

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

---

О.Н. Пачкоря, И.Г. Хармац

**ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

Пособие для практических занятий студентов I курса всех специальностей  
дневного обучения

Москва – 2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Л.В. Михненко

О.Н. Пачкория, И.Г. Хармац. Инженерная графика: Пособие для практических занятий студентов I курса всех специальностей дневного обучения. — М.: МГТУ ГА, 2015. — 32 с.

Данное пособие издается в соответствии с учебным планом для студентов I курса специальностей 250301, 200301, 250302, 250503, 250303, 090301, 230301, 100502 дневного обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры \_\_\_\_\_ и Методического совета

\_\_\_\_\_.

## 1. Условные обозначения

При решении задач студент должен использовать терминологию, определения, обозначения, символы и понятия, рекомендуемые на лекциях и в учебной литературе по начертательной геометрии. В частности:

1. Точки пространства обозначают прописными буквами латинского алфавита:  $A, B, C, D, \dots$  или цифрами  $1, 2, 3, 4, \dots$
2. Линии пространства — строчными буквами латинского алфавита:  $a, b, c, d, \dots$
3. Плоскости и поверхности (оригиналы) — прописными буквами греческого алфавита:  $\mathbf{A}$ (альфа),  $\mathbf{B}$ (бета),  $\mathbf{\Gamma}$ (гамма),  $\mathbf{\Theta}$ (тэта),  $\mathbf{\Sigma}$ (сигма),  $\mathbf{\Phi}$ (фи),  $\mathbf{\Psi}$ (пси),  $\mathbf{\Omega}$ (омега),  $\mathbf{T}$ (тау) и др.
4. Углы обозначают строчными буквами греческого алфавита:  $\alpha$ (альфа),  $\beta$ (бэта),  $\gamma$ (гамма),  $\varphi$ (фи),  $\theta$ (тэта),  $\lambda$ (ламбда),  $\omega$ (омега),  $\tau$ (тау),  $\delta$ (дельта).
5. Плоскости проекций обозначают прописной буквой  $\mathbf{\Pi}$  («пи») греческого алфавита с добавлением подстрочного индекса  $1, 2, 3, 4, 5, \dots$ , при этом:
  - горизонтальная плоскость проекций обозначается  $\mathbf{\Pi}_1$ ;
  - фронтальная плоскость проекций —  $\mathbf{\Pi}_2$ ;
  - профильная плоскость проекций —  $\mathbf{\Pi}_3$ ;
  - любую плоскость проекций, отличную от указанных выше, обозначают:  $\mathbf{\Pi}_4, \mathbf{\Pi}_5, \dots$
6. Проекции точек, линий и поверхностей обозначают теми же буквами, какими обозначены сами оригиналы, с добавлением индекса плоскости проекций, на которую спроецирован объект. Так, проекции точки  $A$ , прямой  $a$  и плоскости  $\mathbf{\Theta}$  соответственно обозначают:
  - на плоскости  $\mathbf{\Pi}_1$  —  $A_1, a_1, \mathbf{\Theta}_1$ ;
  - на плоскости  $\mathbf{\Pi}_2$  —  $A_2, a_2, \mathbf{\Theta}_2$ ;
  - на плоскости  $\mathbf{\Pi}_3$  —  $A_3, a_3, \mathbf{\Theta}_3$ .
7. Рекомендуется обозначать:
  - линию горизонтального уровня (горизонталь) —  $h$ ;
  - линию фронтального уровня (фронталь) —  $f$ ;
  - линию профильного уровня (профильная прямая) —  $p$ ;
  - плоскость горизонтального уровня —  $\mathbf{\Gamma}$ ;
  - плоскость фронтального уровня —  $\mathbf{\Phi}$ ;
  - плоскость профильного уровня —  $\mathbf{P}$ .
8. Последовательность точек, прямых, плоскостей и поверхностей обозначают верхним индексом  $1, 2, 3, \dots$
9. Действительную длину отрезка обозначают символом  $dd$ .
10. Символы, обозначающие отношения между геометрическими объектами:
  - 1)  $\equiv$  — совпадение объектов. Например,  $(AB) \equiv (CD)$  — прямая, проходящая через точки  $A$  и  $B$ , совпадает с прямой, проходящей через точки  $C$  и  $D$ ;
  - 2)  $\sim$  — подобие объектов. Например,  $\triangle BAC \sim \triangle MNK$  — треугольники  $ABC$  и  $MNK$  подобны.
  - 3)  $\parallel$  — параллельность объектов. Например,  $n \parallel m$  — прямая  $n$  параллельна прямой  $m$ .
  - 4)  $\perp$  — перпендикулярность объектов. Например,  $a \perp b$  — прямые  $a$  и  $b$  перпендикулярны.
  - 5)  $\sphericalangle$  — скрещивание прямых. Например,  $c \sphericalangle d$  — прямые  $c$  и  $d$  скрещиваются.
  - 6)  $\in$  — принадлежность объекта множеству. Например,  $A \in a$  — точка  $A$  принадлежит прямой  $a$ , т.е. точка  $A$  является значением множества точек прямой  $a$ .
  - 7)  $\subset$  — принадлежность подмножества множеству. Например,  $a \subset \Sigma$  — прямая  $a$

принадлежит плоскости  $\Sigma$  т.е. множество точек прямой  $a$  является подмножеством точек плоскости  $\Sigma$ .

- 8)  $\cap$  — пересечение множеств. Например,  $a = \Delta \cap \Sigma$  — прямая  $a$  является результатом пересечения плоскостей  $\Delta$  и  $\Sigma$ .
- 9)  $/$  — логическое отрицание знака. Например,  $a \not\subset \Delta$  — прямая  $a$  не принадлежит плоскости  $\Delta$ .

## 2. Рекомендации по дополнительной литературе

Для получения краткого теоретического обзора тем и методов, представленных в рабочей тетради, воспользуйтесь учебным пособием:

*Михненко Л.В. Начертательная геометрия и инженерная графика (начертательная геометрия): Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2014. – 84 с.*

Для получения дополнительных сведений по разделу «Точка, прямая, плоскость», воспользуйтесь методическим пособием:

*Подзей И.В., Пачкория О.Н., Начертательная геометрия: Пособие по подготовке к блочной аттестации. Блок №1 «Точка, прямая, плоскость». – М.: МГТУ ГА, 2007. – 80 с.*

Для получения дополнительных сведений по методам и примерам решения задач раздела «Методы преобразования чертежа», воспользуйтесь методическим пособием:

*Хармац И.Г. Начертательная геометрия: Пособие по подготовке к блочной аттестации и выполнению расчетно-графической работы. Позиционные и метрические задачи. – М.: МГТУ ГА, 2006 – 68 с.*

Для получения дополнительных сведений по методам и примерам решения некоторых задач раздела «Кривые поверхности», воспользуйтесь методическим пособием:

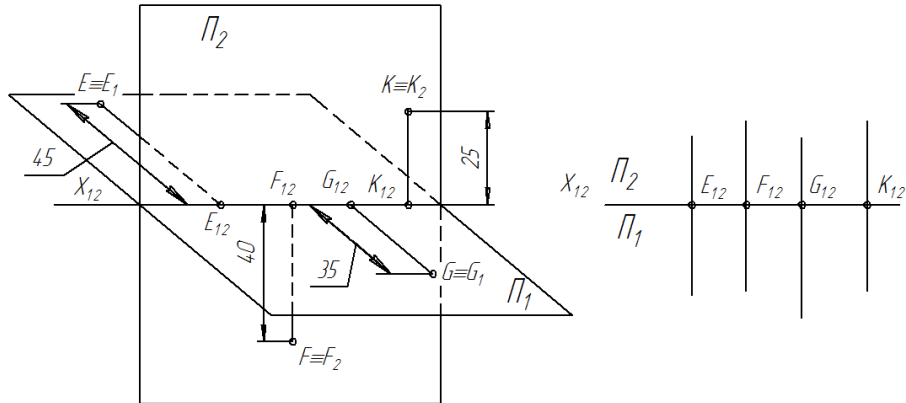
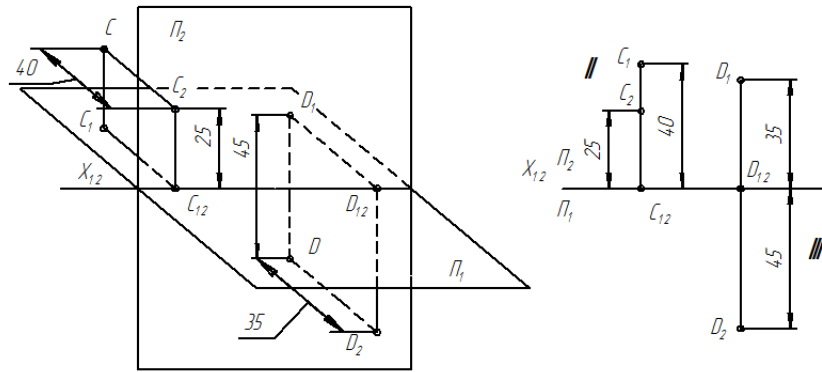
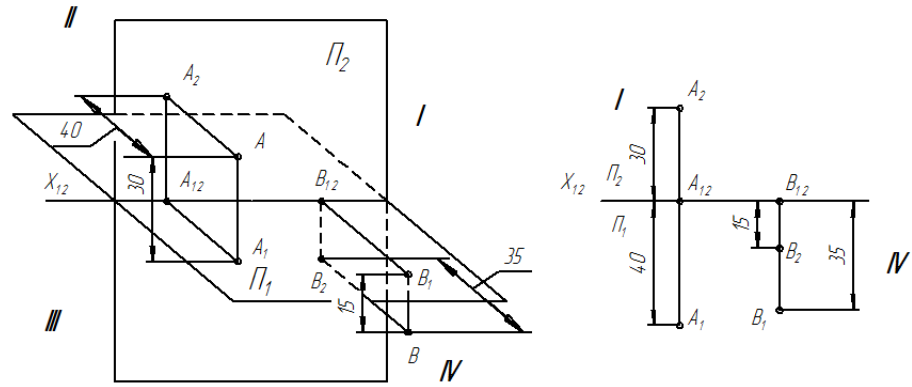
*Михненко Л.В., Хармац И.Г. Пособие к выполнению расчетно-графической работы «Взаимное пересечение многогранных и криволинейных поверхностей». – М.: МГТУ ГА, 2007. – 28 с.*

