угол наклона β (рисунок 2.20).

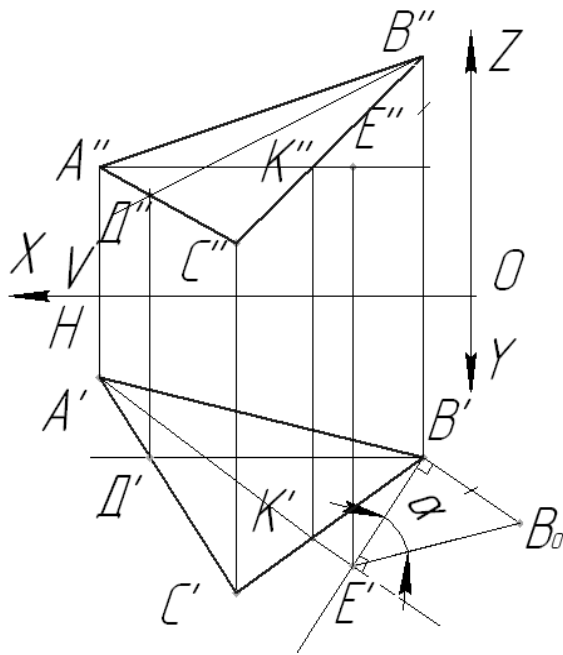


Рисунок 2.18

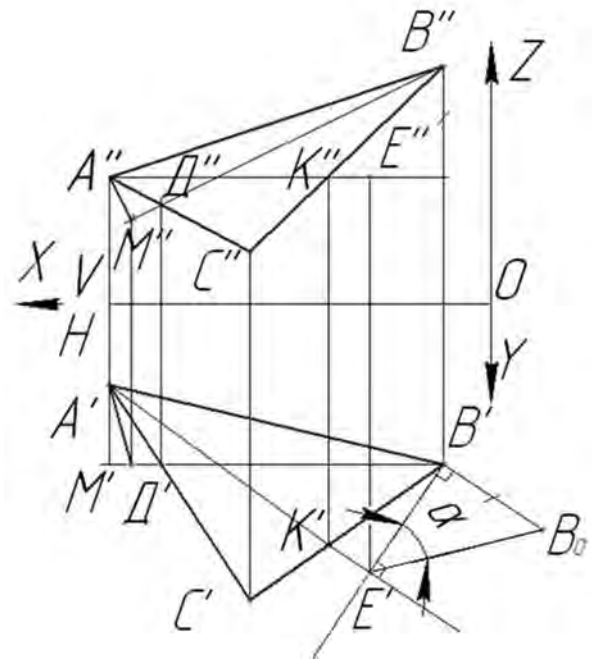


Рисунок 2.19

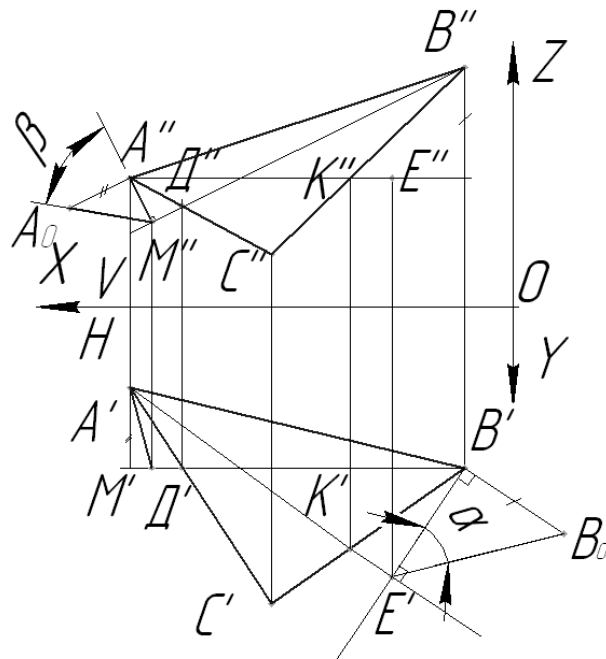


Рисунок 2.20

Список литературы

1 **Гордон, В. О.** Курс начертательной геометрии / В. О. Гордон, М. А. Семенов-Огиевский. – Москва: Наука, 1988. – 272 с.

2 **Фролов, С. А.** Начертательная геометрия / С. А. Фролов. – Москва: Машиностроение, 1983. – 240 с.

3 Сборник задач по курсу начертательной геометрии / В. О. Гордон [и др.]. – Москва: Наука, 1973. – 351 с.

4 **Арустамов, Х. А.** Сборник задач по начертательной геометрии / Х. А. Арустамов. – Москва: Машиностроение, 1972. – 376 с.

