

**ФГБОУ ВПО**  
**«Липецкий государственный технический университет»**

---

**Кафедра инженерной графики**

**Методические указания к решению задач**  
***по курсу***  
***“Начертательная геометрия”***

**Авторы:**

кандидат технических наук, доцент  
Телегин Виктор Валериевич,

кандидат технических наук, доцент  
Степанов Анатолий Степанович,

старший преподаватель  
Титов Николай Александрович

**ЛГТУ**

**Липецк 2012**

## Обозначения

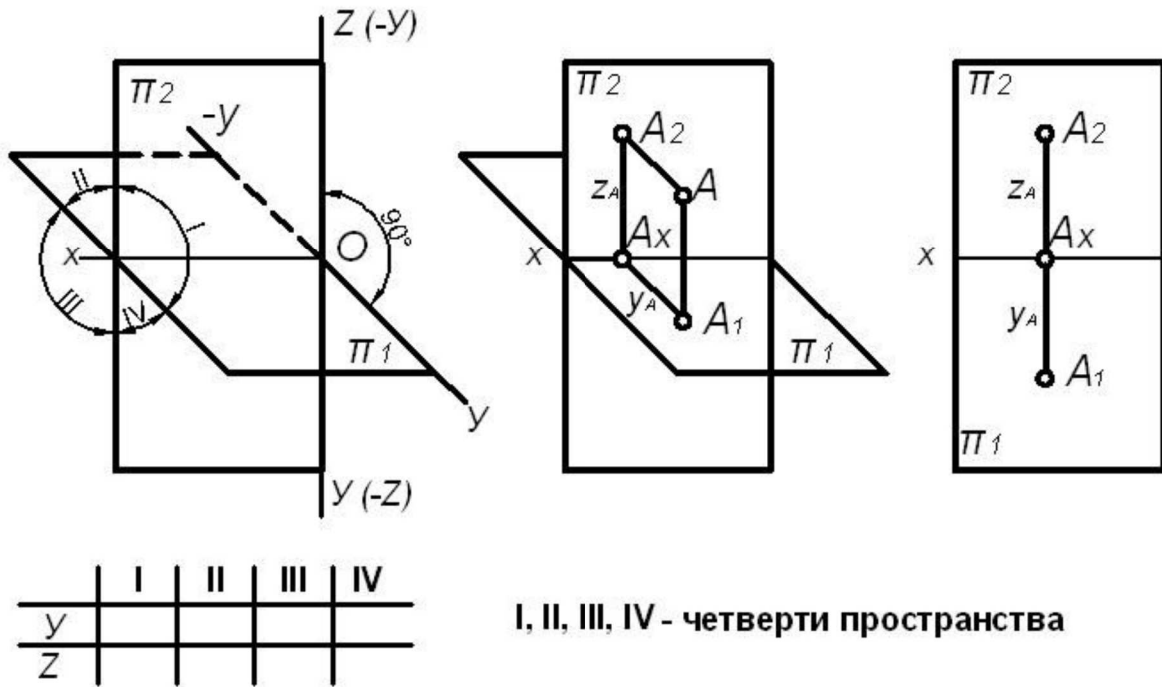
Параметр	Обозначение	Альтернативные обозначения
Горизонтальная плоскость проекций	$\pi_1$	<b>H</b>
Фронтальная плоскость проекций	$\pi_2$	<b>V</b>
Профильная плоскость проекций	$\pi_3$	<b>W</b>
Ось абсцисс	$x$	-
Ось ординат	$y$	-
Ось аппликат	$z$	-
Горизонтальная проекция точки <b>A</b>	$A_1$	<b>a</b>
Фронтальная проекция точки <b>A</b>	$A_2$	<b>a'</b>
Профильная проекция точки <b>A</b>	$A_3$	<b>a''</b>
Горизонтальная проекция прямой <b>L</b>	$l_1$	<b>l</b>
Фронтальная проекция прямой <b>L</b>	$l_2$	<b>l'</b>
Профильная проекция прямой <b>L</b>	$l_3$	<b>l''</b>
Горизонтальная проекция плоскости $\alpha$ ( $\beta, \gamma$ )	$\alpha_1$ ( $\beta_1, \gamma_1$ )	<b>a</b>
Фронтальная проекция плоскости $\alpha$ ( $\beta, \gamma$ )	$\alpha_2$ ( $\beta_2, \gamma_2$ )	<b>a'</b>
Профильная проекция плоскости $\alpha$ ( $\beta, \gamma$ )	$\alpha_3$ ( $\beta_3, \gamma_3$ )	<b>a''</b>
Горизонтальный след прямой	$M_1, M_2, M_3$	
Фронтальный след прямой	$N_1, N_2, N_3$	
Профильный след прямой	$P_1, P_2, P_3$	
Проекция горизонтального следа плоскости $\alpha$	$h_{0\alpha}$	$P_H$ (P – плоскость)
Проекция фронтального следа плоскости $\alpha$	$f_{0\alpha}$	$P_V$ (P – плоскость)
Проекция профильного следа плоскости $\alpha$	$p_{0\alpha}$	$P_W$ (P – плоскость)
Угол наклона прямой или плоскости к горизонтальной плоскости проекций	$\alpha$	
Угол наклона прямой или плоскости к фронтальной плоскости проекций	$\beta$	
Угол наклона прямой или плоскости к профильной плоскости проекций	$\gamma$	

*Задачи, номера которых обозначены знаком \*, даются с кратким пояснением.*

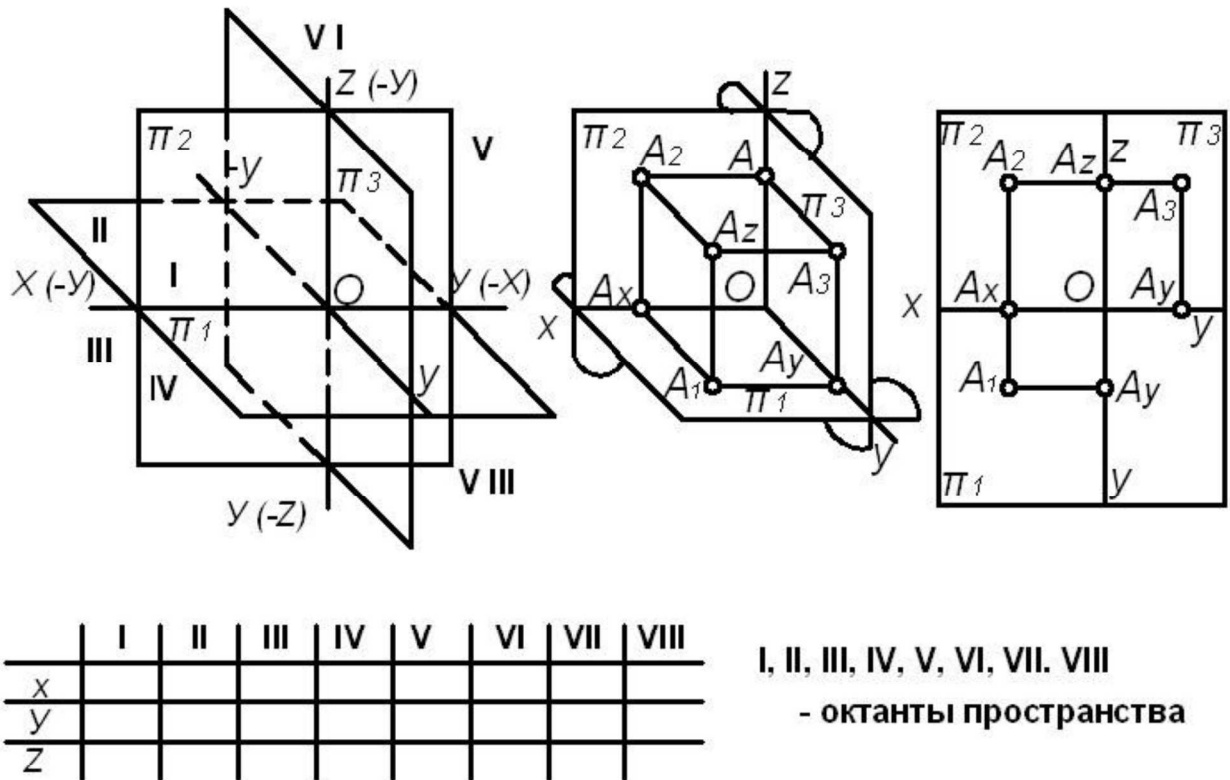
### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гордон С.О, Сборник задач по курсу начертательная геометрия / С.О.Гордон, Ю.Б.Иванов, Т.Е.Солнцева М.: Высш. школа, 1993.
2. Арустамов Х.А. Сборник задач по начертательной геометрии / Х.А. Арустамов М.: Машиностроение, 1990 г.

## Проецирование точки на две плоскости проекций



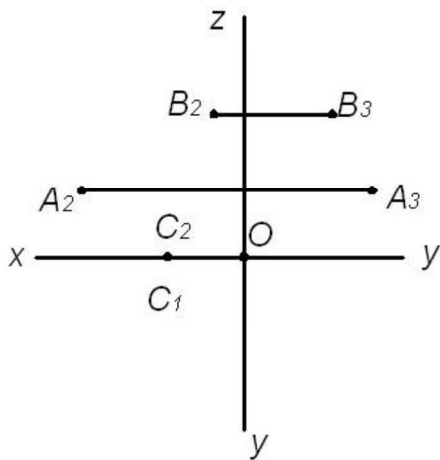
## Проецирование точки на три плоскости проекций



## Задание точки на эюре Монжа

1\*. Построить недостающие проекции точек А, В и С (рис. 1)

Условие:



Решение:

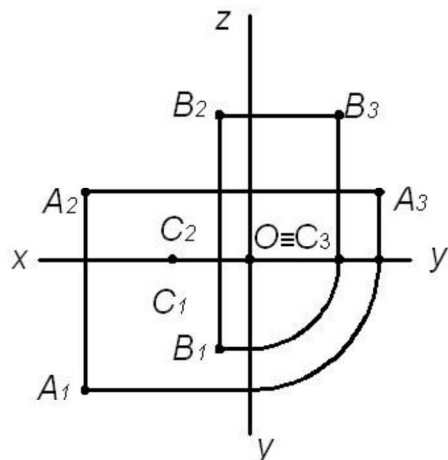


Рис. 1

При построении проекций точек необходимо иметь ввиду следующее:

1. Положение заданной точки, определяется тремя её координатами:  $x, y, z$ .
2. Горизонтальная ( $A_1$ ), фронтальная ( $A_2$ ) и профильная ( $A_3$ ) проекции точки определяются на эюре следующими парами координат:
  - $A_1(x, y)$  – принадлежит плоскости  $\pi_1$
  - $A_2(x, z)$  – принадлежит плоскости  $\pi_2$
  - $A_3(y, z)$  – принадлежит плоскости  $\pi_3$
3. Линии проекционной связи, соединяют две проекции по прямым, перпендикулярным осям:  $A_1A_2 \perp OX$  и  $A_2A_3 \perp OZ$

2. По координатам  $x, y, z$  построить горизонтальные и фронтальные проекции точек А, В, С, D, H, F, G.

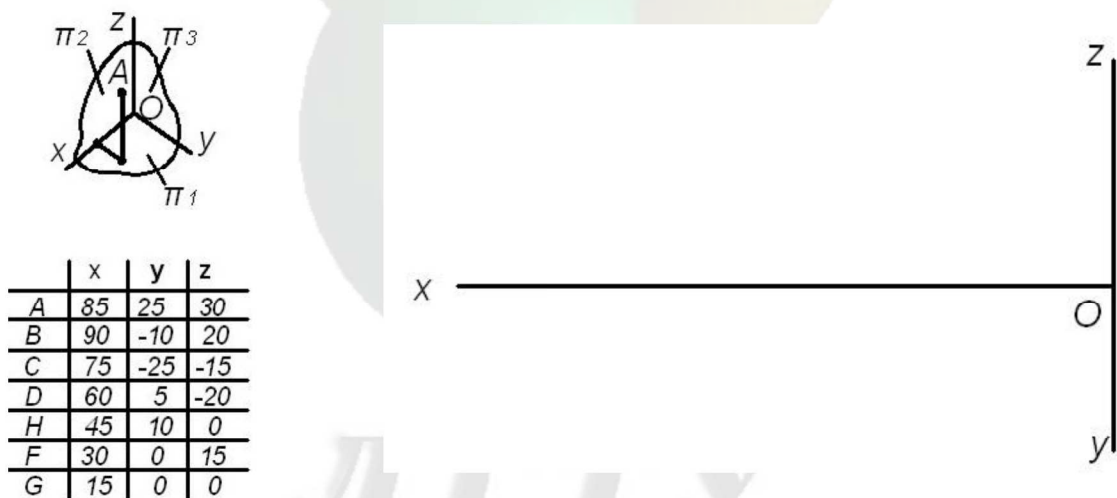


Рис. 2

3. По двум проекциям точек L, V, N, K, P построить их профильные проекции и выполнить их наглядные изображения (рис. 3)

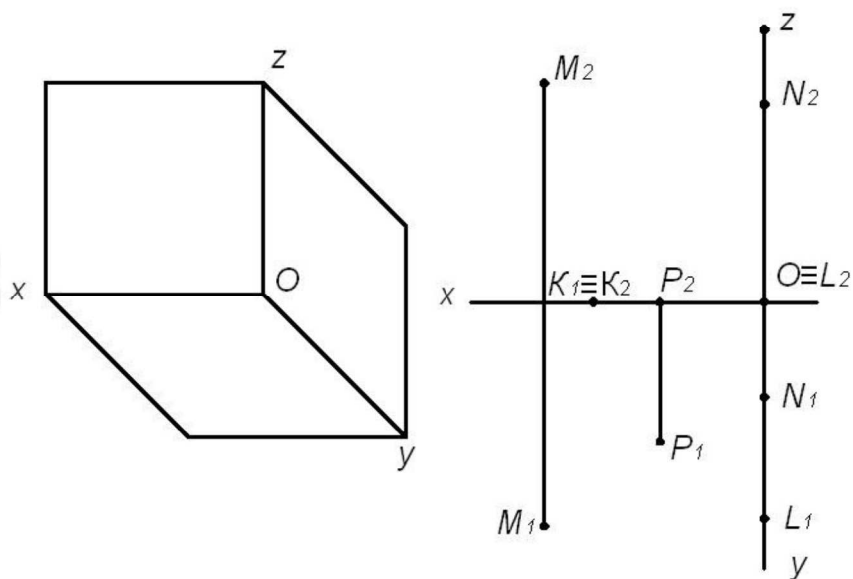


Рис. 3

По чертежам определить, какие точки расположены:  
в I, II, III, IV октантах пространства: \_\_\_\_\_

выше плоскости  $\pi_1$ : \_\_\_\_\_

ниже плоскости  $\pi_1$ : \_\_\_\_\_

перед плоскостью  $\pi_2$ : \_\_\_\_\_

за плоскостью  $\pi_2$ : \_\_\_\_\_

на плоскостях проекций: \_\_\_\_\_

на осях координат: \_\_\_\_\_

4. Построить проекции точек В и С, симметричные точке А (15, 20, 30) соответственно относительно  $\pi_1$  и  $\pi_2$  (рис. 4)

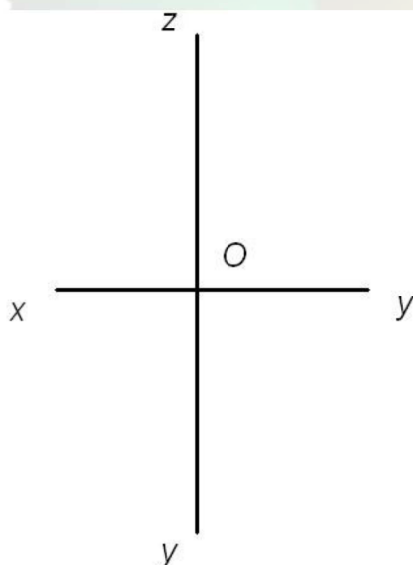
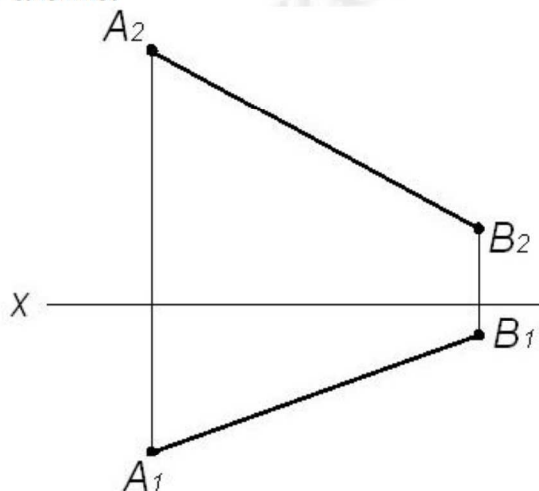


Рис. 4

## Прямая линия и плоскость на чертеже

5\*. Определить длину отрезка АВ и углы его наклона к плоскостям проекций (рис. 5)

Условие:



Решение:

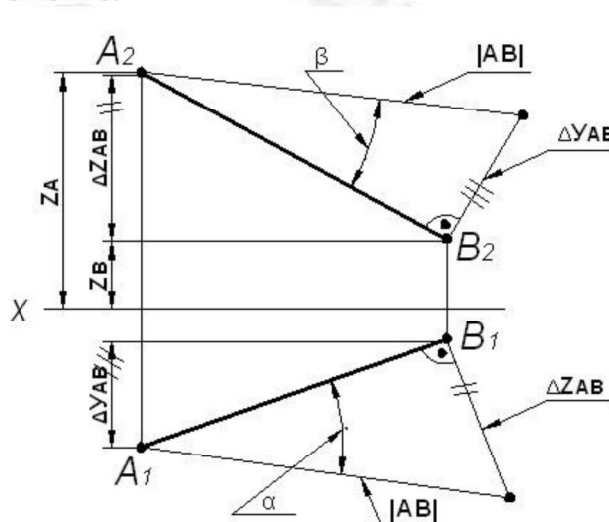


Рис. 5

Правило прямоугольного треугольника:

Натуральная величина отрезка прямой общего положения равна гипотенузе прямоугольного треугольника, один из катетов которого равен проекции отрезка на плоскость, а другой, – разности расстояний его концов до этой плоскости.

Угол между прямой и плоскостью равен углу между самой прямой и её проекцией на эту плоскость.

6. Построить проекции отрезка:

а). Горизонтальной прямой, отстоящей от плоскости  $\pi_1$  на 5 мм, длиной 30мм и с углом наклона к плоскости  $\pi_2$ , равным  $45^\circ$  (рис. 6а) и

б). Фронтальной прямой, отстоящей от плоскости  $\pi_2$  на 10 см, длиной 25 мм и углом наклона к плоскости  $\pi_1$ , равным  $30^\circ$  (рис. 6б).



Рис. 6а



Рис. 6б

7. Отложить на прямой  $a$  отрезок АВ длиной 30 мм (рис. 7).