## 3. Точка, прямая, плоскость

1. Свойства прямоугольного проецирования.
2. Образование комплексного чертежа.
3. Проецирование на три взаимно-перпендикулярные плоскости проекций.
4. Способы задания прямой линии на чертеже.
5. Прямые общего и частного положения. Признаки, позволяющие определять по чертежу положение прямой линии относительно плоскостей проекций. Следы прямой.
6. Точка на прямой. Деление отрезка прямой в данном отношении.
7. Определение длины отрезка прямой и углов его наклона к плоскостям проекций.
8. Взаимное расположение прямых в пространстве.
9. Конкурирующие точки. Относительная видимость точек скрещивающихся прямых.
10. Проецирование прямого угла.
11. Способы задания плоскости на чертеже.
12. Плоскости общего и частного положения. Свойства прецирующих плоскостей.
13. Прямые и точки, принадлежащие плоскости.
14. Особые линии плоскости. Следы плоскости.
15. Параллельность прямой и плоскости. Параллельность плоскостей.
16. Перпендикулярность прямой и плоскости. Перпендикулярность плоскостей.
17. Перпендикулярность прямых общего положения.
18. Построение точки пересечения прямой и плоскости.
19. Построение линии пересечения двух плоскостей. Определение видимости элементов.

**Задача 1**

По заданным изображениям точек  $A, B, C, D, E, F, G, K$  построить их комплексные чертежи. Определить, в какой четверти пространства находится каждая точка.



**Задача 2**

По заданным координатам точек  $A(15,10,20), B(25,20,-35), C(40,-30,45), D(50,45,0), E(65,0,70)$  построить их проекции на три плоскости проекций.

**Задача 3**

1. Построить две проекции следующих точек:  $A(20,20,100); B(50,70,90); C(80,30,90); D(100,30,0); E(0,50,50)$
2. Заполнить таблицу:

Расположение от плоскостей проекций	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$
<i>max</i>			
<i>min</i>			

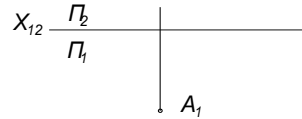
3. Определить, на каком расстоянии от плоскостей проекций расположены точки, и заполнить таблицу:

Точка	Плоскость проекций	Расстояние
<i>A</i>	$\Pi_1$	
<i>B</i>	$\Pi_2$	
<i>C</i>	$\Pi_3$	

#### Задача 4

Построить фронтальную проекцию точки *A* при условии, что точка *A*:

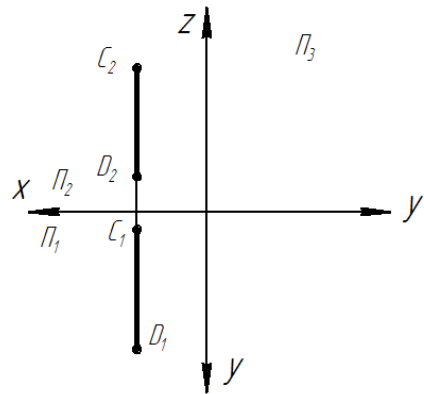
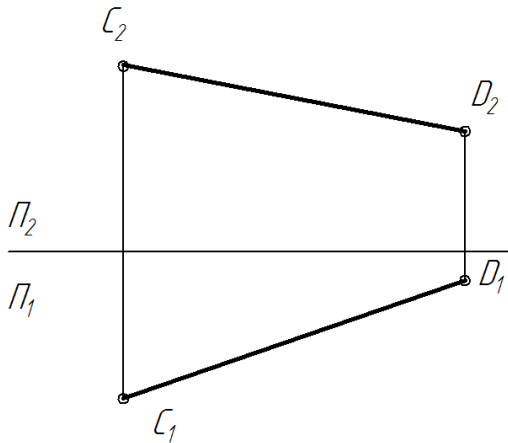
- удалена от  $\Pi_1$  на 10 мм;
- расположена в плоскости  $\Pi_1$ .



#### Задача 5

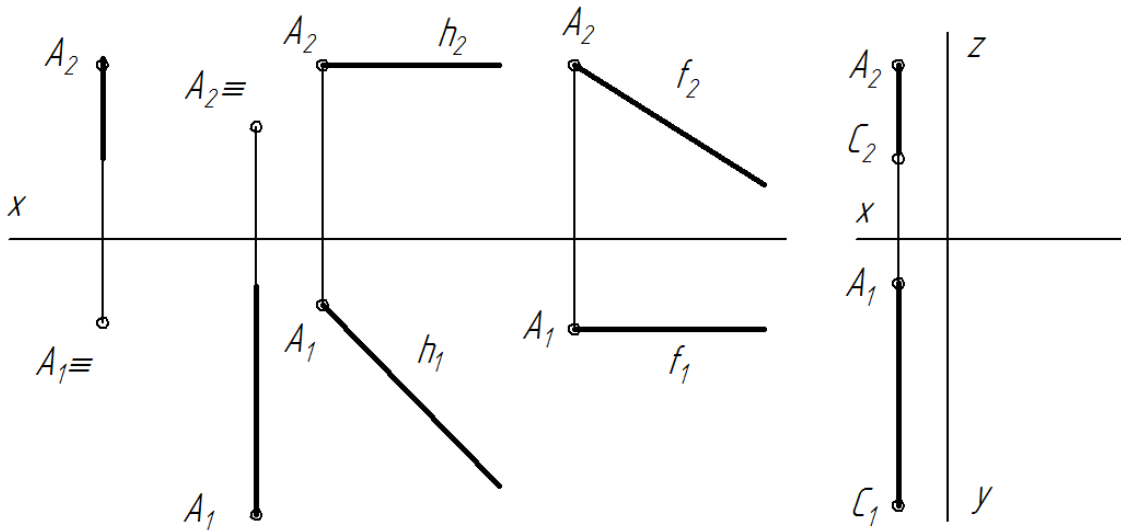
На каждом из чертежей прямой *CD* построить точки:

- *A* – удаленную от плоскости  $\Pi_1$  на 30 мм;
- *B* – удаленную от плоскости  $\Pi_2$  на 10 мм.



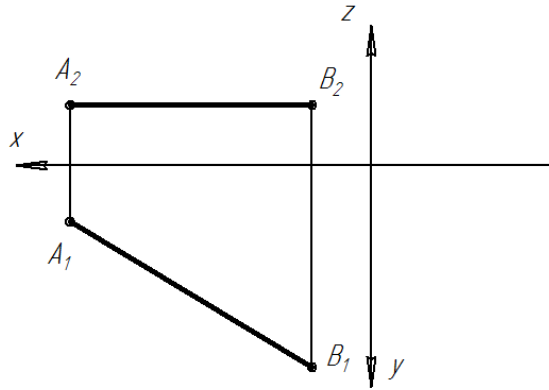
#### Задача 6

Назвать прямые, заданные на чертеже. Построить проекции отрезка *AB* длиной 15 мм. Определить углы наклона прямых к плоскостям проекций.

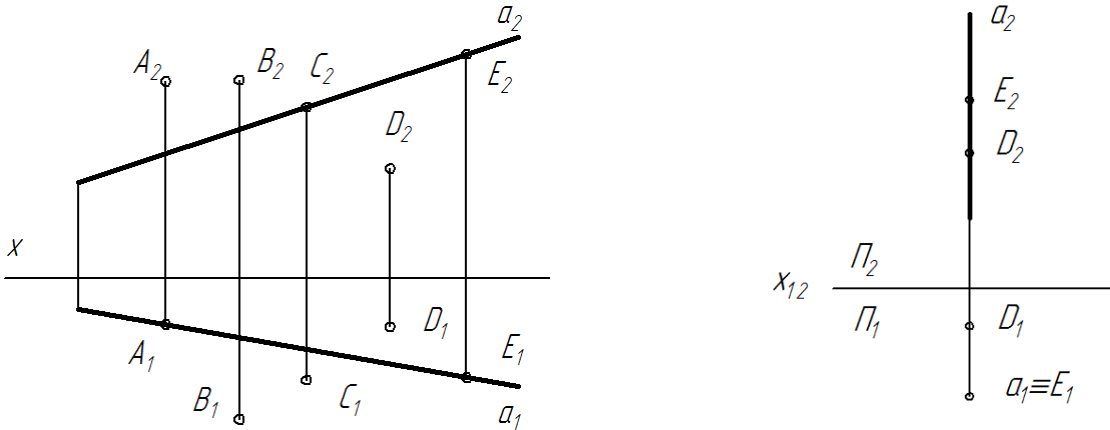


**Задача 7**

Построить профильную проекцию отрезка прямой  $AB$ . Определить натуральную величину отрезка  $AB$ .

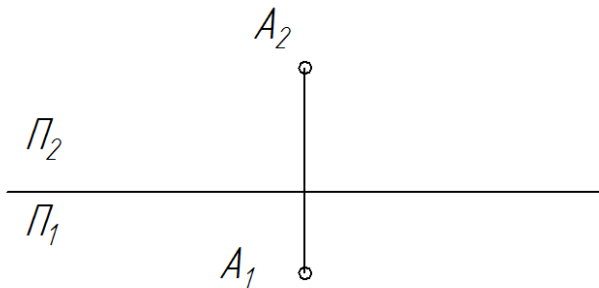
**Задача 8**

Определить взаимное расположение прямой  $a$  и точек, заданных на чертежах.

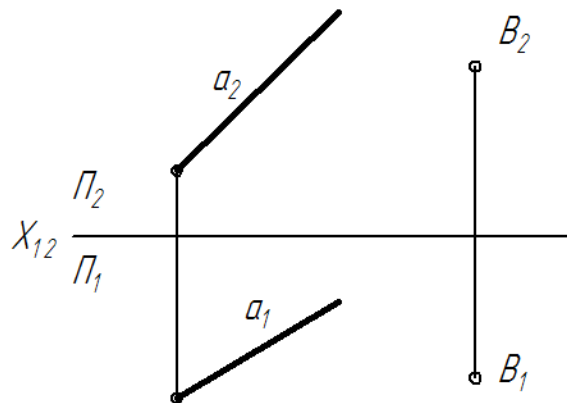
**Задача 9**

Построить проекции отрезка  $AB$ , если известно, что отрезок прямой  $AB$ :

- проходит через заданную точку  $A$ ;
- параллелен  $\Pi_2$ ;
- наклонен к  $\Pi_1$  под углом  $30^\circ$ ;
- имеет длину 40 мм.

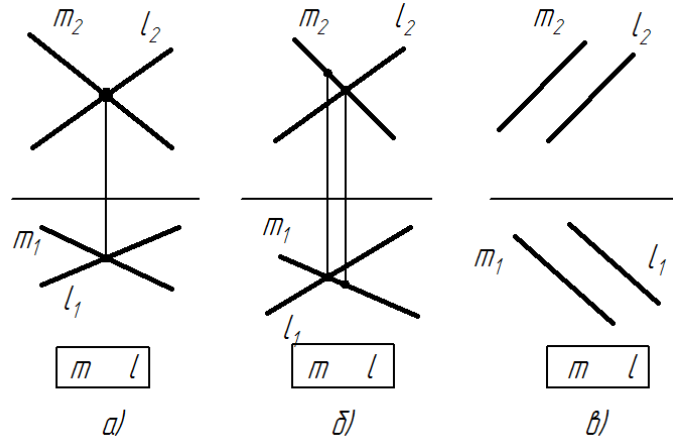
**Задача 10**

Через точку  $B$  провести горизонталь и фронталь, пересекающие прямую  $a$ .



**Задача 11**

Определить взаимное расположение прямых  $m$  и  $l$ .

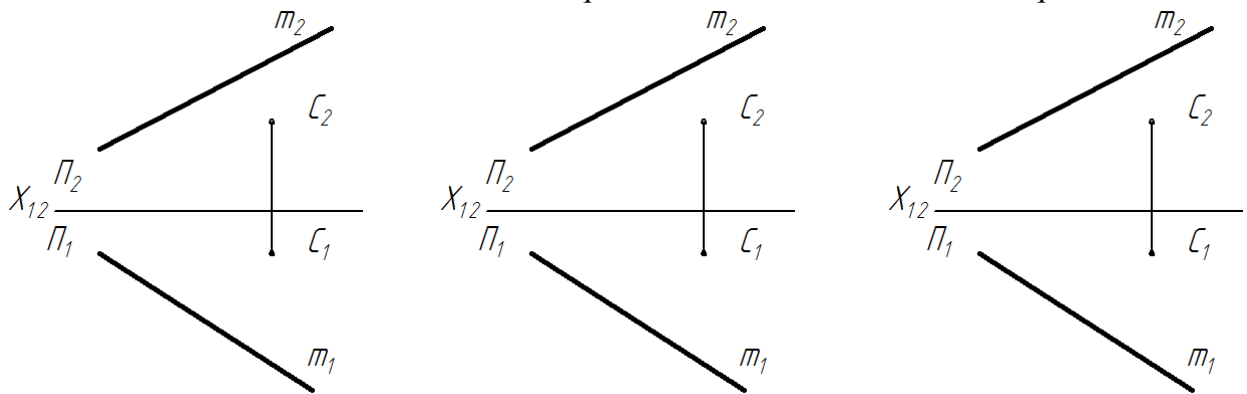
**Задача 12**

Через точку  $C$  провести прямую  $q$  так, чтобы:

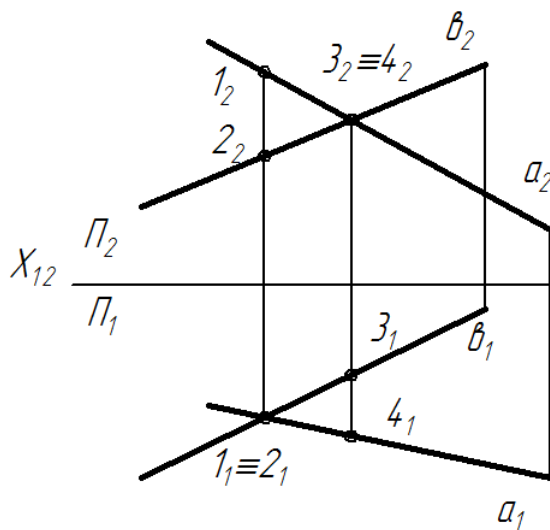
$q \parallel m$

$q \cap m$

$q \perp m$

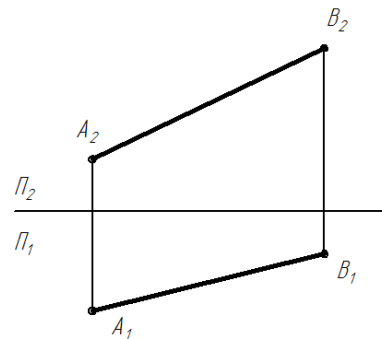
**Задача 13**

Определить взаимное расположение прямых  $a$  и  $b$ . Определить видимость точек 1-2 и 3-4.

**Задача 14**

Построить горизонтальный и фронтальный следы прямой  $AB$ . Построить проекции точки  $C$ , делящей отрезок  $AB$  в отношении:

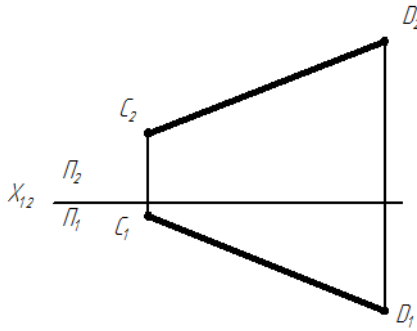
$$\frac{AC}{CB} = \frac{3}{5}$$



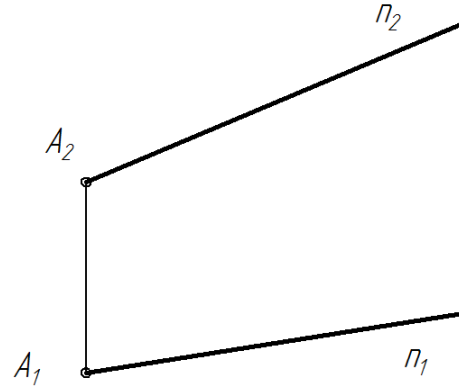


**Задача 15**

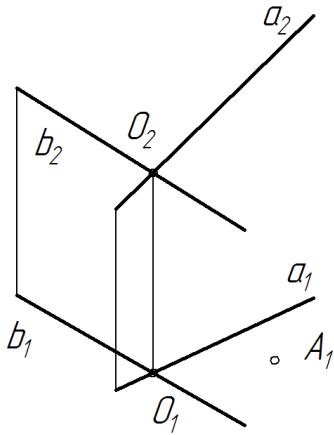
Определить натуральную величину отрезка прямой  $CD$  и углы его наклона к плоскостям  $\Pi_1, \Pi_2$ .