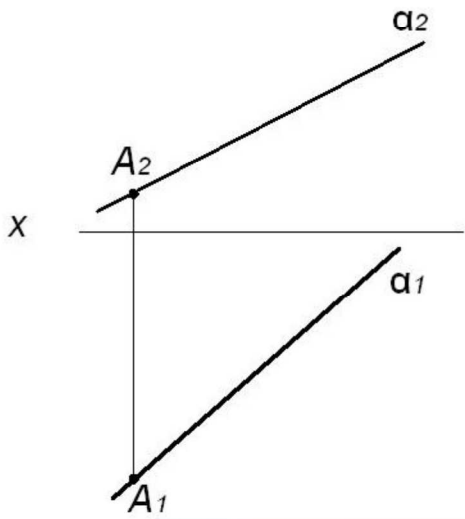


Рис. 7

8. построить проекции прямой по заданным проекциям её следов. Указать четверти пространства, через которые проходит прямая (рис. 8)

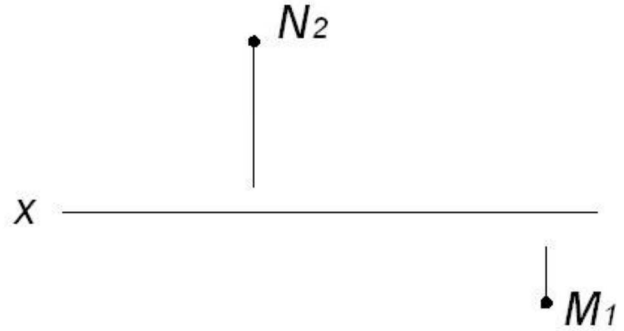


Рис. 8

9. Определить положение отрезка АВ относительно плоскостей проекций. Найти следы прямой, которой принадлежит отрезок АВ (рис. 9)

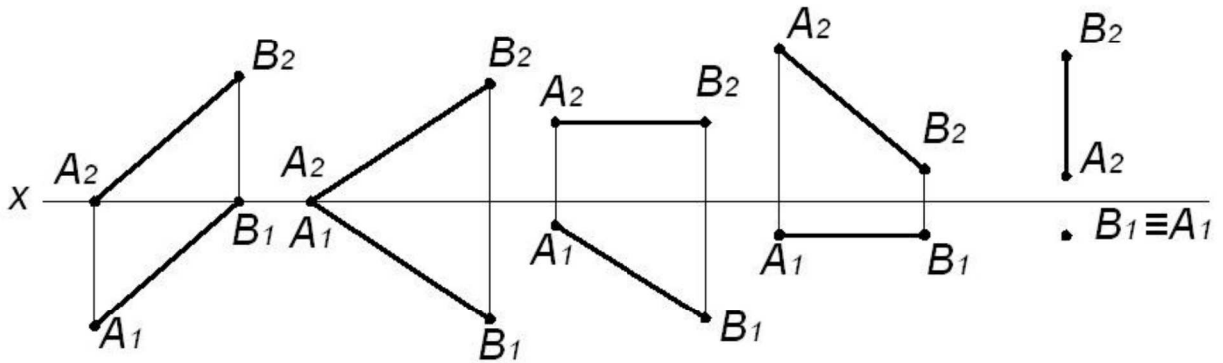


Рис. 9

10. Построить фронтальную проекцию отрезка АВ. Если его длина равна 45 см (рис. 10).

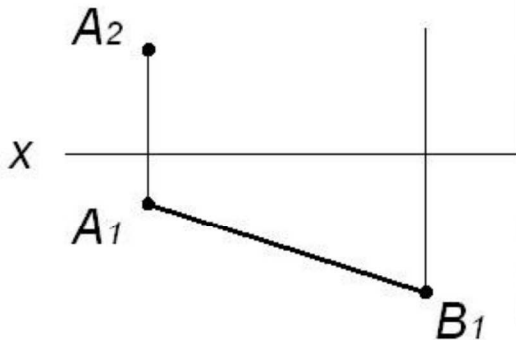


Рис. 10

11. Построить горизонтальную проекцию отрезка АВ, если угол его наклона к плоскости  $\pi_2$  равен  $30^\circ$  (рис. 11).

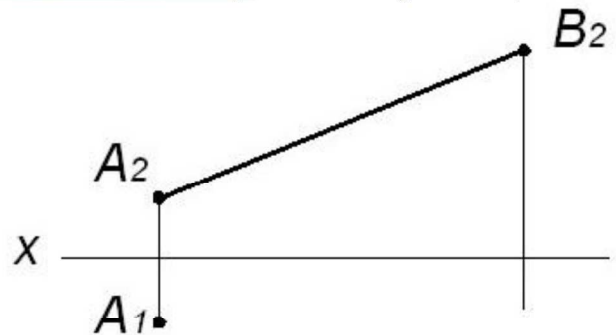


Рис. 11

12. Определить взаимное положение заданных прямых (рис. 12, а-з).

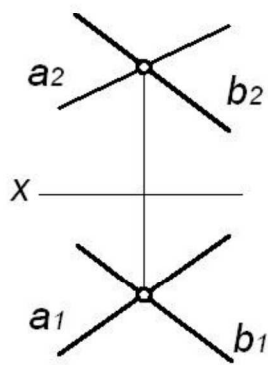


Рис. 12 а

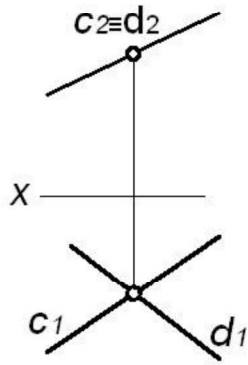


Рис. 12 б

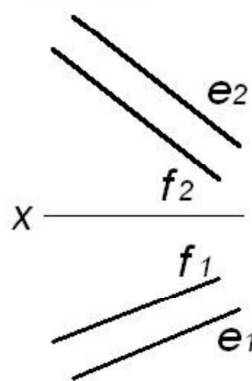


Рис. 12 в

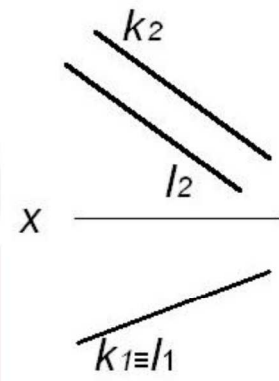


Рис. 12 г

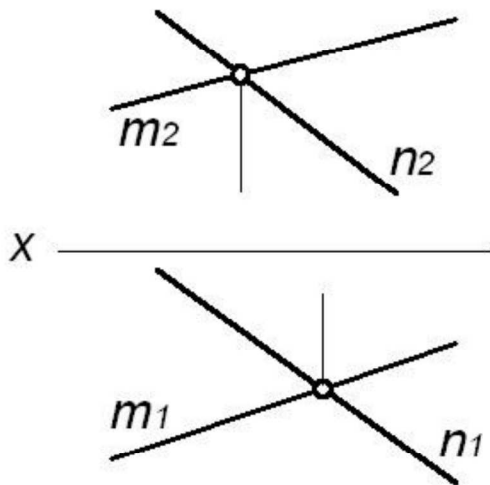


Рис. 12 д

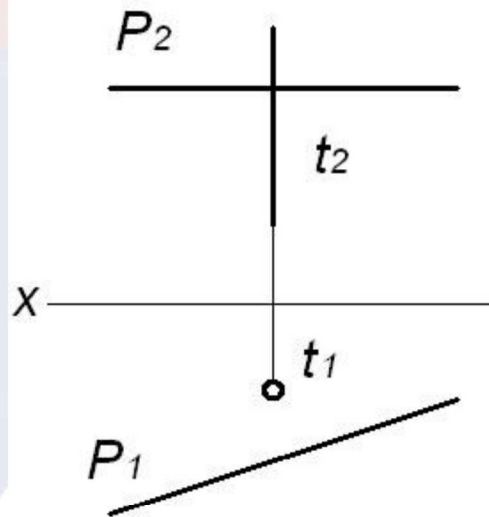


Рис. 12 е

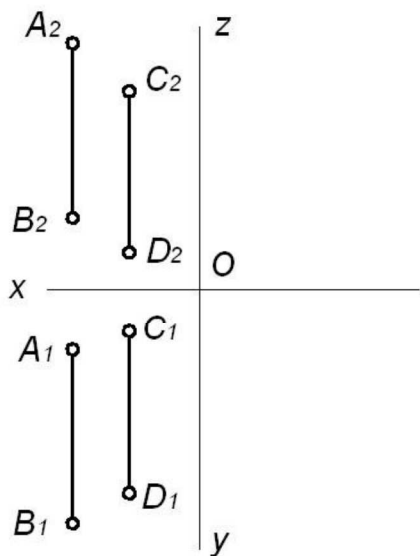


Рис. 12 ж

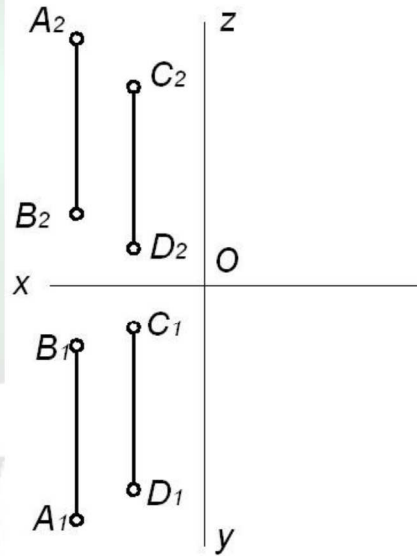
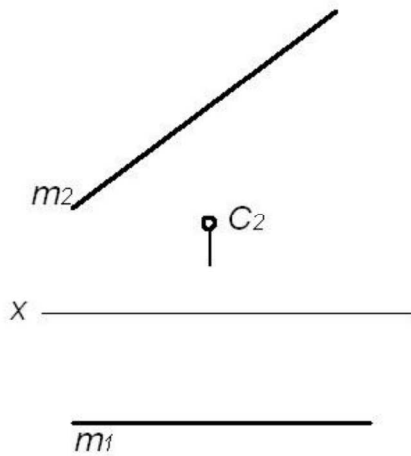


Рис. 12 з



13\*. Определить недостающую проекцию точки  $C$  исходя из условия, что расстояние от точки  $C$  до прямой  $m$  равно 30 мм (рис. 13)

Условие:



Решение:

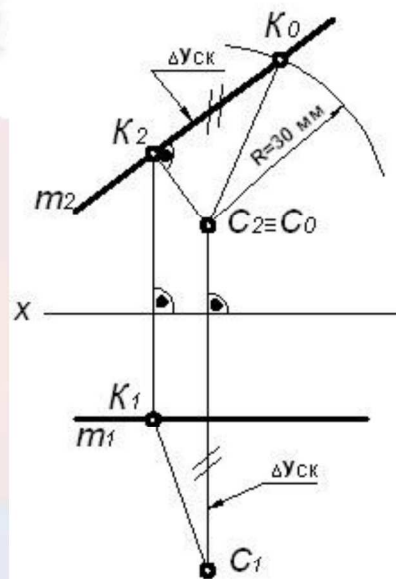


Рис. 13

Заданное расстояние от точки  $C$  до прямой  $m$  в пространстве является отрезком, лежащем на перпендикуляре, опущенном из точки  $C$  на прямую  $m$ . Так как прямая  $m$  является фронтальной прямой, то на  $\pi_2$  прямой угол между перпендикуляром и прямой  $m$  проецируется в истинную величину (согласно теореме о «Частном случае проецирования прямого угла»). На эюре проводится  $C_2K_2 \perp m_2$  и откладывается циркулем гипотенуза прямоугольного треугольника  $C_0K_0 = 30\text{мм}$ . Находим значение  $\Delta Y_{СК}$  на  $m$ . Это значение, отложив на линии проекционной связи для проекции  $C_1K_1$ , позволит определить истинную проекцию  $C_1$ .

14. Построить проекции прямой  $c$ , параллельной прямой  $a$  и пересекающей прямые  $b$  и  $d$ .

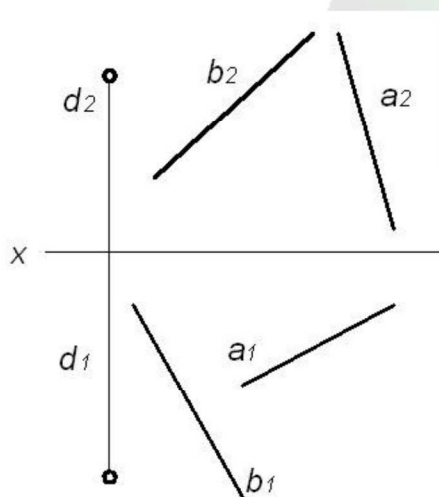


Рис. 14

15. Через точку  $K$  провести горизонталь и фронталь заданной плоскости (рис. 15).

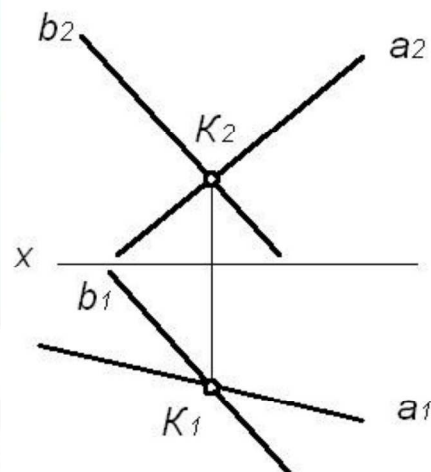
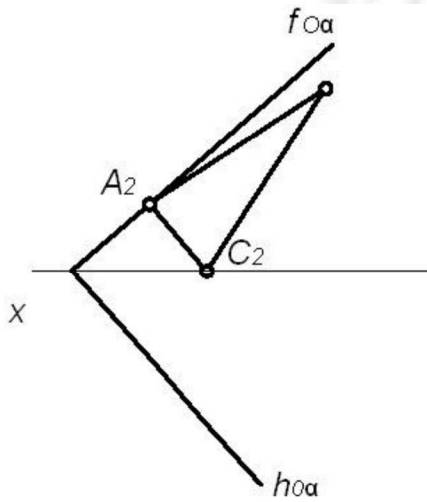


Рис. 15

16\*. Достроить горизонтальную проекцию  $\Delta ABC \in a$  (рис. 16).

Условие:



Решение:

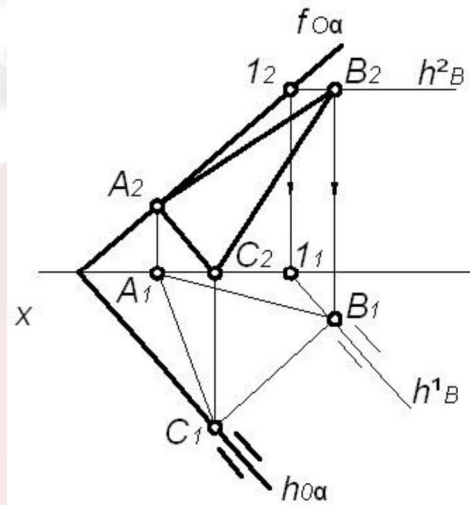


Рис. 16

В основе решения задачи лежат следующие аксиомы:

1. Если точка принадлежит прямой, то её проекции принадлежат проекциям этой прямой.
2. Прямая принадлежит плоскости, если она проходит через две несовпадающие точки, принадлежащие плоскости.
3. Точка принадлежит плоскости, если она принадлежит прямой, лежащей в этой плоскости.

Точка  $A$  лежит на фронтальном следе  $f_{0\alpha}$  плоскости, а это значит, что её горизонтальная проекция  $A_1$  будет принадлежать фронтальному следу плоскости, а он совпадает с осью  $X$ .

Аналогично рассуждая, можно построить горизонтальную проекцию точки  $C$ , которая лежит на горизонтальном следе.

Чтобы построить горизонтальную проекцию точки  $B$  ( $B_1$ ) необходимо провести через точку  $B$  произвольную прямую, например, горизонталь  $h_B \in B$ . Тогда проекцию  $B_1$  найдём на проекции  $h_{1B}$ .

17. Определить положение плоскостей относительно плоскостей проекций. Найти недостающие проекции точек  $A$ ,  $B$  и  $C$ , расположенных в этих плоскостях. Провести через эти точки горизонтали и фронталы плоскости (рис. 17 а-г).

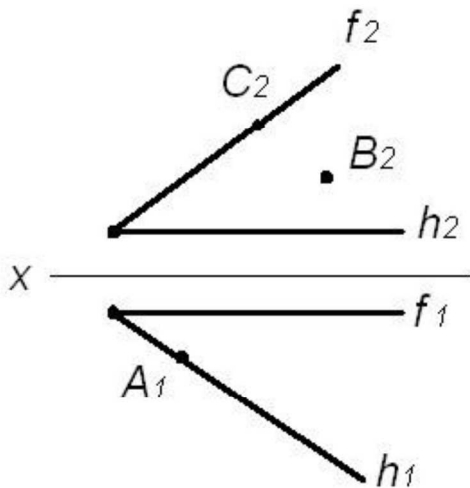


Рис. 17а

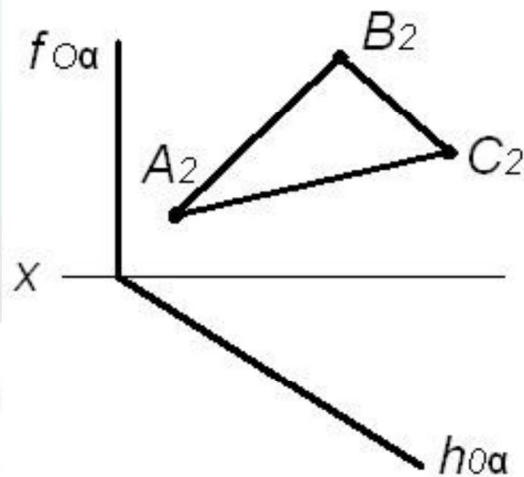


Рис. 17б

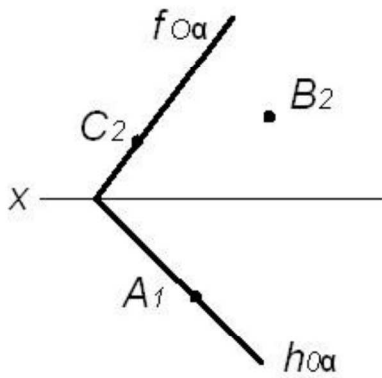


Рис. 17в

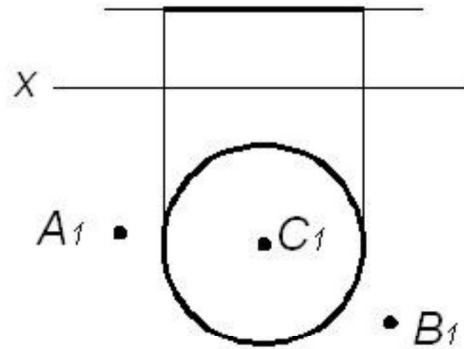


Рис. 17г

18. Прямую  $a$  заключить в плоскость, задав её следами:

а) горизонтально-проецирующую (рис. 18а).

б) фронтально-проецирующую (рис. 18б).