**Задача 16**

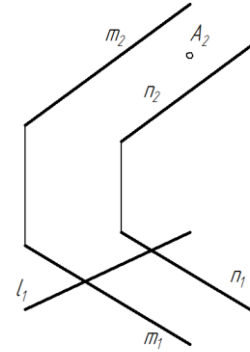
На прямой  $n$  построить точку  $B$ , удаленную от точки  $A$  на расстояние 30 мм.

**Задача 17**

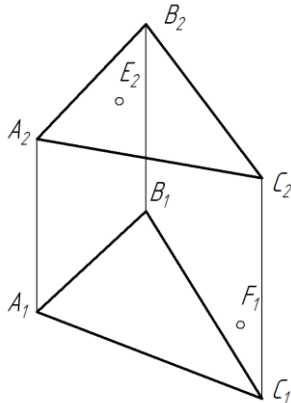
Построить фронтальную проекцию точки  $A$ , принадлежащей плоскости  $\Sigma(a \cap b)$ , и определить натуральную величину отрезка прямой  $OA$ .

**Задача 18**

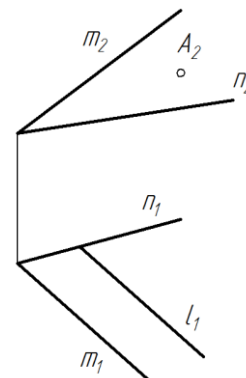
Построить недостающие проекции прямой  $l$  и точки  $A$ , принадлежащих плоскости  $(m \parallel n)$ .

**Задача 19**

В треугольнике  $ABC$  построить недостающие проекции точек  $E, F$ , если они принадлежат плоскости  $ABC$ .

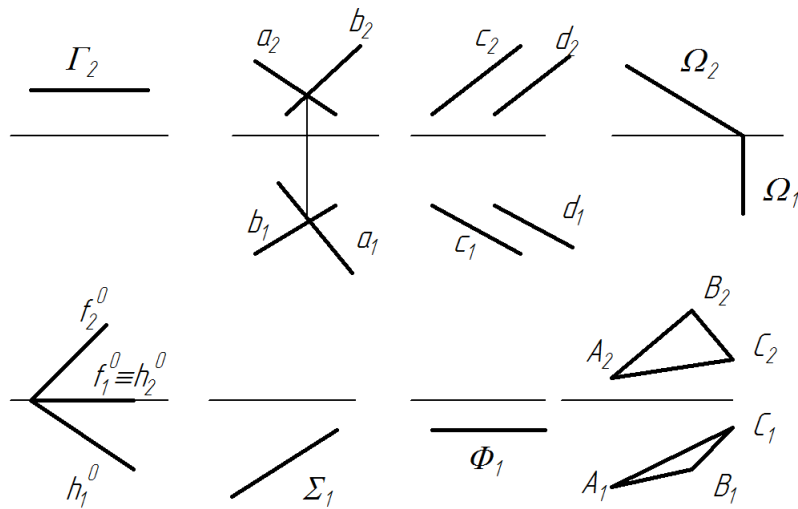
**Задача 20**

Построить недостающие проекции прямой  $l$  и точки  $A$ , принадлежащих плоскости  $\Sigma(m \cap n)$ .



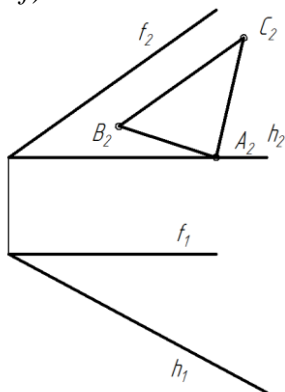
**Задача 21**

Определить расположение в пространстве плоскостей, заданных на чертеже.



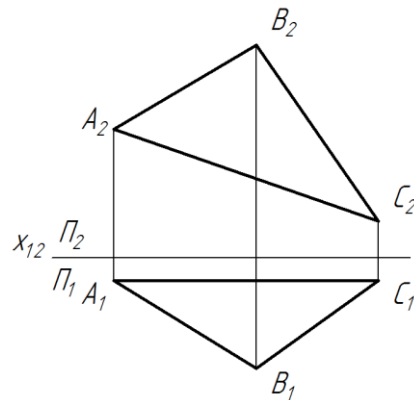
**Задача 22**

Построить недостающую проекцию треугольника, принадлежащего плоскости  $\Sigma(h \cap f)$ .



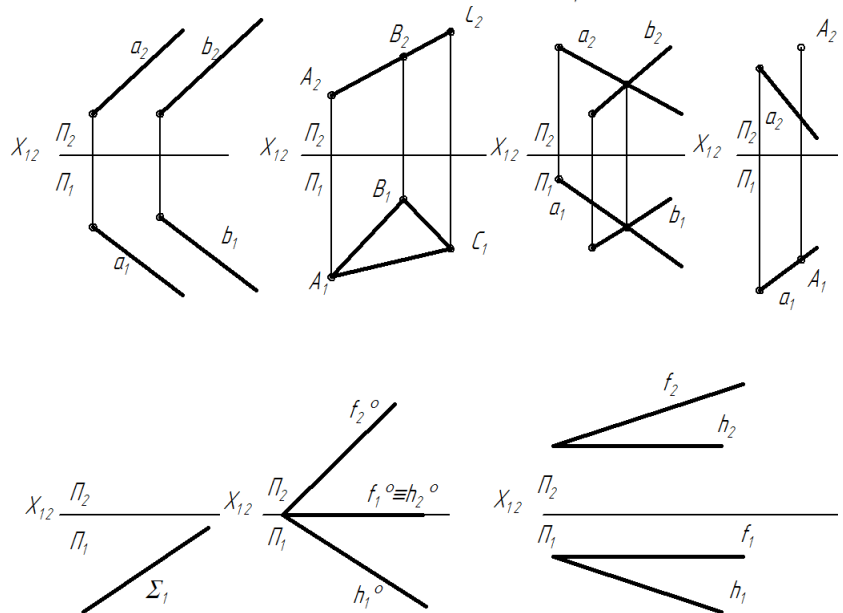
**Задача 23**

В плоскости  $ABC$  найти точку  $M$ , удаленную от плоскости проекций  $\Pi_1$  на 35 мм, а от плоскости  $\Pi_2$  на 15 мм.



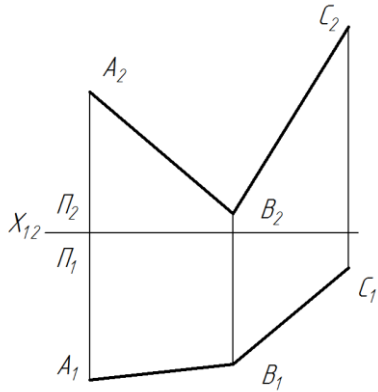
**Задача 24**

Провести прямые уровня, лежащие в заданных плоскостях.

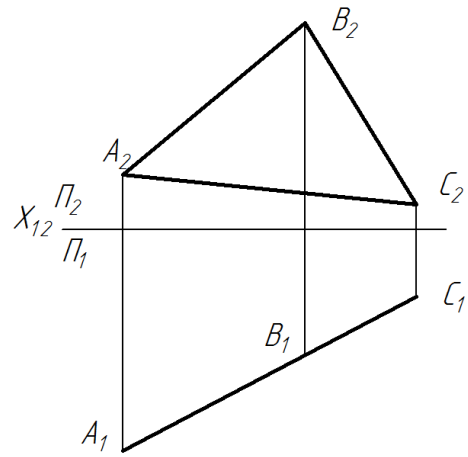


**Задача 25**

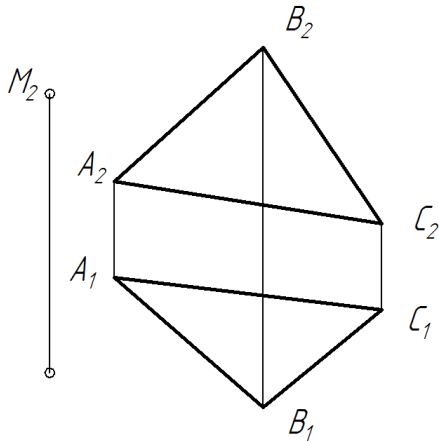
В плоскости, заданной пересекающимися прямыми  $AB$  и  $BC$ , провести горизонталь, удаленную от горизонтальной плоскости проекций на 20 мм, и фронталь, удаленную от фронтальной плоскости на 30 мм.

**Задача 26**

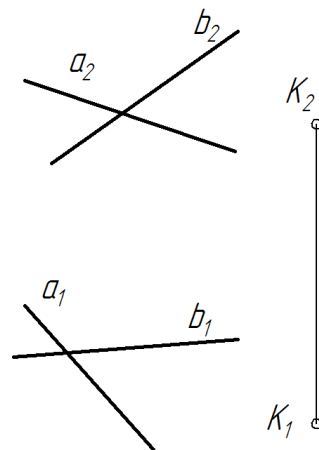
В плоскости  $\Sigma(ABC)$  построить прямые, параллельные горизонтальной и фронтальной плоскости проекций.

**Задача 27**

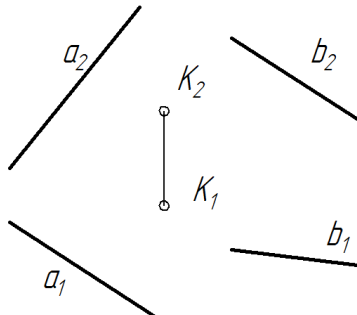
Через точку  $M$  провести плоскость, параллельную плоскости  $\Sigma(ABC)$ .

**Задача 28**

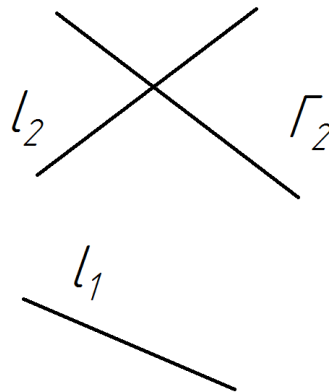
Через точку  $K$  провести плоскость параллельно к прямым  $a \circ b$ .

**Задача 29**

Через точку  $K$  провести плоскость, параллельную прямым  $a$  и  $b$ .

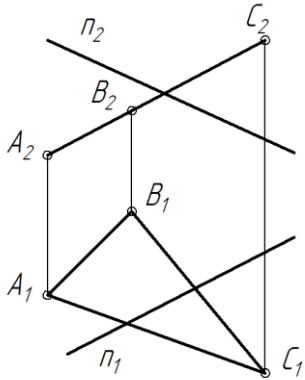
**Задача 30**

Определить точку пересечения прямой  $l$  с плоскостью  $\Gamma$ .

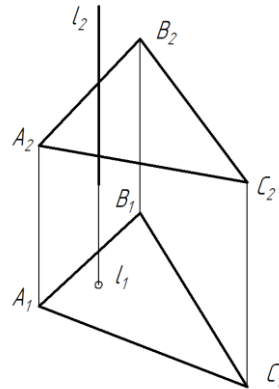


**Задача 31**

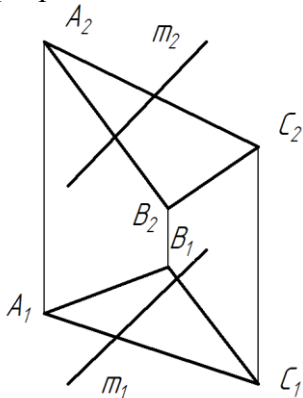
Определить точку пересечения прямой  $n$  с плоскостью  $\Sigma(ABC)$ . Определить видимость элементов, считая плоскость непрозрачной.

**Задача 32**

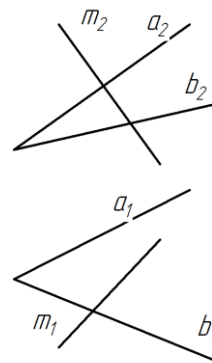
Определить точку пересечения прямой  $l$  с плоскостью  $\Sigma(ABC)$ . Определить видимость элементов, считая  $\Sigma$  непрозрачной.

**Задача 33**

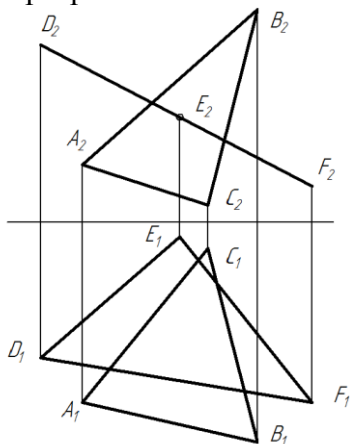
Построить точку пересечения прямой  $m$  с плоскостью  $\Sigma(ABC)$ . Определить видимость элементов, считая плоскость непрозрачной.

**Задача 34**

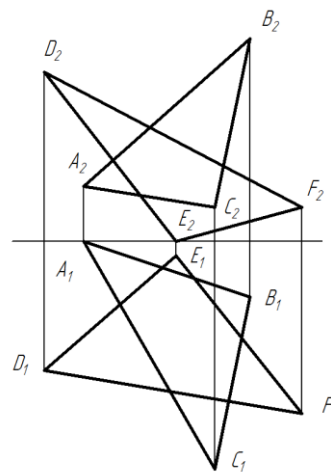
Построить точку пересечения прямой  $m$  с плоскостью  $\Sigma(a \cap b)$ . Определить видимость элементов, считая  $\Sigma$  непрозрачной.

**Задача 35**

Построить линию пересечения плоскостей  $\Sigma(ABC)$  и  $\Omega(CDE)$ . Определить видимость элементов, считая плоскости непрозрачными.

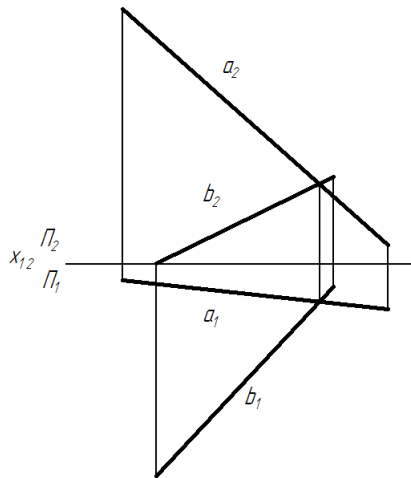
**Задача 36**

Построить линию пересечения плоскостей  $\Sigma(ABC)$  и  $\Omega(CDE)$ . Определить видимость элементов, считая плоскости непрозрачными.

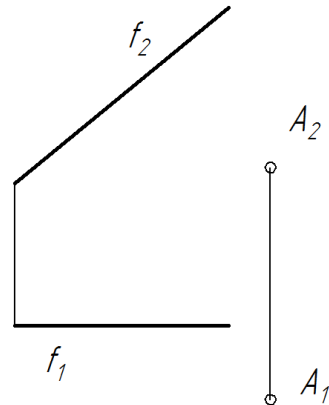


**Задача 37**

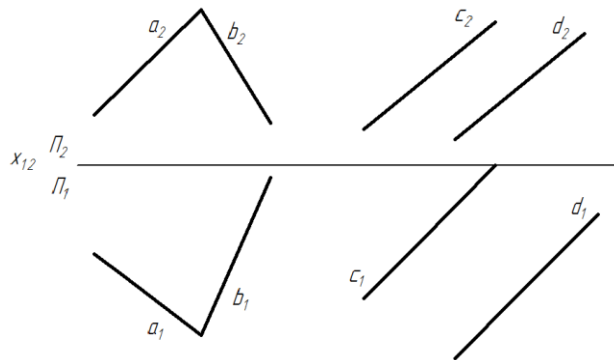
Построить горизонтальный и фронтальный след плоскости  $\Sigma(a \cap b)$ .

**Задача 38**

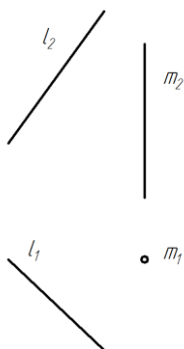
Определить кратчайшее расстояние от точки  $A$  до прямой  $f$ .

**Задача 39**

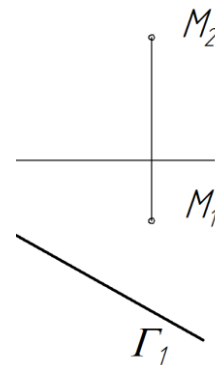
Построить линию пересечения двух плоскостей  $\Sigma(a \cap b)$  и  $\Omega(c \parallel d)$ .

**Задача 40**

Построить проекции общего перпендикуляра к двум прямым  $m \perp l$ .