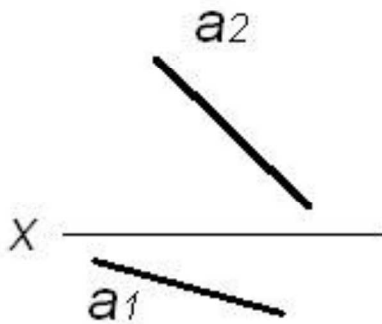


Рис. 18а

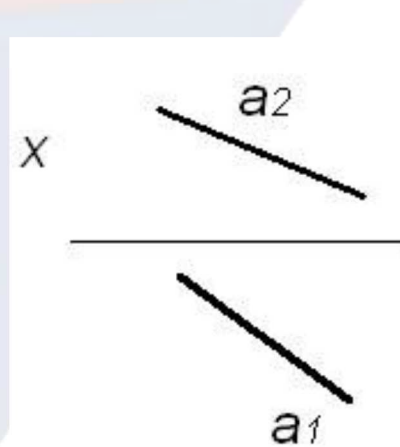


Рис. 18б

19. Определить углы наклона плоскости  $\Delta ABC$  к плоскостям проекций  $\pi_1$  и  $\pi_2$  (рис. 19).

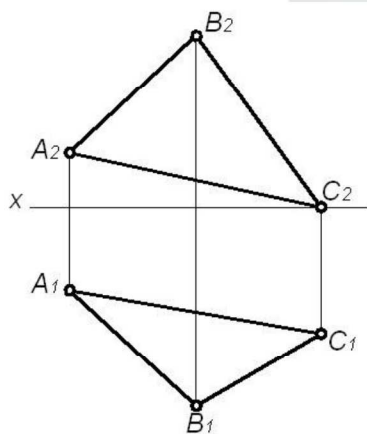


Рис. 19

20. Построить проекции квадрата  $ABCD$  с вершиной  $A \in a$  и диагональю  $BD \in b$ . Точка  $K$  – точка пересечения диагоналей (рис. 20).

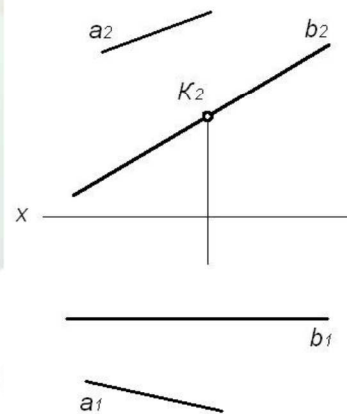


Рис. 20

21. Построить следы плоскости, заданной прямыми  $h$  и  $f$ .

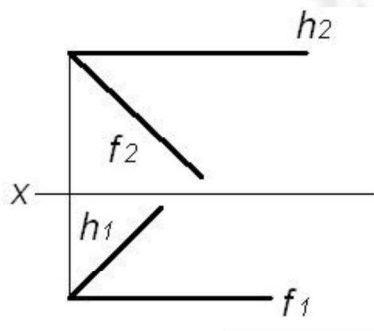


Рис. 21

22. Построить следы плоскости, заданной  $\Delta ABC$  (рис. 22).

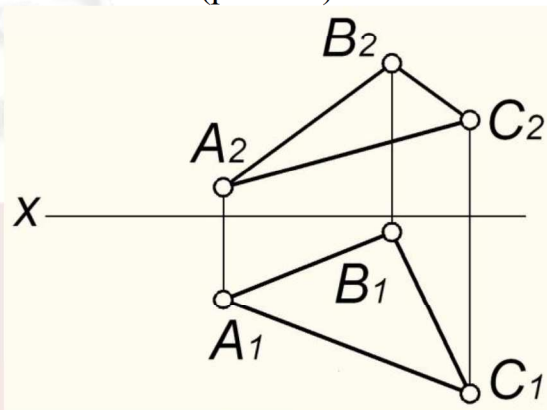
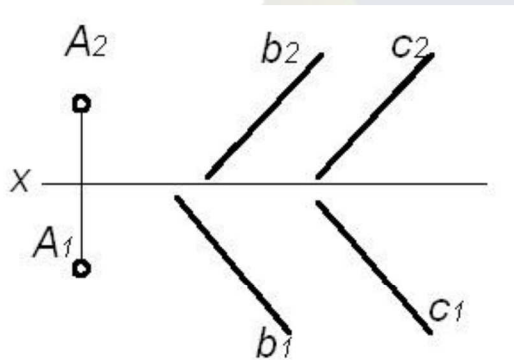


Рис. 22

23\*. Задана плоскость  $\alpha$  ( $b \parallel c$ ) и точка  $A$ , лежащая вне этой плоскости (рис. 23). Построить проекции прямых  $m$  и  $n$ , проходящих через точку  $A$  и удовлетворяющих следующим условиям:

1. Прямая  $m$ , параллельна плоскости  $\alpha$ .
2. Прямая  $n$ , перпендикулярна плоскости  $\alpha$ .

Условие:



Решение:

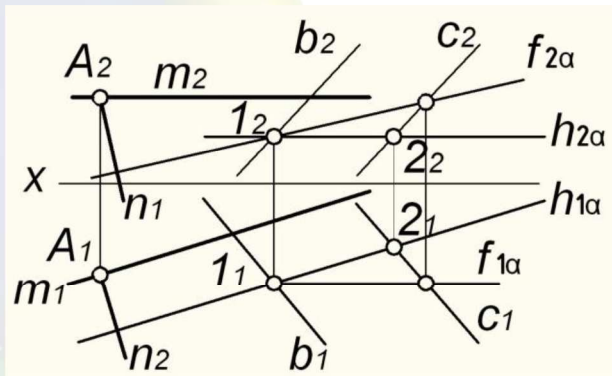


Рис. 23

При решении задач о параллельности и перпендикулярности прямых и плоскостей могут быть полезны следующие утверждения:

1. Если две прямые параллельны, то параллельны их проекции.
2. Прямая параллельна плоскости, если в этой плоскости найдётся прямая, параллельная ей.
3. Две плоскости параллельны, если в каждой из них найдутся по две пересекающиеся прямые, взаимно параллельные друг другу.
4. Прямой угол проецируется на плоскость без искажения, если одна из его сторон параллельна этой плоскости.
5. Прямая перпендикулярна плоскости, если в этой плоскости найдутся две пересекающиеся прямые, перпендикулярные ей. Если прямая перпендикулярна плоскости, то её горизонтальная проекция перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали, а фронтальная проекция перпендикулярна фронтальной проекции фронтали этой плоскости.
6. Если прямая перпендикулярна плоскости, то любая прямая, лежащая в этой плоскости перпендикулярна её.
7. Две плоскости перпендикулярны, если в одной из них найдётся прямая перпендикулярная к другой плоскости.

24. Через точку  $A$  провести плоскость  $\alpha \perp h$ .

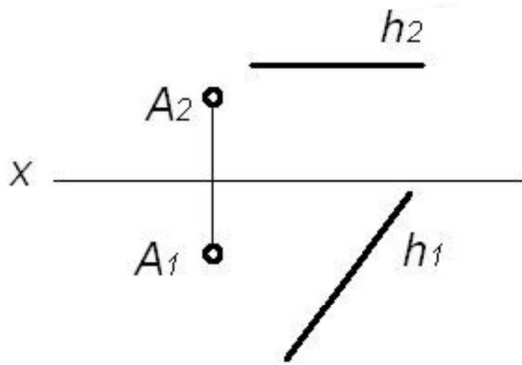


Рис. 24

25. Восстановить из точки  $A$  перпендикуляр к плоскости  $\Delta ABC$  (рис. 25).

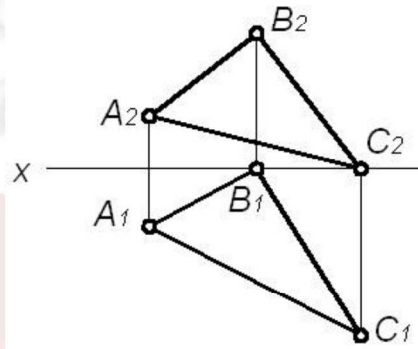


Рис. 25

26. Через точку  $A$  провести плоскость, перпендикулярную к прямой  $b$ , задав её:  
 а). Пересекающимися прямыми (рис. 26а).  
 б). Следами (рис. 26б).

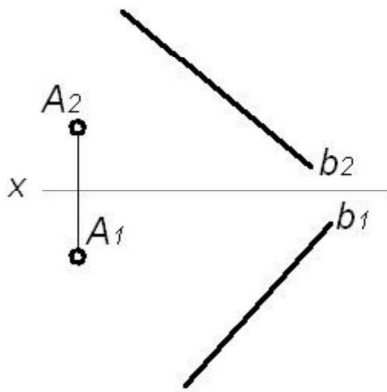


Рис. 26а

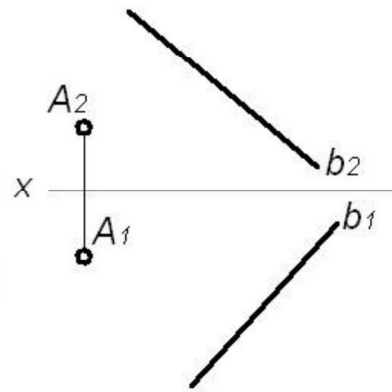
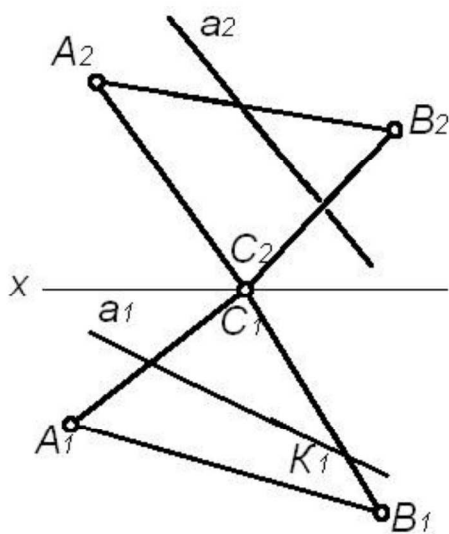


Рис. 26б

27\*. Построить точку пересечения прямой  $a$  с заданной плоскостью (рис. 27).

Условие:



Решение:

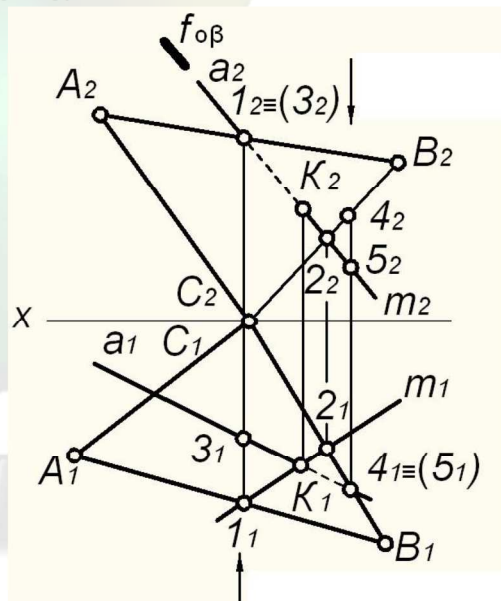


Рис. 27

В основе решения задач этого класса лежит метод секущих плоскостей. В данном конкретном случае используется только одна фронтально-проецирующая секущая плоскость –  $f_{\beta}$ .

Построение точки  $K$  пересечения плоскости  $\alpha$  ( $\Delta ABC$ ) и прямой  $a$  выполняется согласно следующему алгоритму:

1. Заключаем прямую  $a$  в проецирующую плоскость. В приведённом примере это фронтально-проецирующая плоскость  $\beta$ .
2. Стоим линию пересечения плоскостей  $\alpha$  и  $\beta$ . На рисунке это прямая  $m$ , заданная горизонтальной  $m_1$  и фронтальной  $m_2$  проекциями.
3. Искомая точка пересечения – это точка пересечения прямых  $a$  и  $m$ , лежащих в одной плоскости  $\beta$ .
4. Из анализа конкурирующих точек определяем видимость отдельно для каждой проекции. Для определения видимости на горизонтальной плоскости проекций анализируется взаимное расположение точек  $1$  и  $3$ , фронтальной –  $4$  и  $5$ .

28. Определить, параллельны ли плоскости  $\alpha$  ( $ABC$ ) и  $\beta$  ( $h, f$ ) (рис. 27)

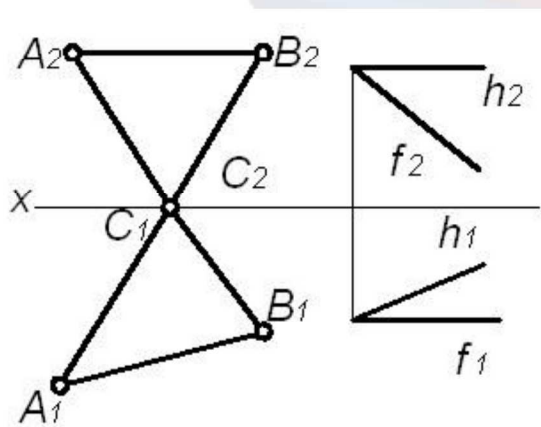


Рис. 28

29. Построить горизонтальную проекцию прямой  $b \perp a$  и  $b \cap a = K$  (рис. 29)

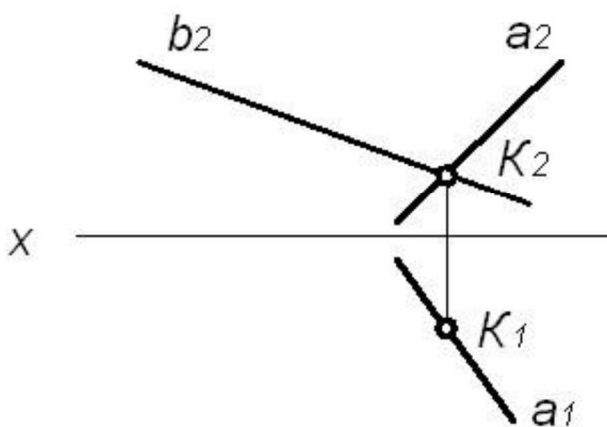


Рис. 29

30. Построить проекции линий пересечения заданных на рис. 30 плоскостей.

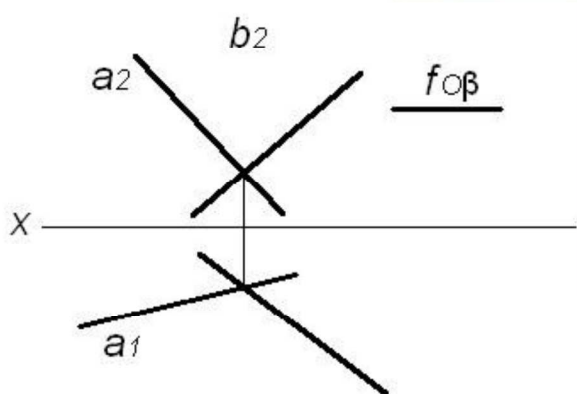


Рис. 30а

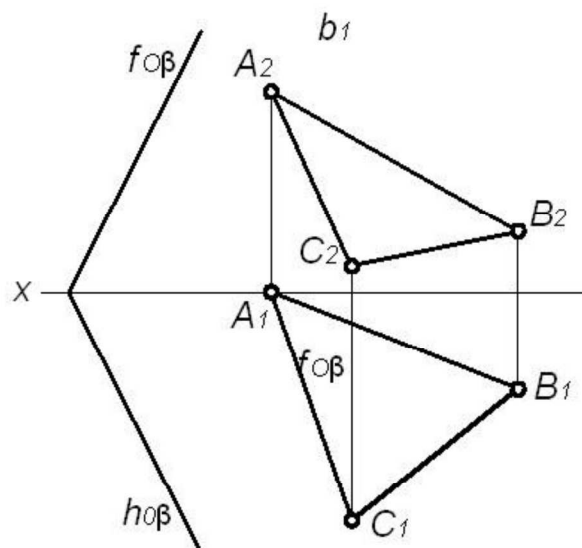


Рис. 30б

31. Построить проекции линии пересечения двух треугольников. Определить видимость (рис. 31а и 31б).

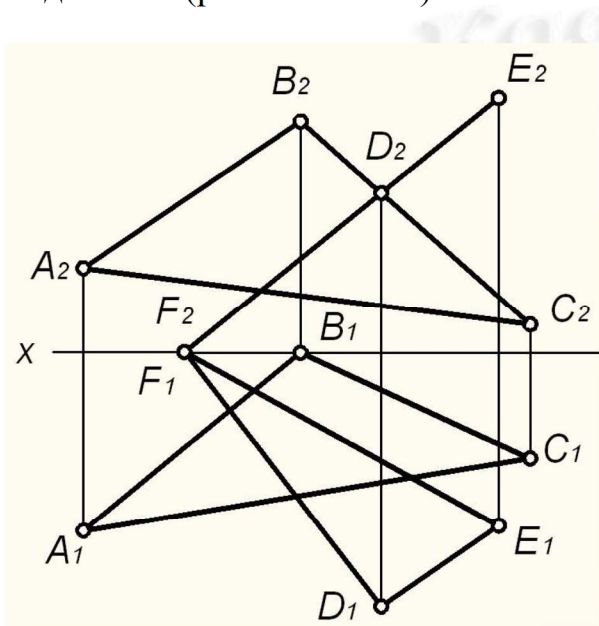


Рис. 31а

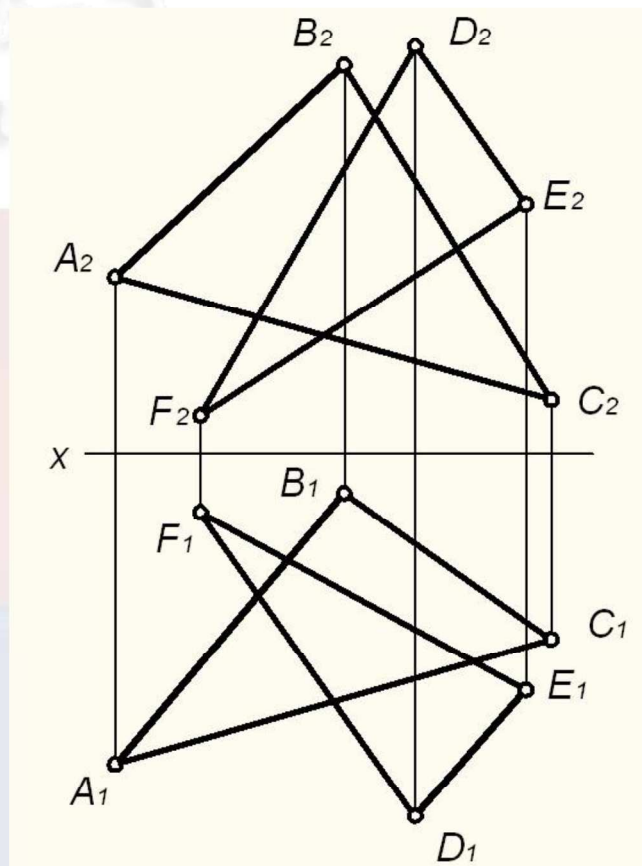


Рис. 31б

32. Определить расстояния от точек А до плоскостей  $\alpha$  (рис. 32а) и  $\triangle ABC$  (рис. 32б).

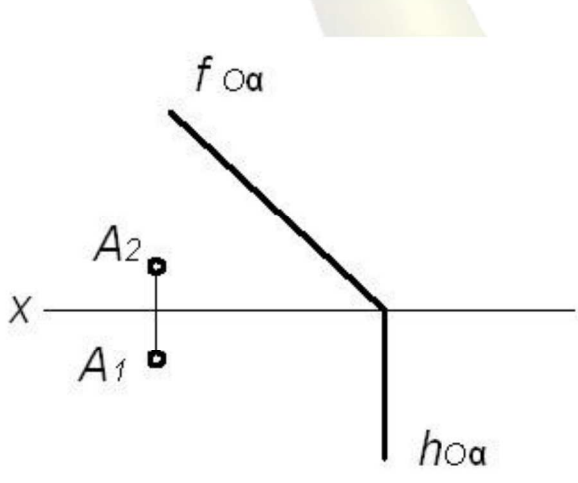


Рис. 32а

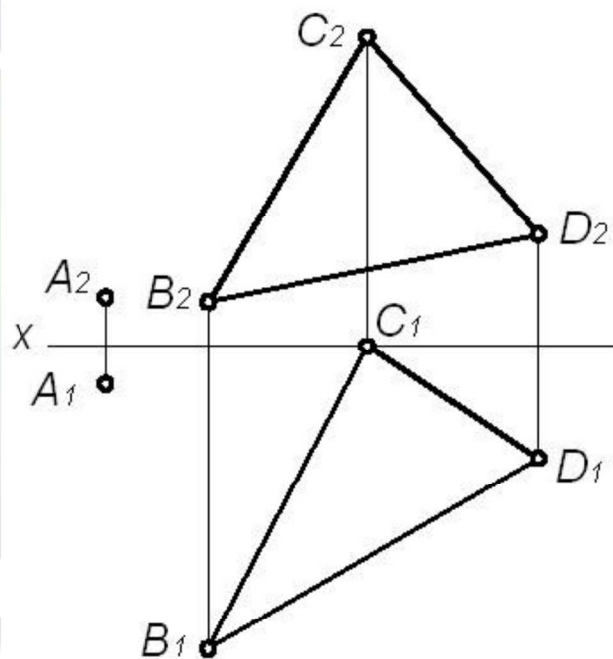


Рис. 32б

# Методы преобразования чертежа

## Метод замены плоскостей проекций.

Суть метода – построение новой системы отчёта. Создание новой системы плоскостей проекций осуществляется последовательным введением новой плоскости проекций. Каждая из вновь построенных плоскостей проекций должна быть обязательно перпендикулярна какой-либо из уже существующих. На рисунках  $\pi_4 \perp \pi_1$  и  $\pi_5 \perp \pi_2$ . При этом сохраняется равенство координат проекций “через две оси”.

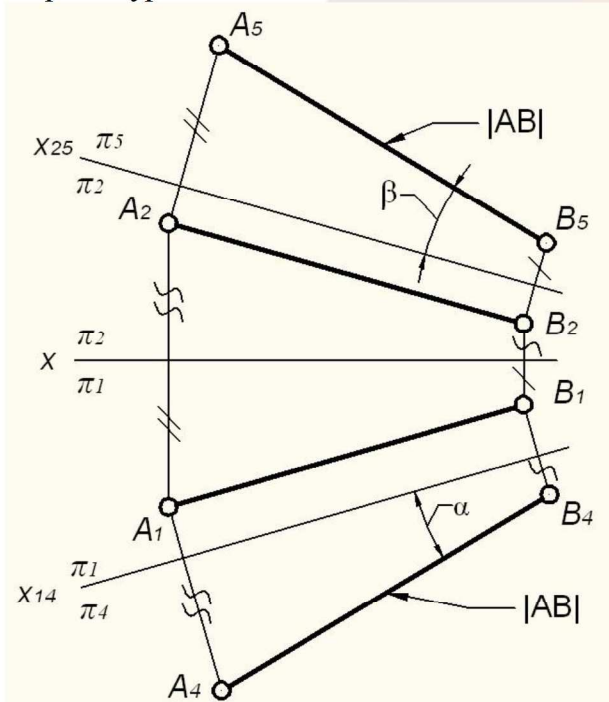
### 1-ая задача замены плоскостей проекций:

Старая система плоскостей проекций:

– прямая общего положения.

Новая система плоскостей проекций:

– прямая уровня.



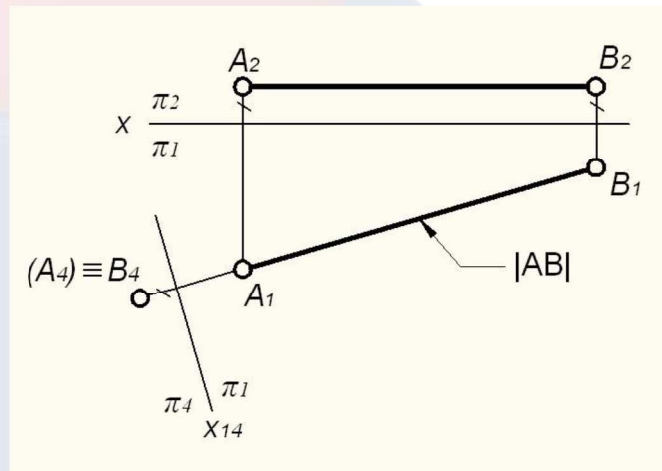
### 2-ая задача замены плоскостей проекций:

Старая система плоскостей проекций:

– прямая уровня.

Новая система плоскостей проекций:

– прямая проецирующая.



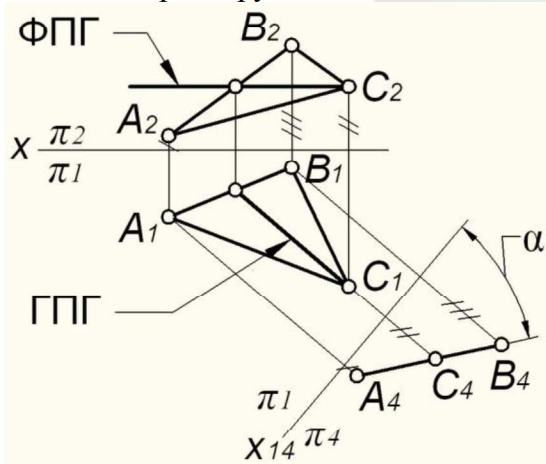
### 3-ья задача замены плоскостей проекций:

Старая система плоскостей проекций:

– плоскость общего положения.

Новая система плоскостей проекций:

– плоскость проецирующая.



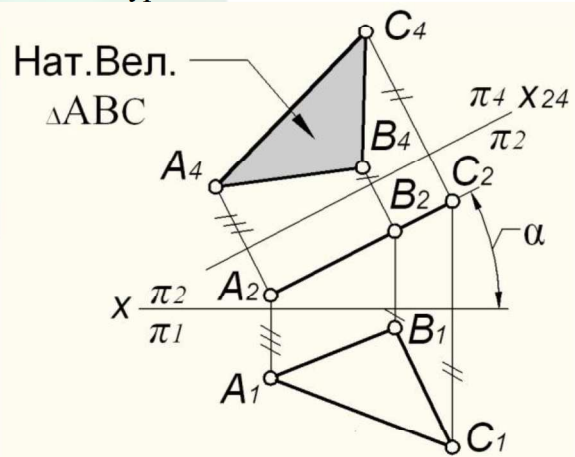
### 4-ая задача замены плоскостей проекций:

Старая система плоскостей проекций:

– плоскость проецирующая.

Новая система плоскостей проекций:

– плоскость уровня.





## Методы вращения.

Суть метода – система отчёта (плоскостей проекций) остаётся неизменной. Изменяется положение объекта относительно этой системы.

В основе метода лежат следующие положения:

1. Вращение объекта осуществляется вокруг оси. Ось – **прямая линия**.
2. Ось вращения или перпендикулярна или параллельна одной из плоскостей проекций.
3. Точки объекта, лежащие на оси вращения, **не перемещаются**.
4. Любая точка объекта, не лежащая на оси вращения, перемещается при её вращения вокруг этой оси в плоскости перпендикулярной оси вращения (плоскости вращения).
5. Траектория движения точки – окружность (вращения).
6. Радиус окружности вращения **пересекает** ось вращения и **перпендикулярен** ей.

*При работе с методами вращения очень часто используется теорема о проецировании прямого угла и правило прямоугольного треугольника.*

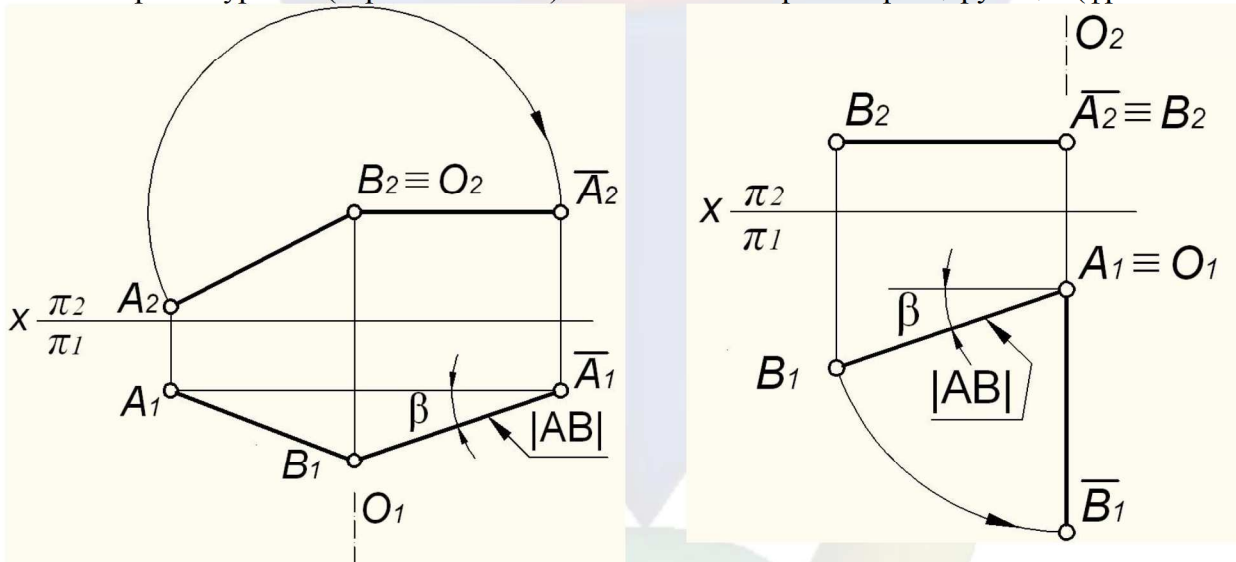
### Вращение отрезка вокруг прямой перпендикулярной плоскости

Была – прямая общего положения.

Стала – прямая уровня (горизонтальная).

Была – прямая уровня (горизонтальная).

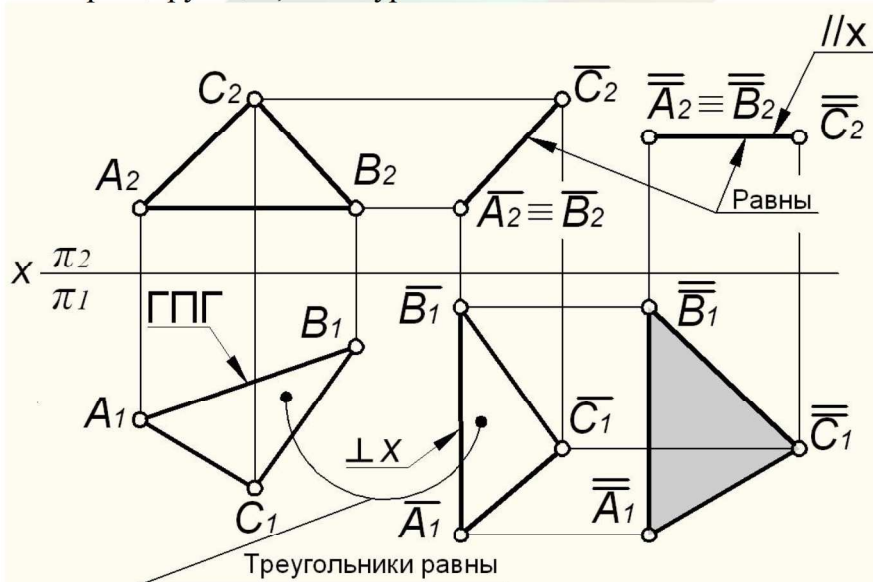
Стала – прямая проецирующая (фронтальная).



Метод плоскопараллельного перемещения (вращение без осей).

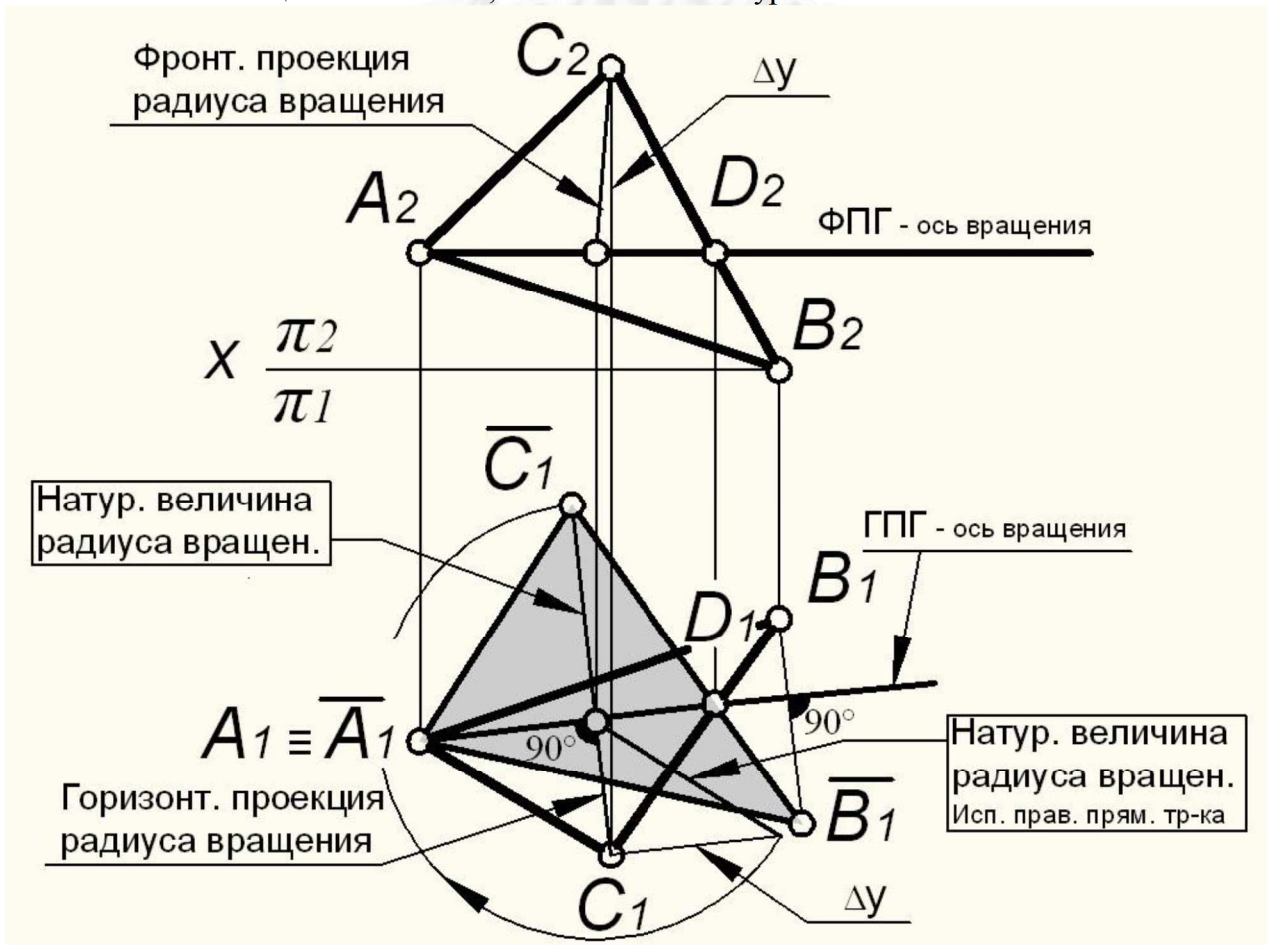
1. Была плоскость общего положения, стала – проецирующая.

2. Была плоскость проецирующая, стала уровня.



## Вращение вокруг линии уровня (горизонтали)

Была плоскость общего положения, стала плоскостью уровня:



33. Построить проекции точки пересечения прямой  $a$  с заданной плоскостью (рис. 33)

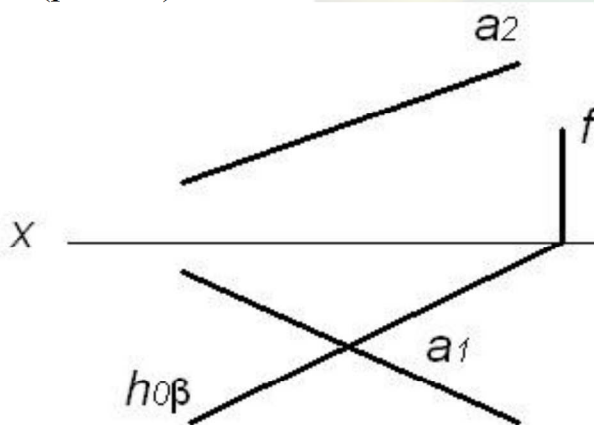


Рис. 33

34. Построить проекции биссектрисы угла  $A$ , применив вращение вокруг горизонтали (рис. 34)

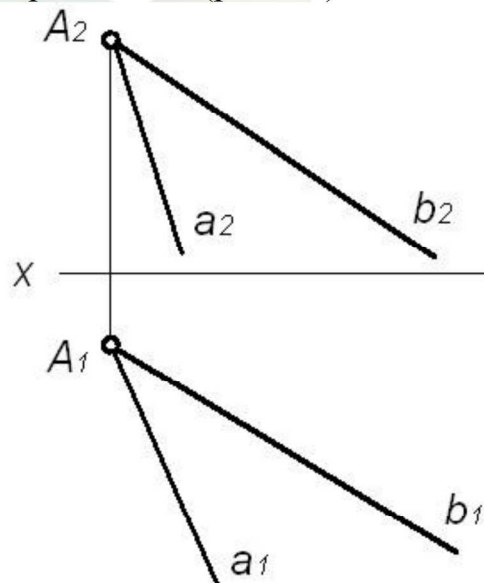


Рис. 34

35. Заменой плоскостей проекций преобразовать чертёж так, чтобы грани двугранного угла ABCD заняли проецирующее положение (рис. 35).