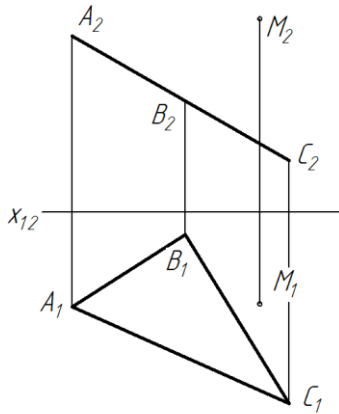
**Задача 41**

Построить проекции точки  $N$ , симметричной точке  $M$  относительно плоскости  $\Gamma$ .



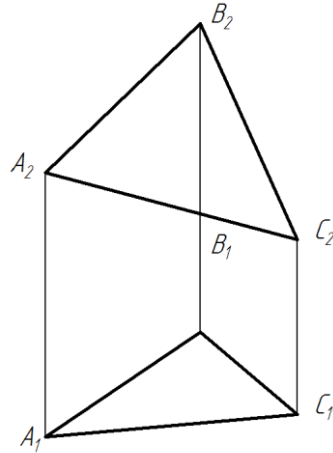
**Задача 42**

Определить кратчайшее расстояние от точки  $M$  до плоскости  $\Phi(ABC)$ .



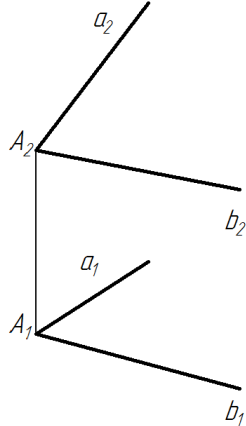
**Задача 43**

Через точку  $A$  плоскости  $\Sigma(ABC)$  провести отрезок  $AK \perp \Sigma$ ,  $|AK|=20$  мм.



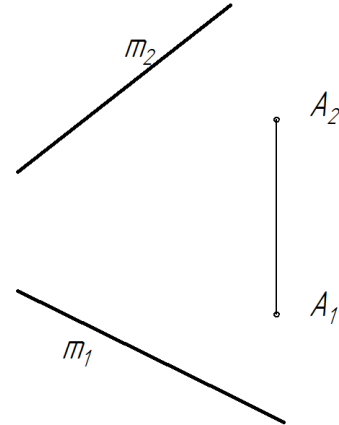
**Задача 44**

Через точку  $A$  плоскости  $\Sigma(a \cap b)$  провести отрезок  $AD \perp \Sigma$ ,  $|AD|=30$  мм.



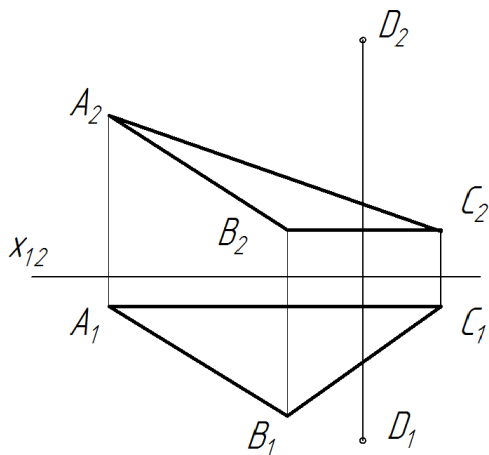
**Задача 45**

Через точку  $A$  провести плоскость, перпендикулярную к прямой  $m$ .



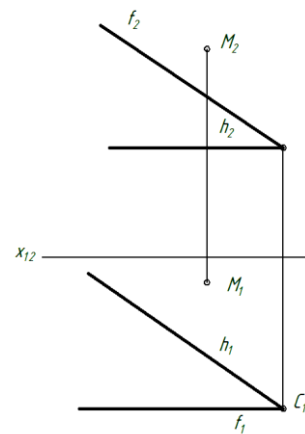
**Задача 46**

Определить кратчайшее расстояние от точки  $D$  до плоскости  $\Sigma(ABC)$ .



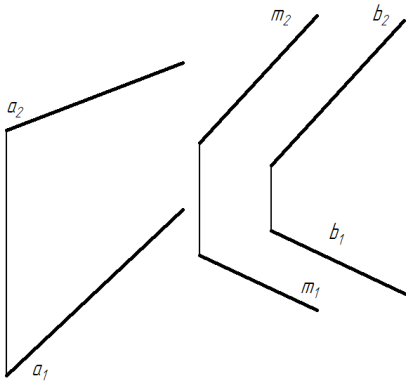
**Задача 47**

Построить точку  $N$ , симметричную точке  $M$  относительно плоскости  $\Sigma(h \cap f)$ .

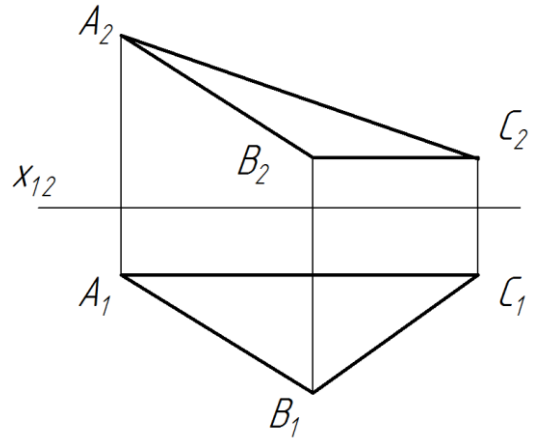


**Задача 48**

Через прямую  $a$  провести плоскость, перпендикулярную плоскости  $\Sigma(m\parallel b)$ .

**Задача 49**

Построить геометрическое место точек, удаленных от плоскости  $\Sigma(ABC)$  на расстояние 30 мм.

**Задача 50**

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<i>A</i>	100	15	20
<i>B</i>	120	45	75
<i>C</i>	65	55	40
<i>M</i>	80	10	75

1. По заданным координатам построить проекции треугольника  $ABC$  и точки  $M$ .
2. В плоскости треугольника  $ABC$  найти точку  $K$ , ближайшую к точке  $M$ .
3. Построить проекции точки  $N$ , симметричной точке  $M$  относительно плоскости треугольника  $ABC$ .
4. Определить кратчайшее расстояние от точки  $M$  до плоскости треугольника  $ABC$ .
5. Через точку  $M$  провести плоскость, перпендикулярную плоскости треугольника  $ABC$ .
6. Через точку  $N$  построить плоскость параллельную плоскости треугольника  $ABC$ .
7. Определить видимость прямой  $MN$  и плоскости треугольника  $ABC$ , считая плоскость непрозрачной.

**4. Преобразование чертежа**

1. Цель преобразования чертежа.
2. Сущность способа замены плоскостей проекций.
3. Замена одной плоскости проекций.
4. Замена двух плоскостей проекций
5. Сущность способа вращения вокруг проецирующей прямой.

**Задача 51**

Определить натуральную величину отрезка прямой  $AB$  и углы его наклона к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций, если  $A(60, 30, 25)$ ,  $B(20, 15, 0)$ .

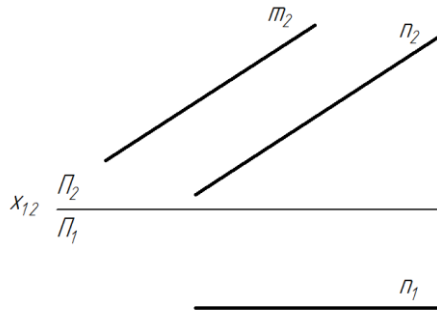
**Задача 52**

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<i>A</i>	60	30	25
<i>B</i>	20	15	0
<i>C</i>	40	10	35

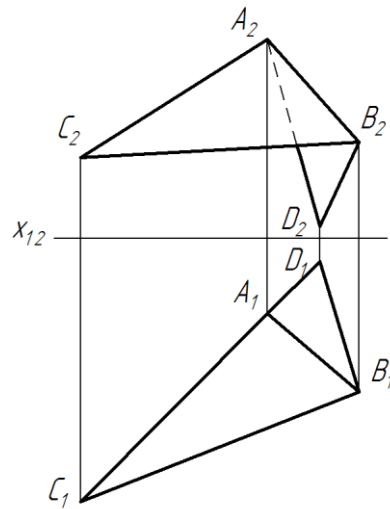
1. Через точку  $C$  провести прямую  $l$  параллельно отрезку  $AB$ .
2. Определить расстояние от точки  $C$  до прямой  $AB$ .
3. Определить расстояние между прямой  $l$  и отрезком  $AB$ .

**Задача 53**

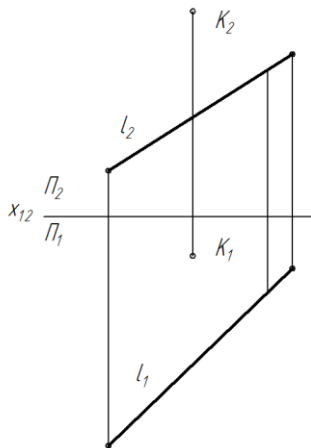
Построить недостающую проекцию прямой  $m$ , если  $m \parallel n$  и расстояние между ними равно 30 мм.

**Задача 54**

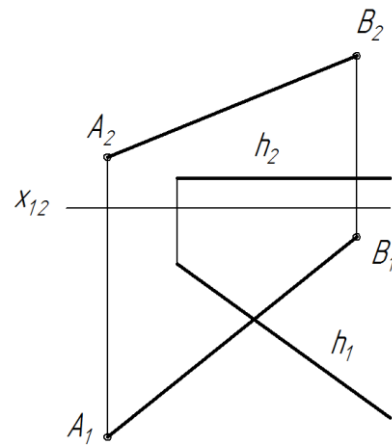
Определить величину двугранного угла  $CABD$ .

**Задача 55**

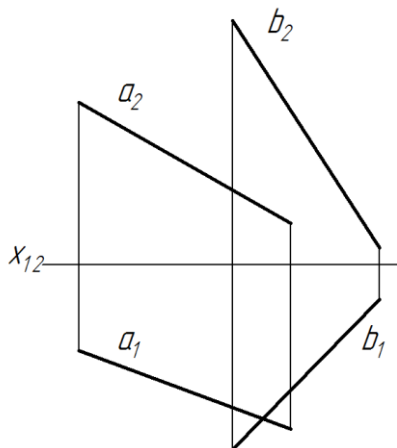
Из точки  $K$  опустите перпендикуляр на прямую  $l$ .

**Задача 56**

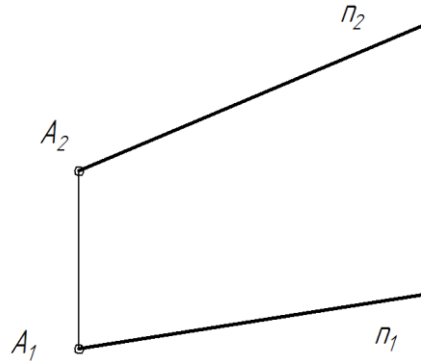
На прямой  $AB$  построить точки на расстоянии 30 мм от прямой  $h$ .

**Задача 57**

Определить кратчайшее расстояние между прямыми  $a$  и  $b$ .

**Задача 58**

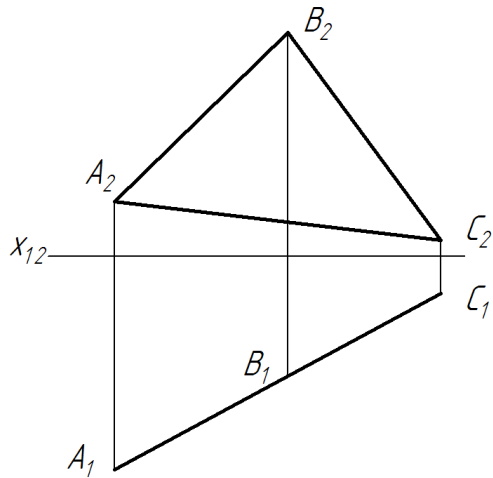
На прямой  $n$  построить точку  $B$ , удаленную от точки  $A$  на расстояние 30 мм.



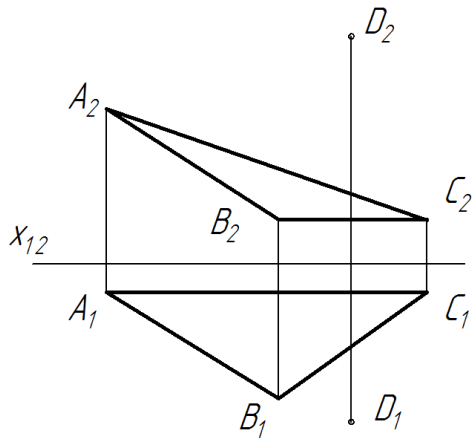


**Задача 59**

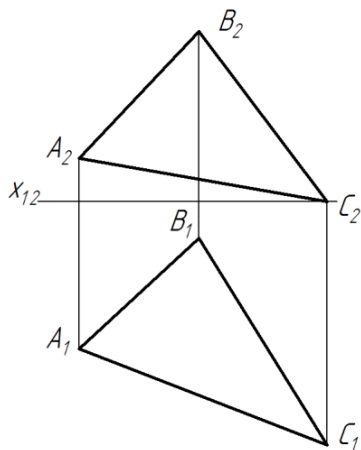
Определить центр окружности, вписанной в треугольник  $ABC$ .

**Задача 61**

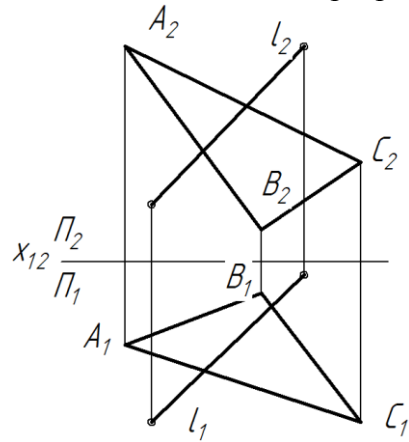
Определить кратчайшее расстояние от точки  $D$  до плоскости  $\Sigma(ABC)$ . Построить точку  $N$ , симметричную точке  $M$  относительно плоскости  $\Sigma(ABC)$ .

**Задача 63**

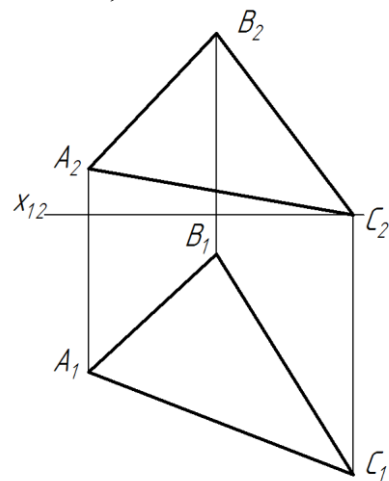
Построить геометрическое место точек, равноудаленных от точек  $A, B$  и  $C$ .

**Задача 60**

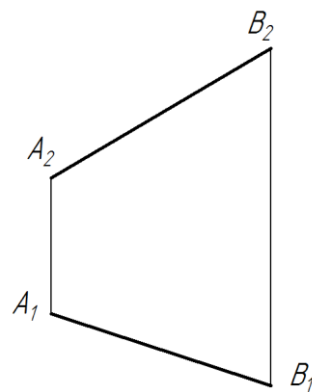
Построить точку пересечения прямой  $l$  и плоскости  $\Sigma(ABC)$ . Определить видимость элементов, считая плоскость непрозрачной.

**Задача 62**

Через точку  $A$  плоскости  $\Sigma(ABC)$  провести отрезок  $AK$ , если  $AK \perp \Sigma$  и  $ddAK = 20$  мм.

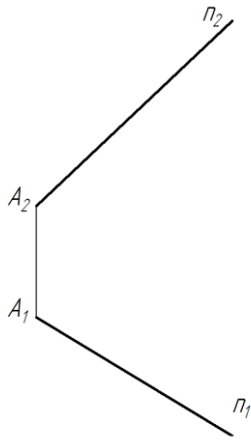
**Задача 64**

Определить натуральную величину отрезка  $AB$  вращением вокруг проецирующей прямой.



**Задача 65**

На прямой  $n$  построить отрезок  $AB=30\text{мм}$ . Задачу решить методом вращения вокруг проецирующей прямой.

**Задача 66**

1. Найти центр окружности  $O$ , описанной около треугольника  $ABC$ .
2. Из центра  $O$  восставить перпендикуляр к плоскости треугольника  $OM=40\text{ мм}$ .

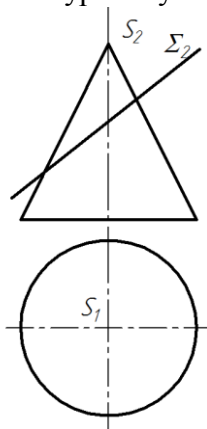
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<i>A</i>	100	80	10
<i>B</i>	60	10	80
<i>C</i>	10	60	50

**5. Кривые поверхности**

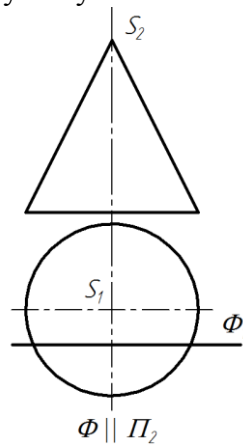
1. Образование и задание кривых поверхностей.
  2. Каркас, определитель и очерк поверхности.
  3. Решение основных позиционных задач:
    - построение недостающей проекции линии, принадлежащей поверхности, если одна ее проекция задана;
    - пересечение поверхности плоскостью проецирующей и общего положения;
    - построение линий пересечения поверхностей;
    - построение точек пересечения линии с поверхностью;
    - построение линии пересечения двух поверхностей с использованием вспомогательных плоскостей уровня.
1. Опорные (характерные) точки линии пересечения поверхностей.
  2. Построение линии пересечения сечения поверхностей, одна из которых является проецирующей.