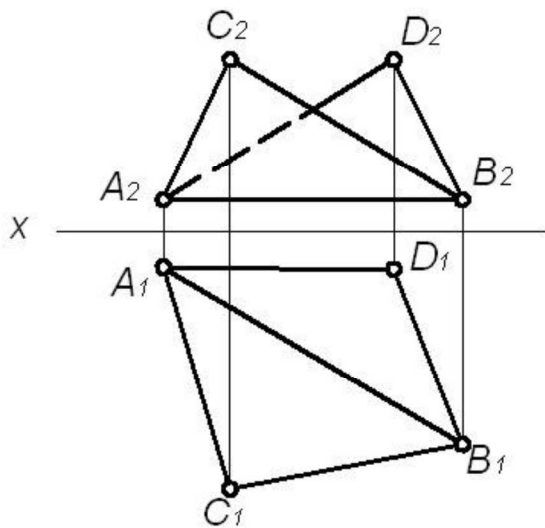


Рис. 35

36. Построить проекции центра окружности, вписанной в  $\Delta ABC$ , используя способ замены плоскостей проекций (рис. 36)

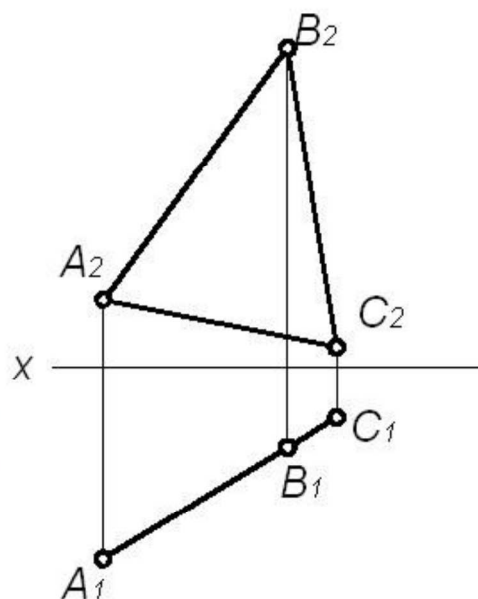


Рис. 36

37. Вращением вокруг оси  $i$  ввести точку A в плоскость  $\alpha$  (рис. 37)

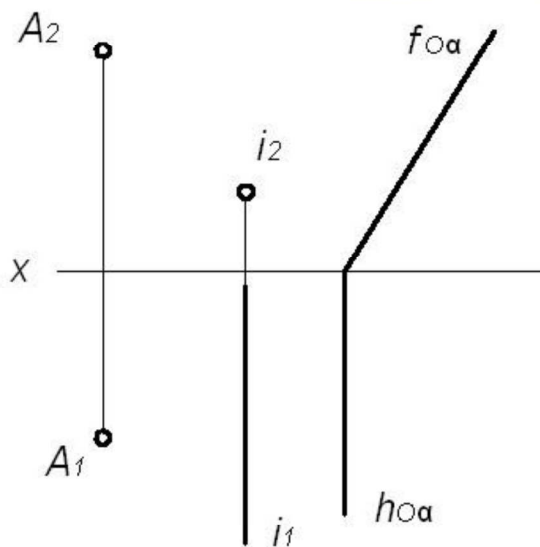


Рис. 37

38. Построить фронтальную проекцию отрезка AB, параллельного плоскости  $\alpha$  и отстоящего от нее на расстояние 15 мм, используя способ замены плоскостей проекций (рис. 38)

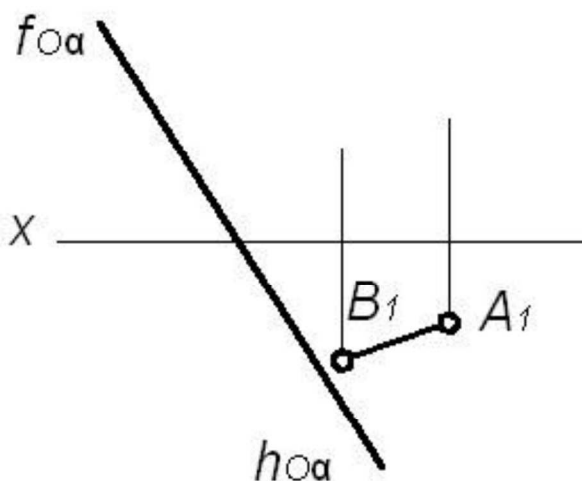


Рис. 38

## Поверхности

39. Построить недостающие проекции линий пересечения сферической поверхности проецирующими плоскостями (рис. 39)

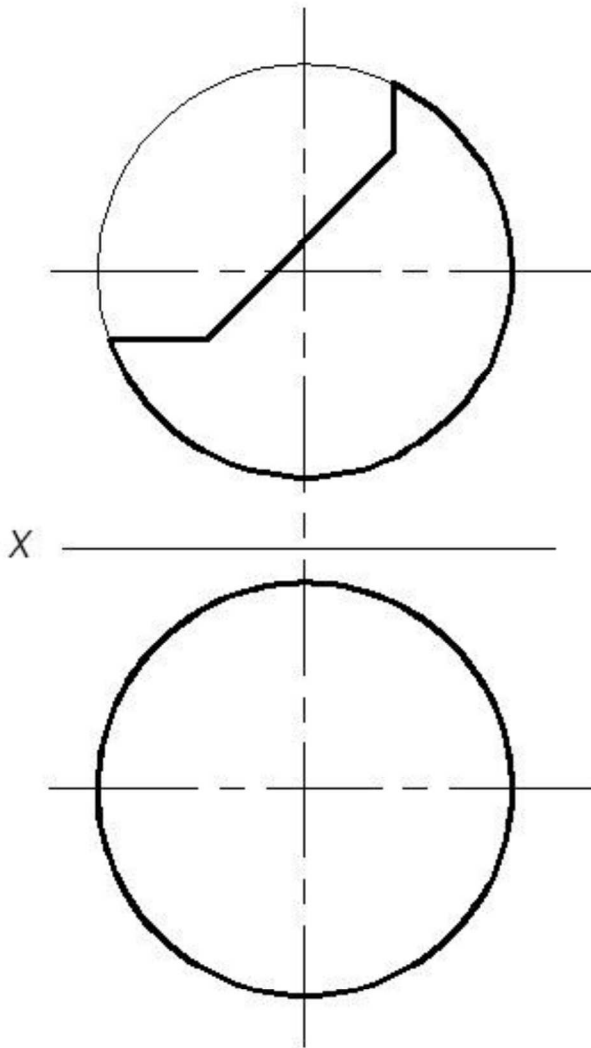


Рис. 39

40. Построить проекций линий пересечения сферической и цилиндрической поверхностей (рис. 40)

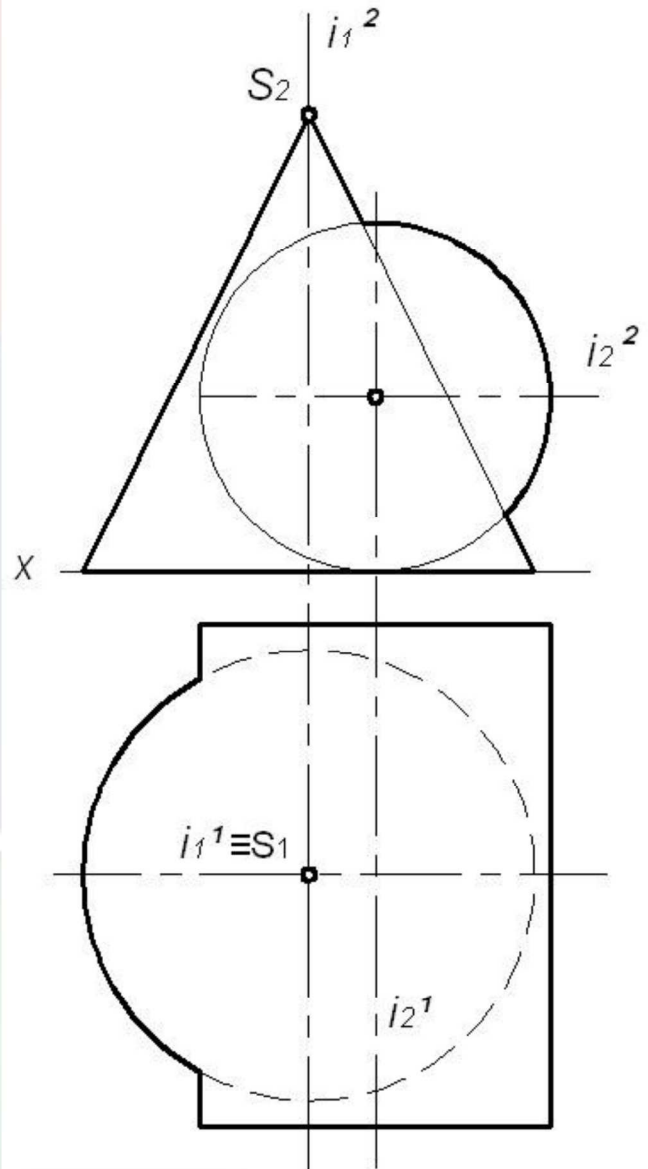


Рис. 40

41. Построить проекции точек пересечения прямой  $a$  с заданными поверхностями (рис. 41 а-б) без использования методов преобразования чертежа.

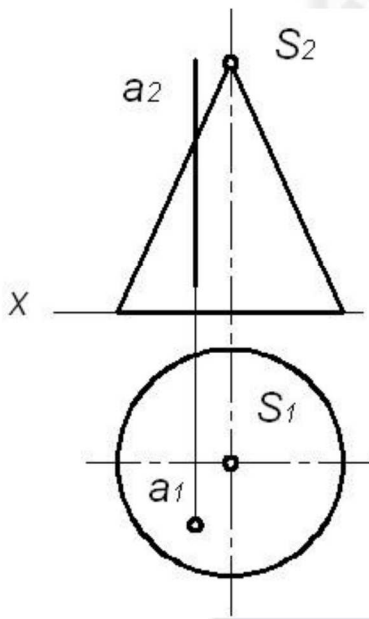


Рис. 41а

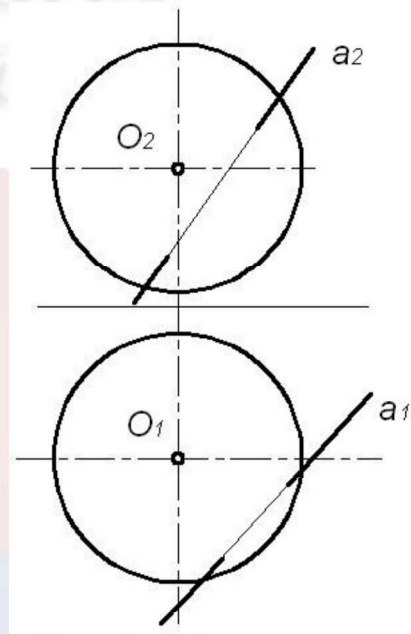


Рис. 41б

42. Построить проекции точек пересечения прямой  $a$  с заданными поверхностями:

а) со сферической поверхностью, применив способ замены плоскостей проекций (рис. 42а)

б) с конической поверхностью. Задачу решить без построения лекальных кривых (рис. 42б)

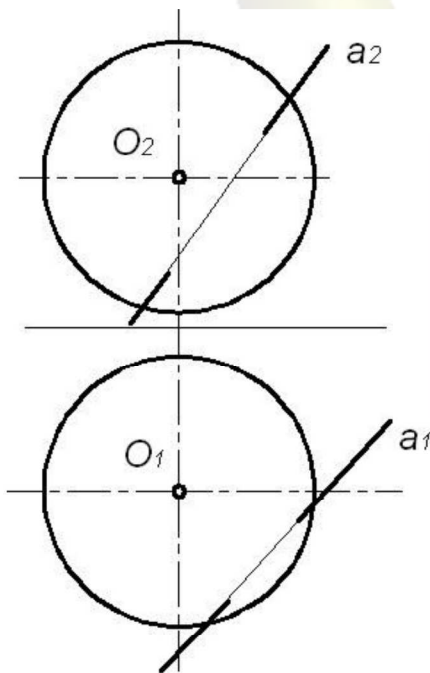


Рис. 42а

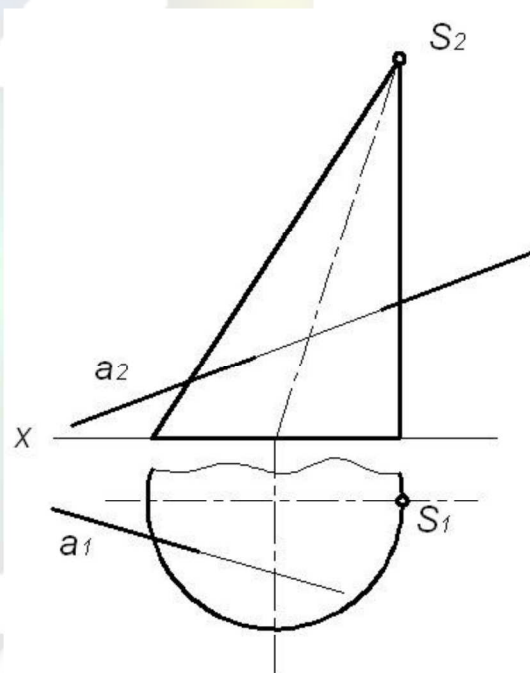


Рис. 42б

# Графические работы и варианты заданий по курсу “Начертательная геометрия”

Все работы выполняются на листах чертёжной бумаги форматов А4 (210 × 297 мм) или А3 (297 × 420 мм) по ГОСТ 2.301-68. Основная надпись по ГОСТ 2.104-2006 форма 2 для первого листа задания и 2а для последующих листов.

Шрифты по ГОСТ 2.304-81. Все надписи на чертеже, кроме текста графической основной надписи, – шрифт №5.

Линии по ГОСТ 2.303-68. Линия проекции видимая – сплошная основная. Линия проекции невидимая – штриховая. Линия связи – сплошная тонкая. Линии осевые, симметрии – штрихпунктирная. Линии вспомогательных построений – сплошные тонкие.

## Задание № 1

Построить линию пересечения треугольников  $ABC$  и  $EDK$ .

Определить видимость в проекциях.

Определить углы наклона треугольника  $ABC$  или  $EDK$  к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций.

Варианты заданий в таблице № 1.

### Указания к выполнению задания № 1.

Формат чертежа задания – А4. Последовательность выполнения задания следующая:

1. Линиями предварительного построения (тонкая, выполняется мягким карандашом, эти линии впоследствии стираются или отводятся стандартными линиями) намечают рамку и основную надпись.

2. В правом верхнем углу листа располагают таблицу параметров.

3. Намечают оси координат, определяющие границы двухпроекционного чертежа. Согласно данным своего варианта, наносятся координаты точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $K$  – вершин треугольника, строятся их проекции и дальше проекции самих треугольников.

4. Линии пересечения треугольников строятся по точкам пересечения сторон одного треугольника с плоскостью другого треугольника. По существу два раза решается задача о пересечении прямой и плоскости (см. Рис. 27 и пояснения к нему).

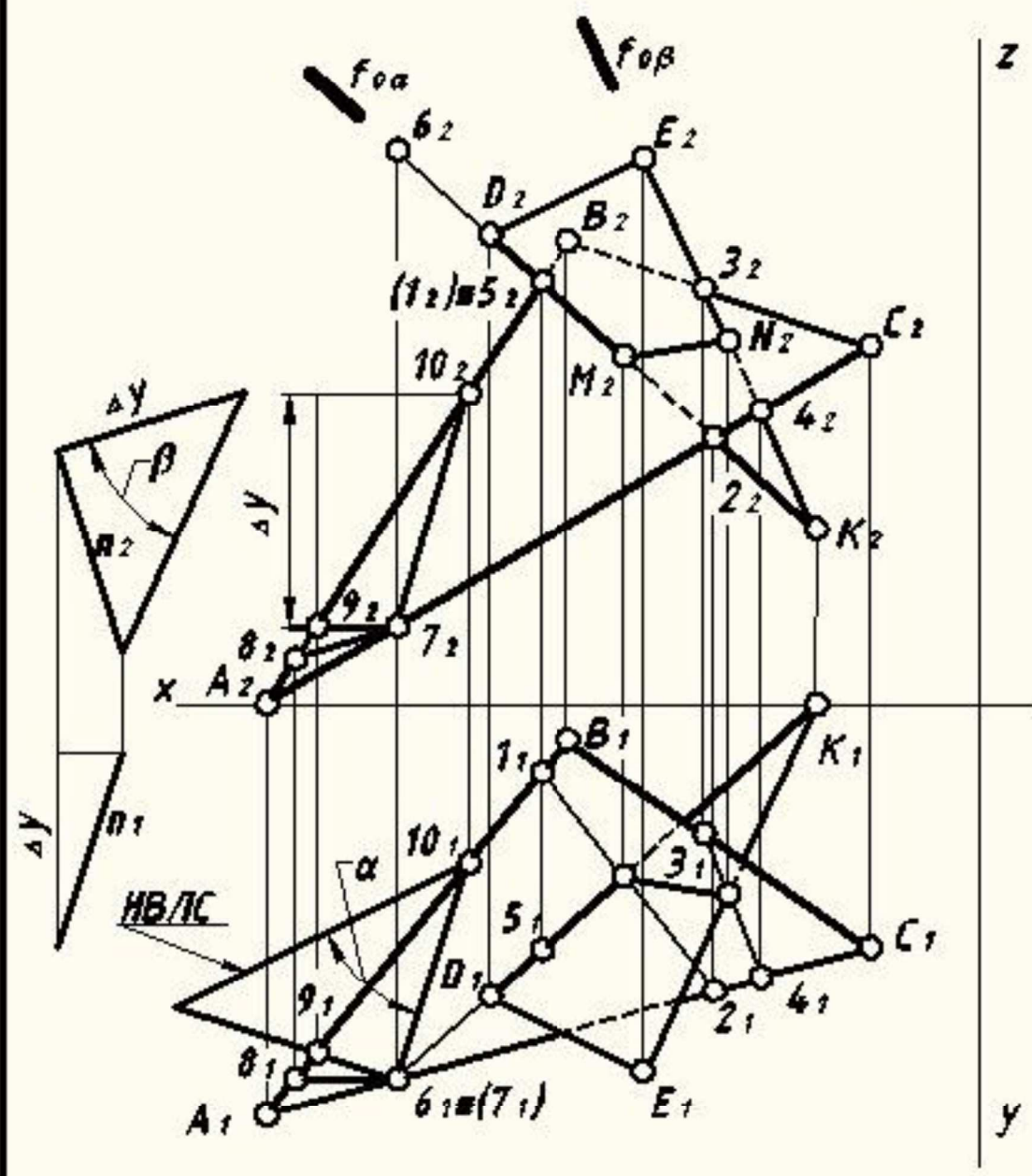
5. Видимость сторон треугольника определяется на основе анализа конкурирующих точек.

6. Для определения угла  $\alpha$  используется линия ската (7 10). Для определения угла  $\beta$  – нормаль ( $N$ ) к плоскости треугольника. На рисунке 7 8 – фронталь, 7 9 – горизонталь плоскости треугольника  $ABC$ .

7. После того, как работа выполнена и проверена преподавателем, обозначают точки, заполняют таблицу и графы основной надписи, отводят линии.

Точки помечают окружностями с помощью специального циркуля – “балеринки”. Все вспомогательные построения должны быть обязательно показаны на чертеже сплошными тонкими линиями.

	A	B	C	E	D	K
x	120	65	10	80	50	20
y	80	5	45	55	70	0
z	0	90	70	80	105	35



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов И.И.		
Проф.		Телегин В.В.		
Н. контр.				
Упр.				

Вариант №99

Задание №1  
Пересечение плоскостей

Лит.	Лист	Листов
		1
ЛГТУ гр. ОД-10-00		

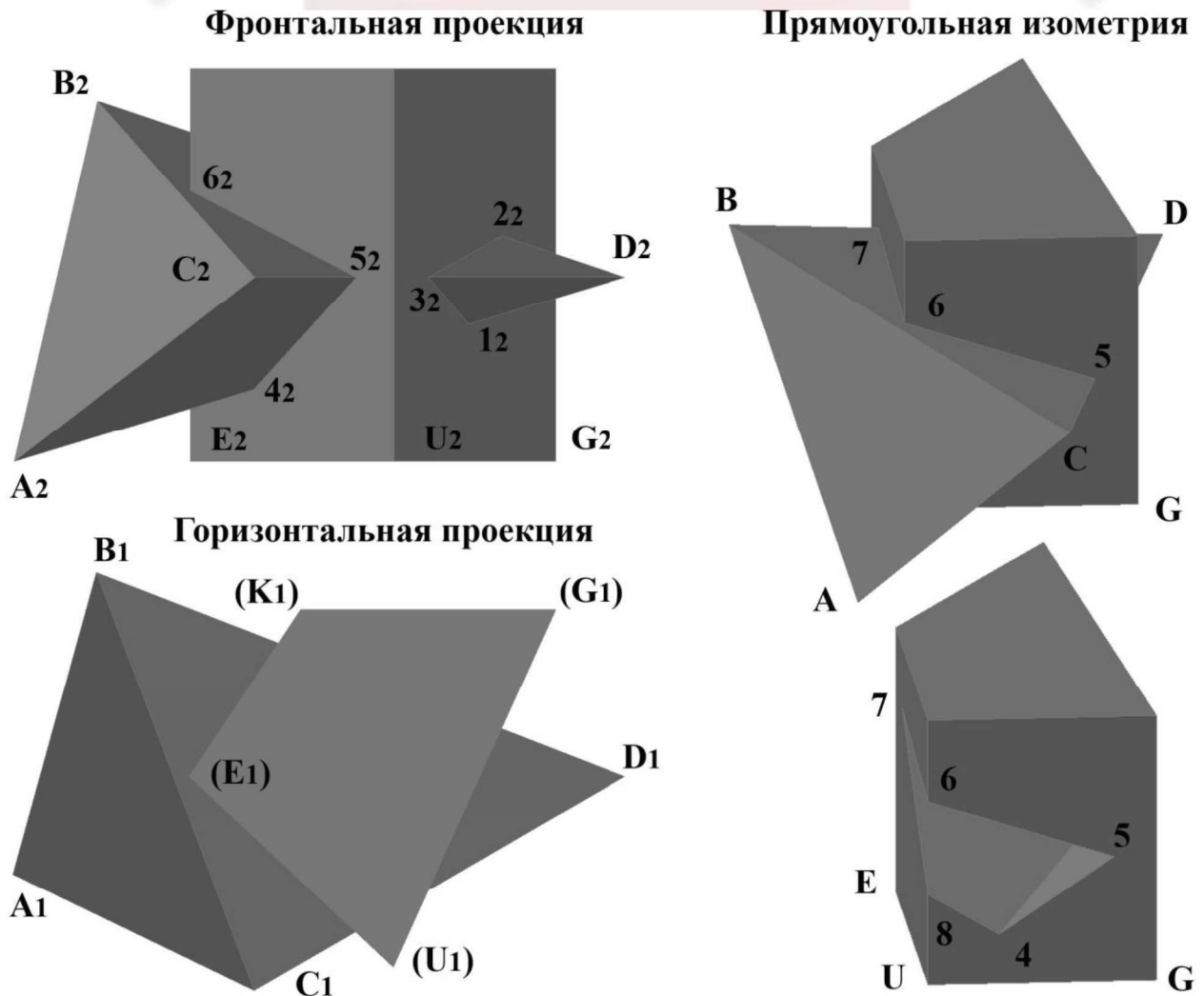
## Задание № 2

Построить линию пересечения двух гранных поверхностей: пирамиды и призмы, определить видимость.

Построить развёртки пирамиды и призмы. Изготовить модель пересекающихся поверхностей.

Построить прямоугольный изометрический чертёж пересекающихся поверхностей.

Варианты заданий в таблице № 1.



Наглядное представление результатов выполнения задания № 2

### Указания к выполнению задания № 2.

Работа выполняется в следующей последовательности:

1. Построение линии пересечения гранных поверхностей. Лист №1. Формат чертёжной бумаги А4.



Определяются границы изображения, строятся проекции точек и таблица исходных данных. Проекции точек соединяются линиями предварительного построения.

2. Строятся линии пересечения поверхностей. Поскольку поверхности гранные, то линии пересечения – отрезки прямых. Точки пересечения определяются как точки встречи рёбер пирамиды (прямая линия) с гранями призмы (горизонтально-проецирующие плоскости).

В том случае, если искомые точки не принадлежат рёбрам пирамиды (например, точки **6** и **8**), через них проводятся вспомогательные прямые, лежащие в плоскостях граней пирамиды. В данном случае это прямые **D9** (плоскость  $\triangle BCD$ ) и **D10** (плоскость  $\triangle ABD$ ). Соответственно искомые точки находим на этих прямых ( $6 \in D9$ , а  $8 \in D10$ ).

3. Определяем видимость:

- Поскольку призма горизонтально-проецирующая, на плоскости  $\pi_1$  все линии, принадлежащие её граням, будут видимы. Ребро **AD** – невидимо, так как оно лежит ниже граней **CBD** и **ABC** (координаты **z** точек **AD** меньше координат **z** точек этих граней).

На фронтальной плоскости проекций ( $\pi_2$ ) грань призмы, проходящая через точку **K**, – невидима (координаты **y** её точек меньше, чем соответствующие координата всех её остальных граней).

- Все линии пересечения (**4 5**, **5 6**, **6 7**, **7 8**, **8 4** и **1 2**, **2 3**, **3 1**) на горизонтальной плоскости проекций видимы (призма – горизонтально-проецирующая поверхность). Для определения видимости на фронтальной плоскости проекций следует выполнить анализ видимостей граней, которым они принадлежат, по методике, описанной в предыдущем пункте.

Другой способ, требующий дополнительных построений, – анализ конкурирующих точек. Этот способ продемонстрирован на примере определения видимости линии **4,8**. На этом отрезке произвольно выбираются две конкурирующие точки **11** и **12**. Их горизонтальные проекции находятся на прямых, принадлежащих исследуемым граням. Используемые при решении данной задачи точки помечены закрашенными кружками.

4. Построение развёртки. Листы №2 и №3. Формат чертёжной бумаги А3.

Развёртки пирамиды и призмы выполняется на основе их проекционного чертежа (Лист №1). Все элементы чертежей развёрток изображаются в натуральную величину. Для определения натуральных величин элементов многогранников используется метод прямоугольного треугольника. Возможно применение и метода вращения вокруг прямой перпендикулярной плоскости проекций или замены плоскостей проекций.

- Развёртка призмы. Поскольку призма в данной работе является поверхностью горизонтально проецирующей, все её элементы на плоскостях проекций, горизонтальной или фронтальной, уже отображены в натуральную величину. Остаётся с помощью циркуля соответствующие отрезки перенести на чертёж развёртки. Задача построения, в самом

сложном варианте, сводится, в конечном итоге, к построению треугольников по трём известным сторонам. На листе №4 эти построения показаны только один раз при вычерчивании основания  $ABC$  пирамиды  $ABCD$ .

- Развёртка пирамиды. Пирамида в пространстве занимает общее положения. Все её элементы на проекционном чертеже (лист №1), за исключением ребра  $CD$  (горизонтальная прямая), представлены лишь в проекциях. Натуральные величины её рёбер находятся на листе №3 методом прямоугольного треугольника. Используется так же одно из свойств проецирования, согласно которому справедливо утверждение о том, что если точка делит отрезок в каком-либо отношении, то проекция отрезка делится проекцией этой точки в том же отношении (см. точки  $2, 7, 1, 4, 9, 10$ ).

При построении точек  $8$  и  $10, 6$  и  $9$  вместо метода прямоугольного треугольника, непосредственно на развёртке, используется теорема Фалеса.

5. Построение приведённой прямоугольной изометрической проекции объекта, образованного в результате пересечения многогранников, представленных на листе №1. Лист №4. Формат чертёжной бумаги А4.

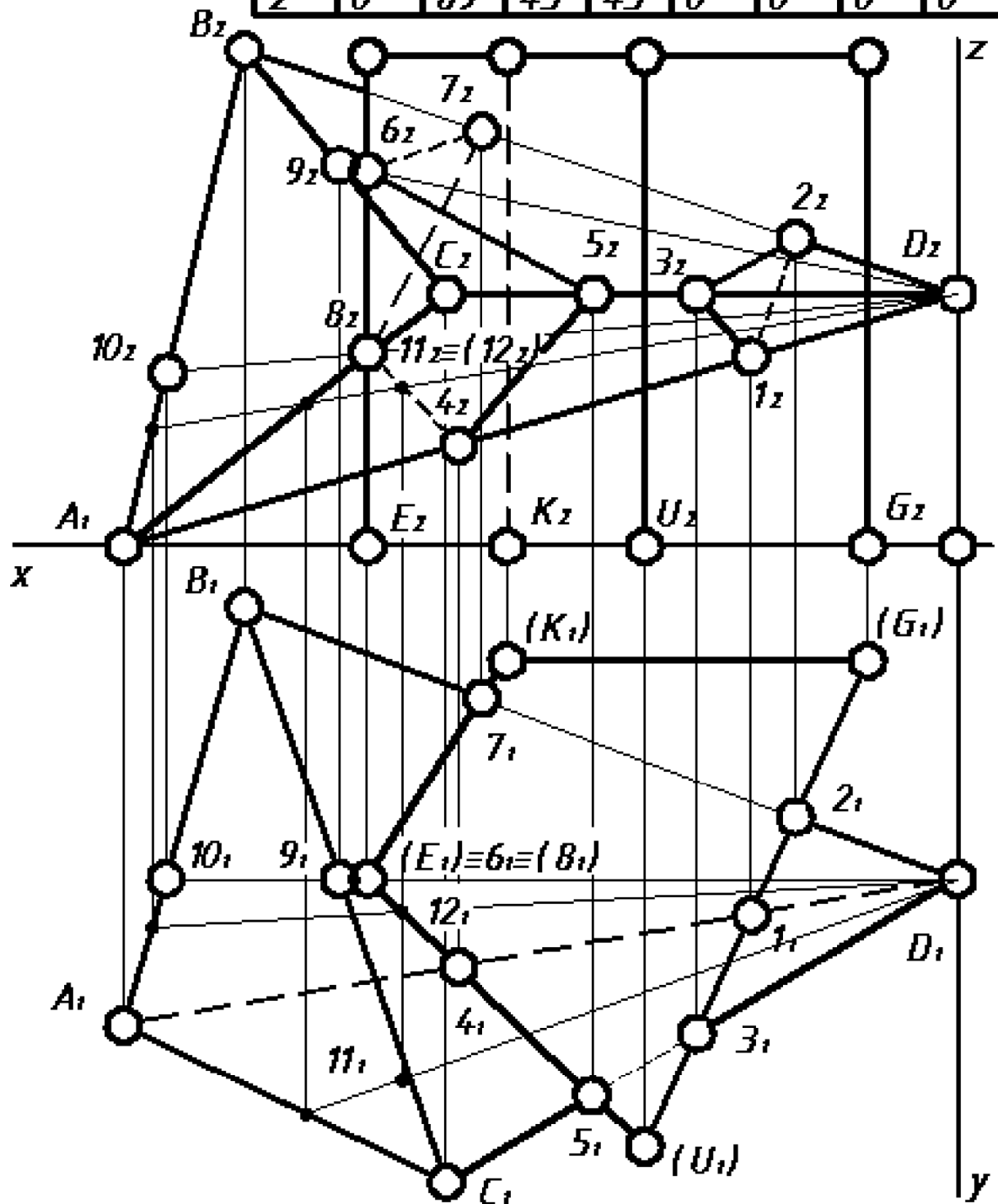
- Определяем аксонометрические оси (ГОСТ 2.317-69).
- Строим по известным координатам  $x, y, z$  изометрические проекции точек вершин пирамиды и призмы.
- Строим вспомогательные горизонтально-проецирующие прямые, принадлежащие граням призмы и проходящие через точки пересечения поверхностей ( $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1$  и  $7_1$ ). При их построении используем только одну из их координат ( $x$  или  $y$ ). Вторая координата не нужна, так как известна их принадлежность уже построенным прямым. Например, прямая  $7$  проецируется в точку  $7_1$ , лежащую на прямой  $ED$  ( $K_1E_1$ ). Сами точки находим на этих прямых, зная их координаты  $z$  (точки  $6$  и  $8$  на ребре  $E$ ).
- Определяем видимость.

6. Чертёж развёртки переносится на плотную (чертёжную) бумагу. Развёртка вырезается. Для этого лучше использовать не ножницы, а бритву и склеивается. Для склейки рекомендуется использовать скотч.

**Примечание.** Очень важно правильно и аккуратно выполнить лист №1. Все построения тщательно проверить. Аксонометрическая проекция – один из способов такой проверки. При её построении легко отследить расположение какой-либо точки на соответствующей прямой, при заданных значениях всех трёх её координат. Например, строим точку  $7$  по её координатам  $7_x, 7_y$  и  $7_z$ . Если она оказалась не на прямой  $BD$ , то надо искать ошибку.

ЛГТУ

	A	B	C	D	E	K	G	U
x	150	128	92	0	106	81	16	56
y	86	11	114	60	60	21	21	108
z	0	89	45	45	0	0	0	0



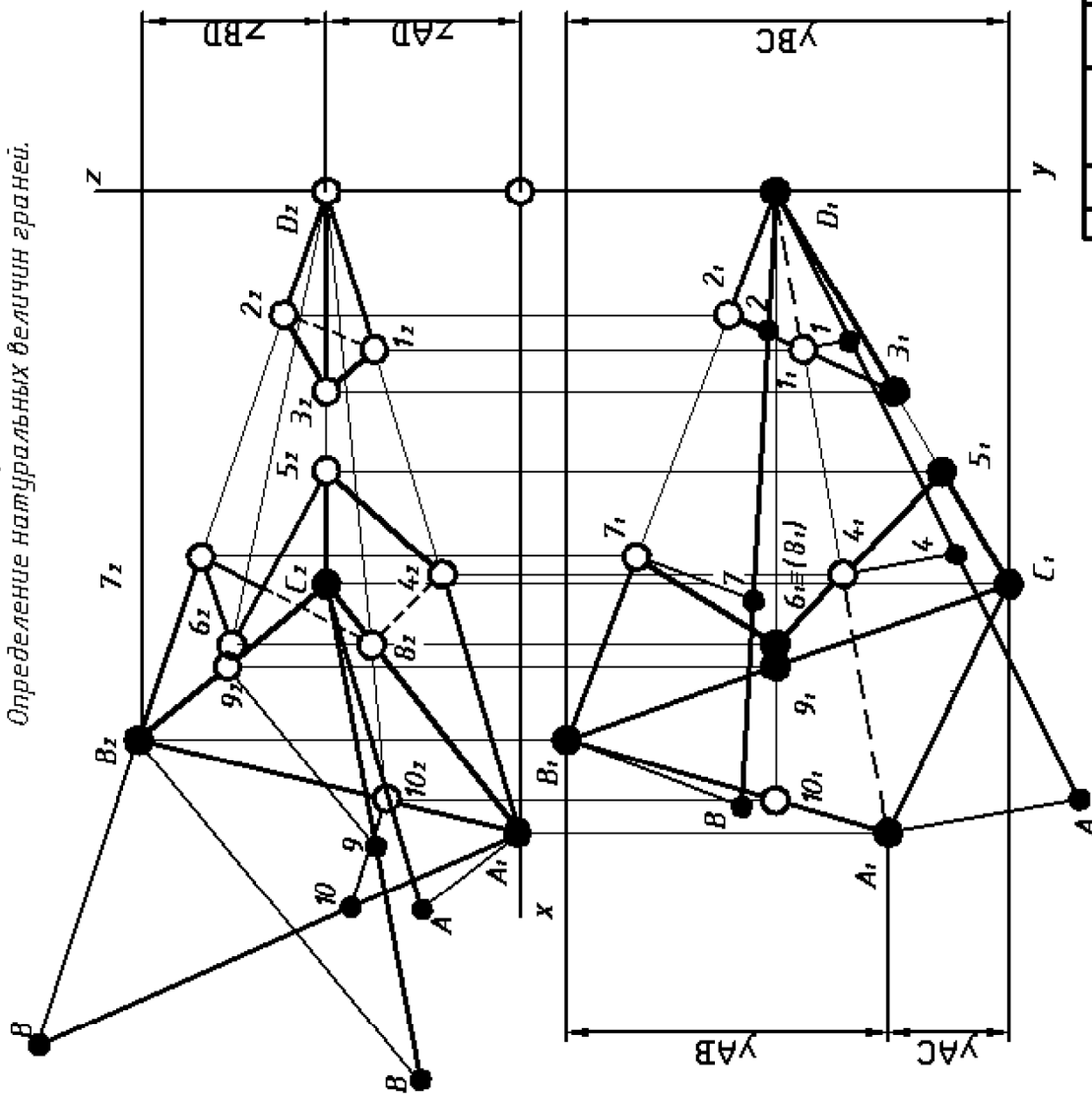
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Иванов И.И.			
Проб.	Телегин В.В.			
И. канц.				
Этаб.				

Вариант № 99

Задание № 2  
Пересечение граничных  
поверхностей

Лист	Лист	Листов
		3
ЛГТУ		
гр. 0Д-10-00		

Развёртка гранных поверхностей.  
 Пирамида.  
 Определение натуральных величин граней.

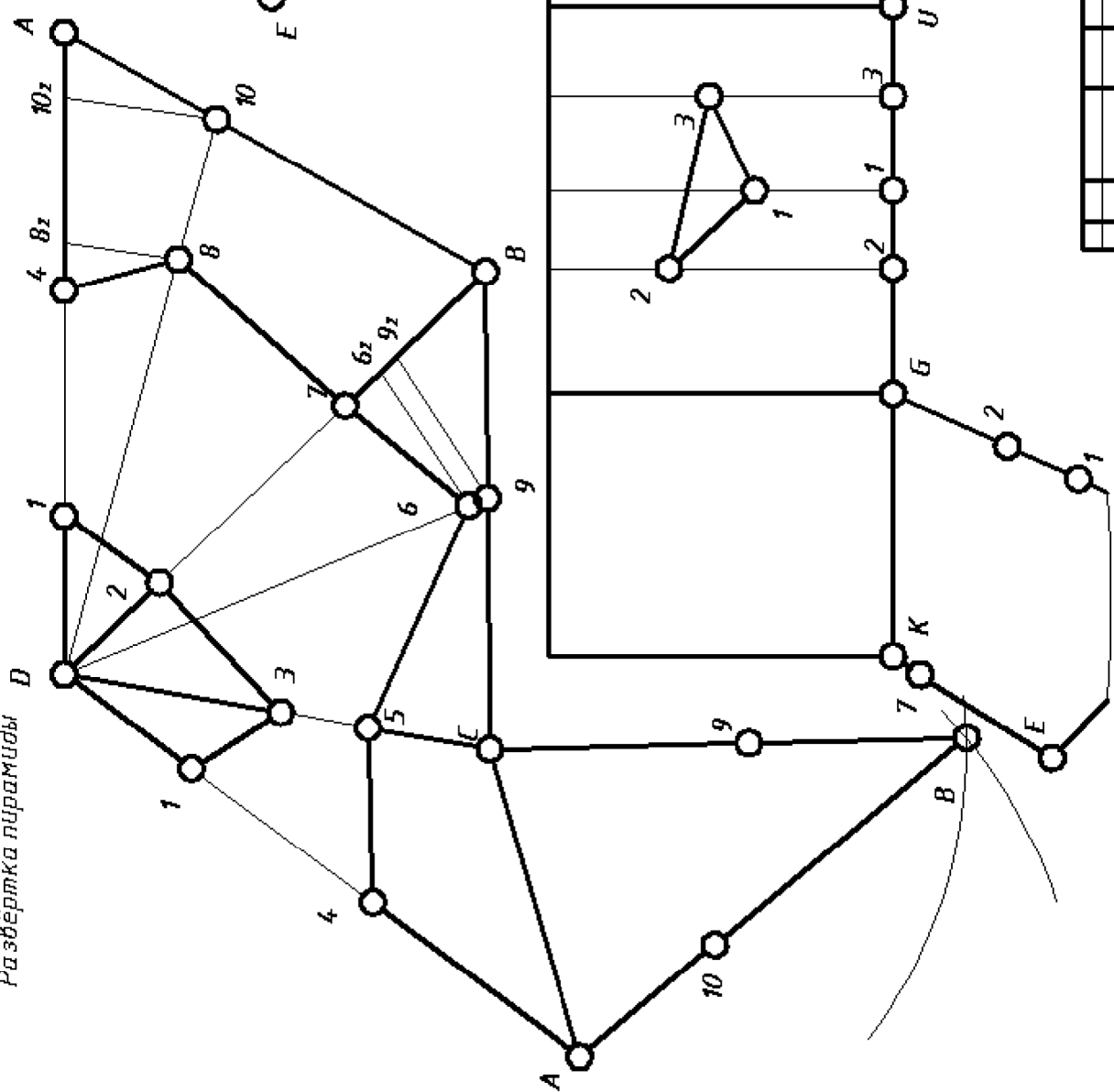


Выполнил: Иванов И.И.  
 Группа: ОД-10-00  
 Вариант: № 99

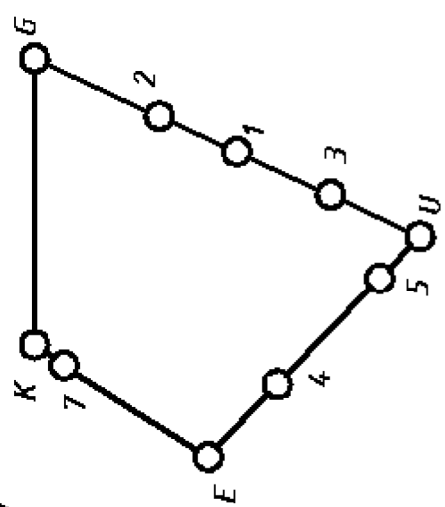
№ задачи	№ варианта	Имя	Фамилия	Дата	Лист
					2

Задание № 2

Развёртка пирамиды D



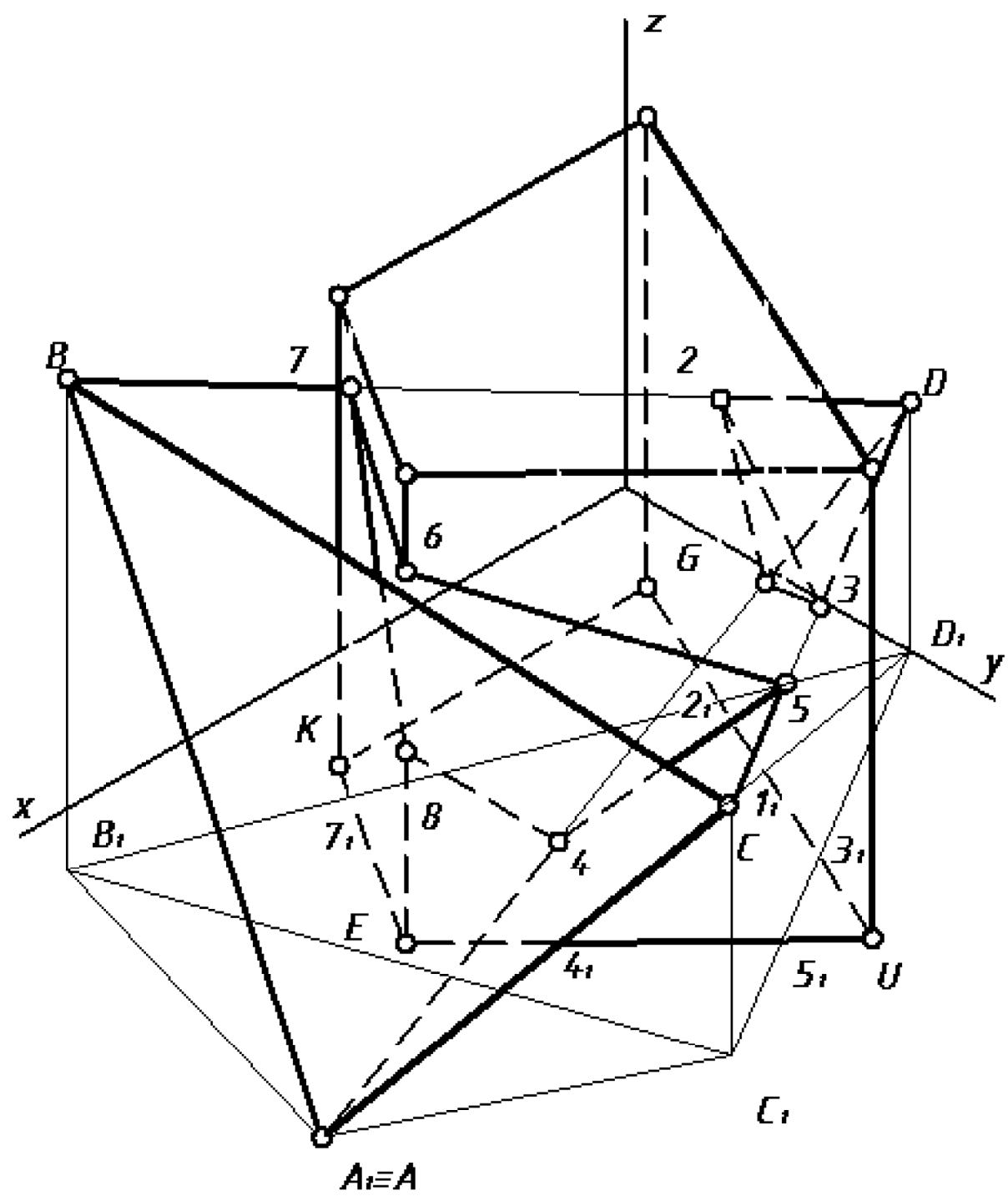
Развёртка призмы



Выполнил: Иванов И.И.  
Группа: ОД-10-00  
Вариант: № 99

№ докум.	Год	Лист
		3

Задание № 2



Выполнил: Иванов И.И.  
 Группа: ОД-10-00  
 Вариант: № 99

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Задание № 2

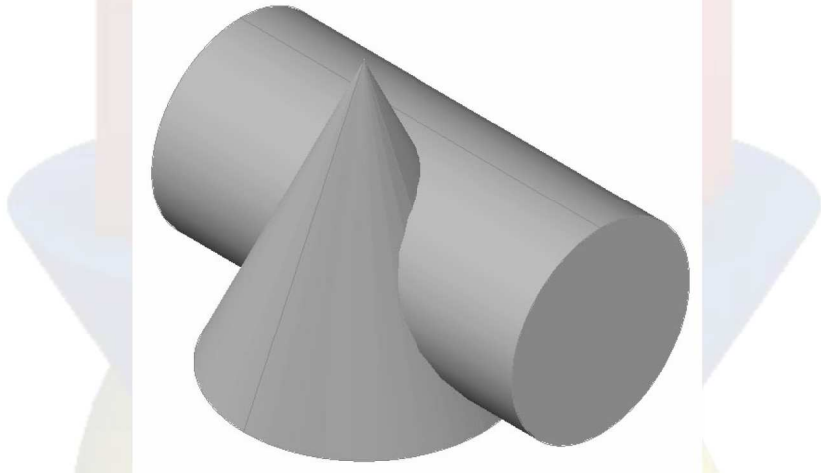
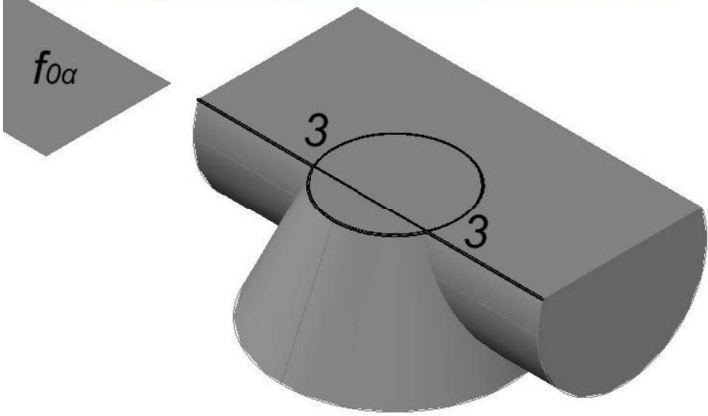
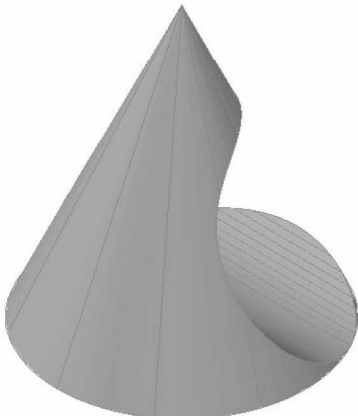
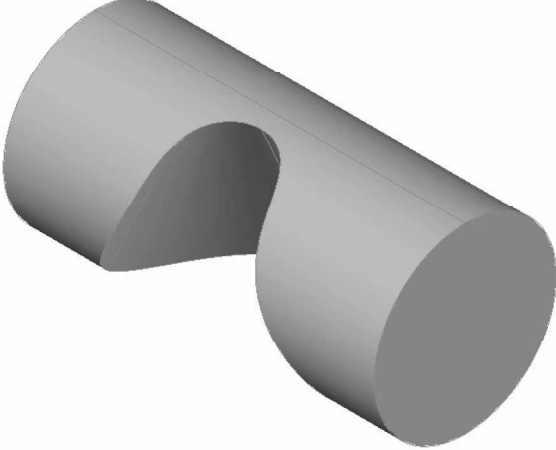
Лист  
4

### Задание № 3

Построить линию пересечения двух поверхностей вращения: конуса и цилиндра, определить видимость.

Построить развёртку конуса с линией пересечения. Изготовить модель пересекающихся поверхностей.

Варианты взять из табл.3.

Пересекающиеся поверхности	
	
Использование способа секущих плоскостей	
	
Линия пересечения на конусе	Линия пересечения на цилиндре
	

Наглядное представление результатов выполнения задания № 3

### Указания к выполнению задания № 3.

Работа выполняется в следующей последовательности:

1. Построение линии пересечения поверхностей вращения (прямых круговых конуса и цилиндра). Лист №1. Формат чертёжной бумаги А4.

Определяются границы изображения, строятся проекции точек и таблица исходных данных. Проекция точек соединяются линиями предварительного построения.

2. Строятся точки линии пересечения поверхностей.

- Определяем характерные точки линии пересечения, т.е. точки определяющие габариты линии пересечения на проекциях, точки границы видимости. Поскольку цилиндр – фронтально-проецирующая плоскость и оси цилиндра и конуса лежат в одной плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций ( $\pi_2$ ), на этой плоскости линия пересечения (её фронтальная проекция) совпадает со следом плоскости и полностью определена точками  $1_2, 2_2, 3_2, 4_2, 5_2, 6_2, 7_2, 8_2, 9_2, 10_2, 11_2$ . Характерными из них являются точки  $1, 9, 11$  и  $5$ . Точка  $5$  не только определяет левую границу линии пересечения, но и границу видимости на горизонтальной плоскости проекций. Остальные точки лишь уточняют линию пересечения.

- Строим горизонтальные проекции точек  $1, 9, 11$ . Нет необходимости в использовании каких-либо специальных методов для их построения, так как известно, что если точка принадлежит поверхности, то она принадлежит линии принадлежащей этой поверхности. Точки  $1$  и  $11$  лежат на ребре конуса (прямая линия), точки  $9$  (их две) – на основании конуса (окружность).

- Для построения горизонтальных проекций остальных точек используем метод секущих плоскостей. В качестве последних выбраны горизонтальные плоскости уровня  $\alpha, \beta, \gamma, \varepsilon_1 - \varepsilon_4$ . Горизонтальными проекциями линий пересечения этих плоскостей с поверхностью конуса будут окружности с центром в точке  $A_1$ . Точки их определяющие зачернены, но не обозначены. Горизонтальные проекции искомых точек находятся на этих окружностях в проекционных связях с фронтальными проекциями.

3. Определяем видимость.

В силу симметричности точек  $2, 3 - 10, 11$ , линии пересечения на лицевой (она видима) и обратной (она не видима) совпадают. Все точки, лежащие на поверхности цилиндра, – видимы. Соответственно, линия пересечения на фронтальной плоскости проекций будет видима.

На горизонтальной плоскости проекции граница видимости – образующая цилиндра  $5$ . Все точки, лежащие выше её ( $1, 2, 3, 4, 5$ ) – видимы, ниже ( $6, 7, 8, 9, 10, 11$ ) – невидимы. Точки, лежащие на поверхности конуса, – видимы.

4. Построение развёртки конической поверхности. Лист №2. Формат чертёжной бумаги А3.



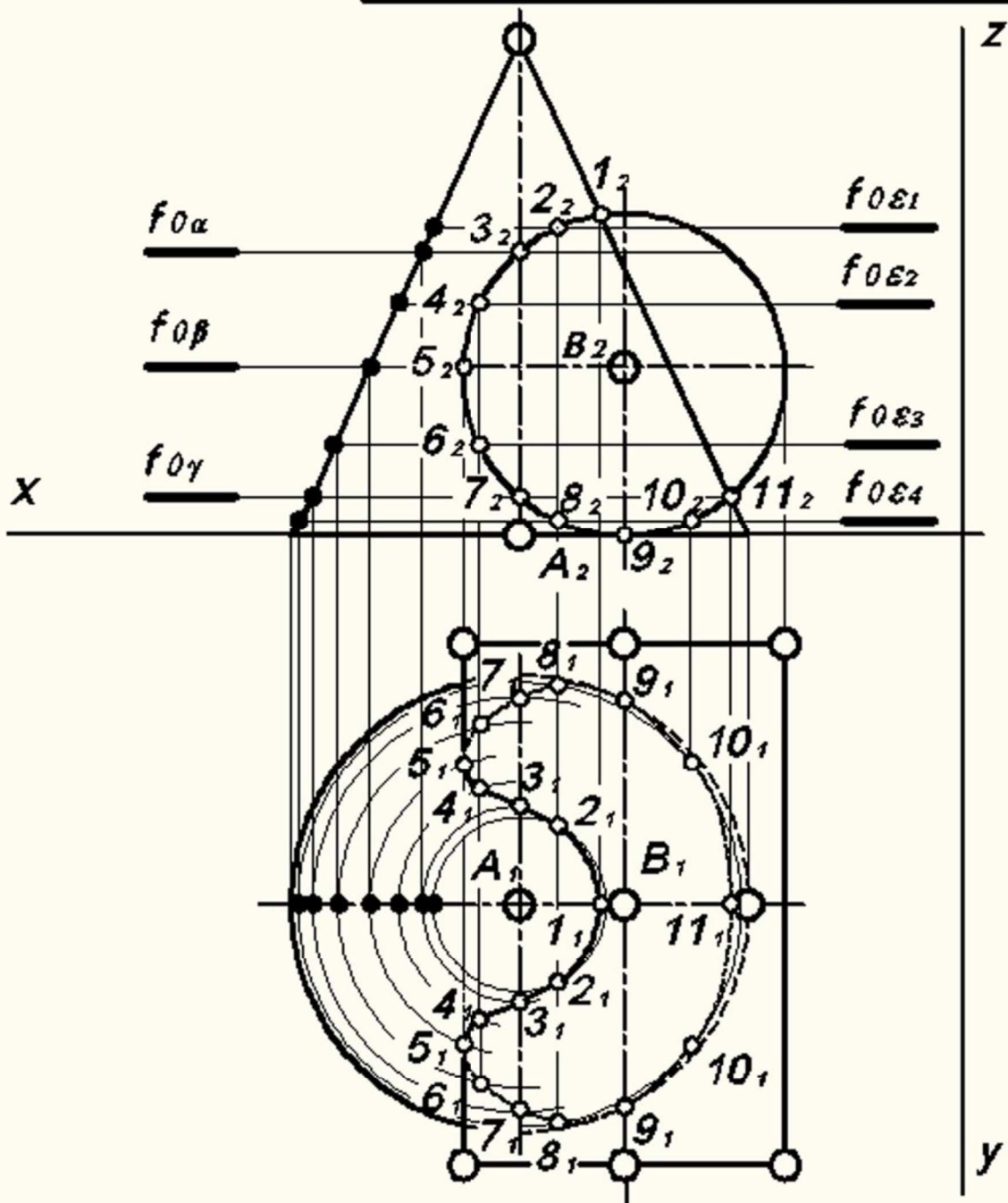
Развёрткой прямого кругового конуса является сектор, длина дуги которого равна длине линии окружности основания, а радиус – длине его образующей. Техника построения развёртки следующая:

- Определяем линию разреза и, впоследствии, склейки. Поскольку линия пересечения поверхностей в данном случае симметрична, в качестве такой линии целесообразно выбрать или левую или правую образующую конуса. В рассматриваемом примере выбрана правая образующая.
- Основание конуса разбиваем на 16 частей. На чертеже эти точки обозначены знаком  $\times$ . Полученные длины дуг окружности основания циркулем (измерительным) откладываем на дуге сектора. Очевидно, чем большее количество точек разбиения используется при выполнении этой процедуры, тем точнее будет результат. Тем самым мы не только определили сектор развёртки конуса, но и создали базовую систему отчёта для определения образующих, на которых будем в дальнейшем искать точки линии пересечения.
- Через горизонтальные проекции точек линии пересечения проводим проекции образующих, которые затем переносим на основание развёртки конуса. *В приведённом примере выполнения задания № 3 используется вспомогательный чертёж конической поверхности вместе с линией пересечения. Сделано это для удобства объяснения материала. При вычерчивании листа 2 задания № 3 построение этого изображения не обязательно. Можно воспользоваться результатами построений, выполненных на листе 1.*
- Переносим точки образующих с 1-ой по 11-ую на дугу сектора развёртки. В качестве системы отчёта используем точки базовых образующих. Строим образующие верхней половины развёртки, а затем, симметрично, нижнюю. Обозначаем образующие.
- Искомые точки будут лежать на пересечении соответствующих образующих с линиями пересечения (окружностями) секущих плоскостей с поверхностью конуса, проходящими через эти точки.
- Построенные точки линии пересечения соединяем плавной кривой.

5. Изготавливаем модель. Делаем развёртку цилиндра без линий пересечения. Это прямоугольник высотой равной высоте цилиндра, длиной – длине окружности его основания. Если радиус основания  $R_{ц}$ , то искомая длина –  $2\pi R_{ц}$ . Чертёжи развёрток переносятся на плотную (чертёжную) бумагу. Развёртки вырезаются и склеиваются.

ЛГТУ

	A	$R_K$	$H_K$	B	$R_U$	$H_U$
x	74	38	82	56	28	114
y	62			62		
z	0			28		



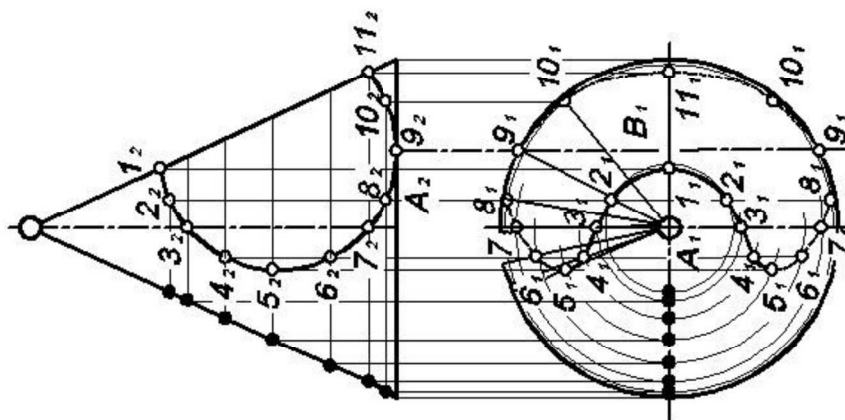
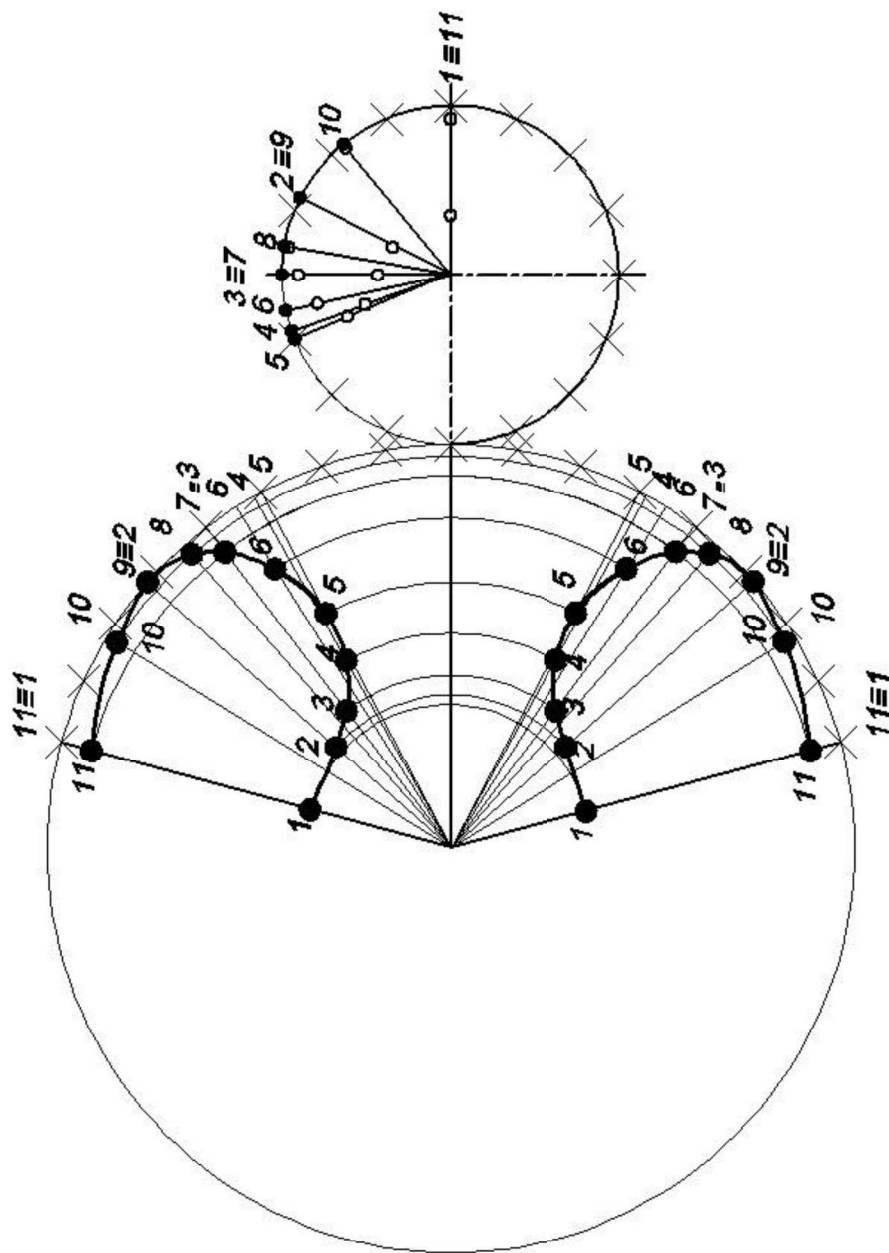
Вариант №99

Изд.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Иванов И.И.			
Пров.	Телегин В.В.			
Н. контр.				
Утв.				

Задание №3  
Пересечение поверхностей  
вращения

Лит.	Лист	Листов
		2

ЛГТУ  
гр. ОД-10-00



Выполнил: Иванов И.И.  
 Группа: ОД-10-00  
 Вариант: № 99

Имя	№ докум.	Подп.	Дата
Лист			2
Задание № 2			

## Варианты заданий

Таблица 1

Данные к заданию № 1. Размеры в миллиметрах.

	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>			<b>4</b>			<b>5</b>		
<b>A</b>	4	24	72	23	72	35	2	107	27	8	41	39	43	11	5
<b>B</b>	68	88	99	91	12	100	76	20	95	89	7	98	39	94	88
<b>C</b>	120	58	33	150	23	28	152	51	65	127	73	9	132	61	13
<b>D</b>	59	101	6	100	79	11	55	90	14	55	11	$\frac{10}{3}$	17	63	17
<b>E</b>	133	35	48	106	42	73	128	69	50	142	45	14	124	103	3
<b>K</b>	19	4	108	6	18	76	38	15	105	26	80	62	111	23	94
	<b>6</b>			<b>7</b>			<b>8</b>			<b>9</b>			<b>10</b>		
<b>A</b>	108	19	6	3	29	40	16	17	52	23	40	28	16	20	18
<b>B</b>	4	50	93	149	7	97	76	113	9	98	10	95	69	73	80
<b>C</b>	135	81	64	98	80	13	136	79	92	128	100	38	141	53	24
<b>D</b>	145	65	83	83	84	95	139	58	56	31	78	88	87	97	13
<b>E</b>	19	17	8	143	363	33	94	10	7	106	28	35	136	13	51
<b>K</b>	15	78	70	9	8	12	12	96	105	65	3	11	11	49	75
	<b>11</b>			<b>12</b>			<b>13</b>			<b>14</b>			<b>15</b>		
<b>A</b>	22	9	16	138	46	12	37	83	19	23	5	18	16	23	57
<b>B</b>	59	93	75	19	24	94	47	18	81	130	32	21	76	103	7
<b>C</b>	127	47	11	55	73	5	120	34	54	64	80	65	136	13	37
<b>D</b>	90	16	80	26	31	13	110	62	74	51	10	94	61	63	77
<b>E</b>	107	53	8	81	17	86	75	12	15	31	70	10	131	33	27
<b>K</b>	40	83	3	101	69	20	20	50	61	108	40	15	20	8	22
	<b>16</b>			<b>17</b>			<b>18</b>			<b>19</b>			<b>20</b>		
<b>A</b>	114	40	24	15	36	32	22	3	17	10	36	27	34	81	72
<b>B</b>	89	9	105	103	15	55	59	88	82	98	64	69	59	20	3
<b>C</b>	24	76	53	137	83	14	127	43	18	142	17	30	143	55	103
<b>D</b>	44	6	95	85	90	79	99	10	84	81	74	75	70	88	97
<b>E</b>	71	78	13	100	26	12	108	49	9	132	11	70	131	22	31
<b>K</b>	126	63	85	51	20	7	40	78	11	44	63	10	18	40	33
	<b>21</b>			<b>22</b>			<b>23</b>			<b>24</b>			<b>25</b>		
<b>A</b>	45	9	3	62	14	5	25	9	107	25	45	13	20	62	90
<b>B</b>	37	65	58	29	108	99	143	75	50	42	9	43	63	115	44
<b>C</b>	125	48	50	142	88	54	63	112	9	135	75	25	154	29	66
<b>D</b>	119	78	6	133	110	16	34	74	18	91	13	70	89	30	102
<b>E</b>	89	15	66	108	25	109	148	63	96	116	76	10	128	84	30
<b>K</b>	25	43	9	9	84	14	6	31	55	14	63	48	6	99	49

Таблица 1(продолжение)

Данные к заданию №1. Размеры в миллиметрах.

	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
	<b>26</b>			<b>27</b>			<b>28</b>			<b>29</b>			<b>30</b>		
<b>A</b>	7	33	67	19	47	25	7	47	74	21	75	10	119	18	13
<b>B</b>	77	93	14	122	20	40	142	84	103	33	25	77	72	56	50
<b>C</b>	127	3	4	90	78	67	70	8	19	139	87	34	16	26	34
<b>D</b>	132	43	22	76	14	74	88	101	103	80	93	75	55	17	67
<b>E</b>	62	68	72	112	60	32	130	39	42	119	26	15	32	43	17
<b>K</b>	17	13	17	29	74	13	18	10	38	11	38	27	129	42	25
	<b>31</b>			<b>32</b>			<b>33</b>			<b>34</b>			<b>35</b>		
<b>A</b>	138	31	69	65	12	4	68	19	5	29	50	2	25	28	51
<b>B</b>	11	6	49	43	100	91	21	85	81	104	19	86	85	108	9
<b>C</b>	64	66	9	132	67	55	140	67	56	133	108	29	146	18	32
<b>D</b>	18	21	12	96	20	93	137	87	16	37	87	79	70	68	72
<b>E</b>	86	46	79	119	102	10	107	15	102	122	38	25	140	38	22
<b>K</b>	126	7	22	18	60	8	11	64	3	71	12	6	28	14	16

Таблица 2

Данные к заданию № 2. Размеры в миллиметрах.

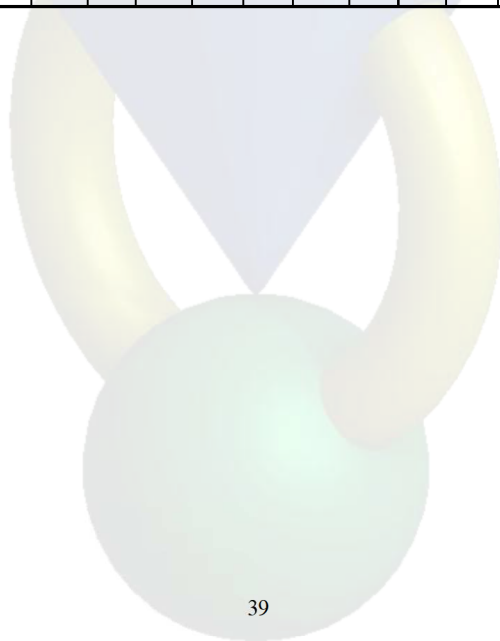
Вариант	Ax	Ay	Az	Bx	By	Bz	Cx	Cy	Cz	Dx	Dy	Dz	Ex	Ey	Ez	Kx	Ky	Kz	Gx	Gy	Gz	Ux	Uy	Uz	H
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	43	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
5	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
8	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
9	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	86
10	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
11	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	90	0	85
12	141	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
13	141	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
14	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
15	141	90	0	122	29	77	87	120	40	0	65	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	135	75	0	116	14	77	81	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
17	145	75	0	126	14	77	91	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
18	145	95	0	120	34	77	87	120	40	0	70	60	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
19	145	70	0	122	10	80	90	95	40	0	70	45	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
20	145	65	0	122	20	70	85	100	40	0	68	47	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
21	122	14	77	141	75	0	87	100	40	0	50	40	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
22	120	15	80	140	75	0	85	100	45	0	50	45	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
23	125	20	80	140	75	0	85	100	45	0	55	45	98	52	0	76	20	0	18	20	0	57	95	0	85
24	140	70	0	120	15	80	85	95	50	0	50	45	100	50	0	75	22	0	20	20	0	60	90	0	85
25	140	65	0	115	20	75	80	90	40	0	50	40	100	45	0	75	17	0	22	25	0	60	95	0	85
26	135	65	0	120	20	75	80	90	40	0	55	45	100	48	0	70	15	0	20	27	0	65	95	0	85
27	135	60	0	115	20	80	85	90	40	0	50	40	100	43	0	70	20	0	20	20	0	60	90	0	85
28	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
29	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	43	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85



Таблица 2 (продолжение)

Данные к заданию № 2. Размеры в миллиметрах.

Вариант	Ax	Ay	Az	Bx	By	Bz	Cx	Cy	Cz	Dx	Dy	Dz	Ex	Ey	Ez	Kx	Ky	Kz	Gx	Gy	Gz	Ux	Uy	Uz	H
30	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
31	141	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
32	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
33	135	75	0	116	14	77	81	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
34	145	65	0	122	20	70	85	100	40	0	68	47	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
35	125	20	80	140	75	0	85	100	45	0	55	45	98	52	0	76	20	0	18	20	0	57	95	0	85
36	135	65	0	120	20	75	80	90	40	0	55	45	100	48	0	70	15	0	20	27	0	65	95	0	85



Данные к заданию № 3. Размеры в миллиметрах

Номер варианта	Ax	Ay	Az	Rк	Hк	Bx	By	Bz	Rц
1	80	70	0	45	100	50	70	32	35
2	80	70	0	45	100	50	70	32	30
3	80	72	0	45	100	53	72	32	32
4	80	72	0	45	100	60	72	35	35
5	70	70	0	44	102	50	70	32	32
6	75	70	0	45	98	65	70	35	35
7	75	70	0	45	98	70	70	35	35
8	75	72	0	45	98	75	72	35	35
9	75	72	0	43	98	80	72	35	35
10	75	75	0	44	102	50	75	35	35
11	80	75	0	43	102	85	75	36	36
12	80	75	0	43	102	85	75	40	35
13	80	75	0	42	102	80	75	40	35
14	80	70	0	42	102	80	70	40	32
15	80	70	0	42	100	75	70	40	32
16	70	72	0	43	100	75	72	42	32
17	70	72	0	44	100	70	72	40	32
18	70	74	0	44	100	70	74	36	32
19	70	74	0	44	98	68	74	32	34
20	75	70	0	42	98	68	70	32	36
21	75	72	0	42	95	66	72	35	35
22	75	75	0	46	95	66	75	38	32
23	80	74	0	46	96	64	75	36	32
24	80	75	0	46	96	64	75	34	34
25	80	70	0	46	97	62	70	38	32
26	80	70	0	45	97	62	70	38	34
27	80	70	0	45	102	60	70	34	34
28	75	72	0	45	98	66	72	34	35
29	80	75	0	45	100	50	75	35	35
30	70	72	0	44	102	68	70	40	35
31	80	70	0	45	100	50	70	32	35
32	75	75	0	46	95	66	75	38	32
33	70	74	0	46	97	64	72	36	34
34	80	75	0	44	96	60	75	34	35
35	80	70	0	43	98	60	70	34	35
36	75	72	0	45	102	70	75	35	32



## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

1. Предмет «начертательная геометрия». Метод проецирования.
2. Центральное и параллельное проецирование. Основные свойства.
3. Проецирование точки в системе  $\pi_1, \pi_2, \pi_3$ . Координаты точки. Проецирование точки в четвертях и октантах.
4. Проецирование отрезка прямой линии. Общие и частные положения прямой линии.
5. Точка на прямой линии. Деление отрезка в данном отношении. Определение натуральной величины отрезка и углов наклона к плоскостям проекций.
6. Следы прямой.
7. Взаимное расположение двух прямых линий.
8. Проецирование прямого угла.
9. Задание плоскости на чертеже. Общие и частные положения плоскости на эпюре Монжа.
10. Прямая и точка, принадлежащие плоскости. Главные линии плоскости, линии наибольшего наклона(ската). Следы плоскостей.
11. Пересечение прямой линии с плоскостью частного положения.
12. Взаимное расположение двух плоскостей.
13. Взаимное положение прямой и плоскости (прямая, параллельная плоскости; прямая пересекающая плоскость; прямая перпендикулярная к плоскости).
14. Плоскости, перпендикулярны между собой.
15. Построение взаимно перпендикулярных прямых общего положения.
16. Способы преобразования проекций.
17. Замена плоскостей проекций.
18. Вращение вокруг проецирующих прямых и прямых уровня.
19. Плоскопараллельное перемещение.
20. Совмещение.
21. Применение способов преобразования проекций к решению позиционных и метрических задач.
22. Многогранники и их изображение.
23. Пересечение многогранников плоскостью и прямой.
24. Развертывание поверхности многогранника.
25. Кривые линии. Касательные и нормали к кривым линиям. Особые точки кривых. Кривые второго порядка. Окружность в плоскости общего положения.
26. Проекционные свойства кривых линий. Винтовые линии.
27. Поверхность. Классификация. Определяет полноты изображения поверхности. Кинематические и каркасные способы задания поверхностей.
28. Циклические, наклонные и винтовые поверхности.

29. Линейчатые поверхности. Основные определения. Поверхности с плоскостью параллелизма (прямой геликоид, цилиндроид, коноид, косая плоскость). Конические и цилиндрические поверхности общего вида. Торсы.
30. Поверхности вращения (тор, сфера, однополостный гиперболоид вращения). Конус и цилиндр вращения.
31. Пересечение прямой и кривой линии с поверхностью
32. Способы построения линии пересечения поверхностей (вспомогательные секущие плоскости и поверхности).
33. Построение касательных линий и плоскостей к поверхностям. Построение нормали к поверхностям.
34. Развертка поверхностей (точные, приближенные, условные).
35. Аксонометрические проекции. Основные понятия и определения. Теорема Польке. Стандартные виды аксонометрических проекций. Окружность общего положения в аксонометрических проекциях.

*ЛГТУ*