**Задача 67**

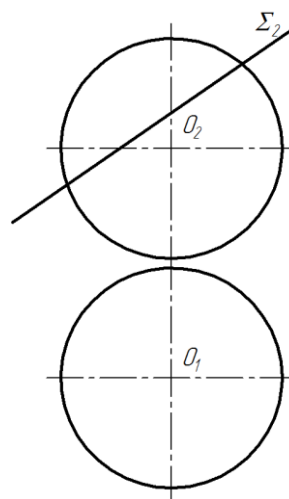
Построить проекции линии пересечения поверхности заданной плоскостью. Определить натуральную величину полученного сечения.



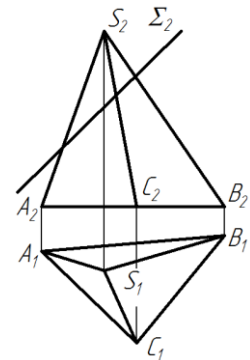
а)



б)



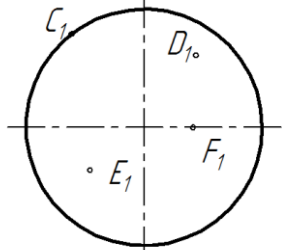
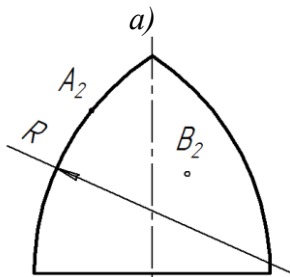
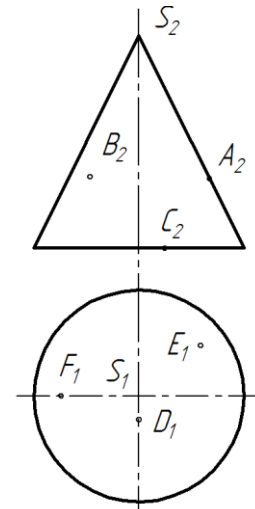
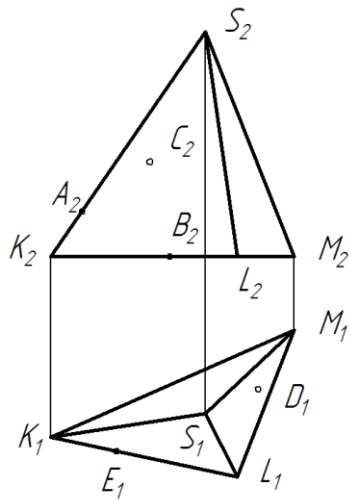
в)



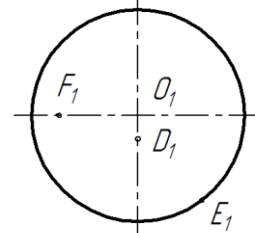
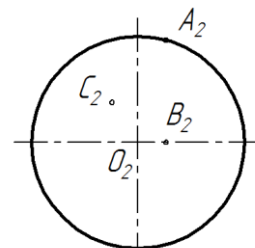
г)

**Задача 68**

Построить недостающие проекции точек  $A, B, C, D, E, F$  с условием, что они принадлежат заданной поверхности, и указать их видимость.



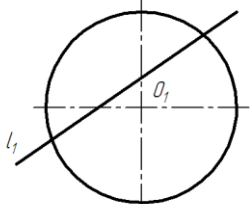
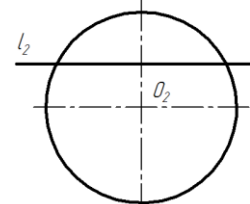
а)



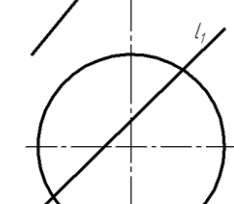
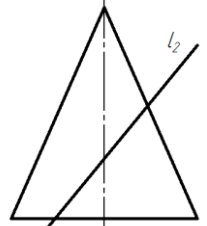
б)

**Задача 69**

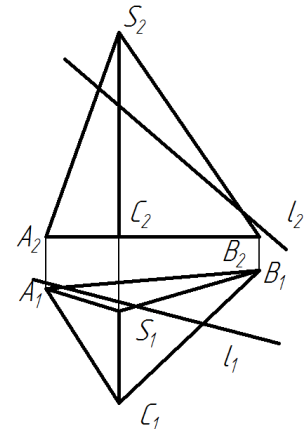
Найти точки пересечения ( $K, M$ ) прямой  $l$  с заданными поверхностями. Определить видимость точек при условии, что поверхности не прозрачны.



а)  $l \parallel \pi_1$



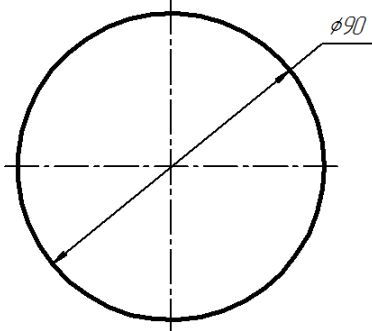
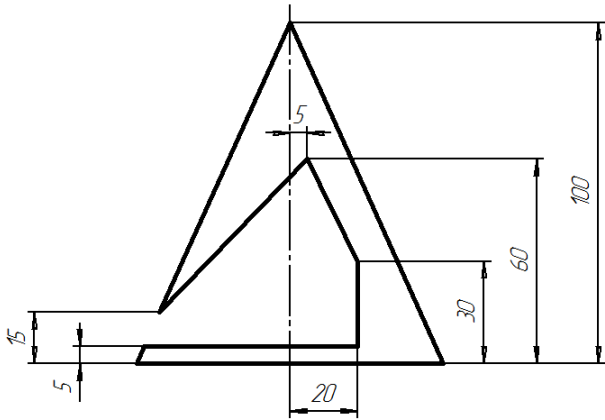
б)



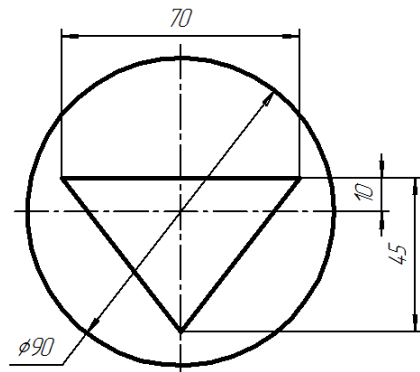
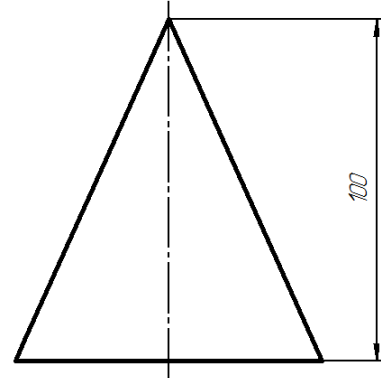
в)

### Задача 70

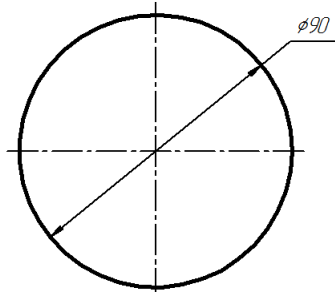
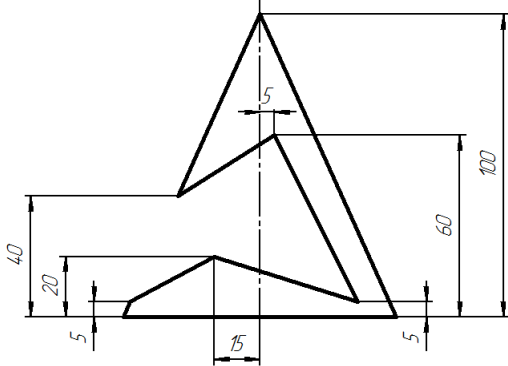
Построить проекции сквозного отверстия в пространственных фигурах, заданных на чертежах.



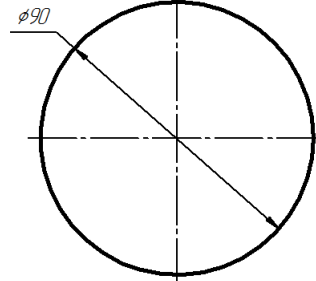
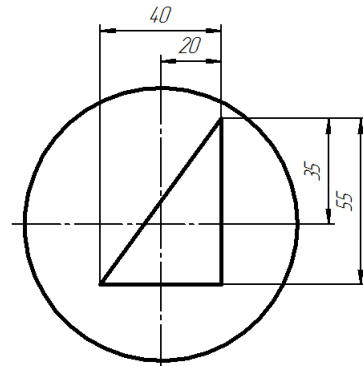
а)



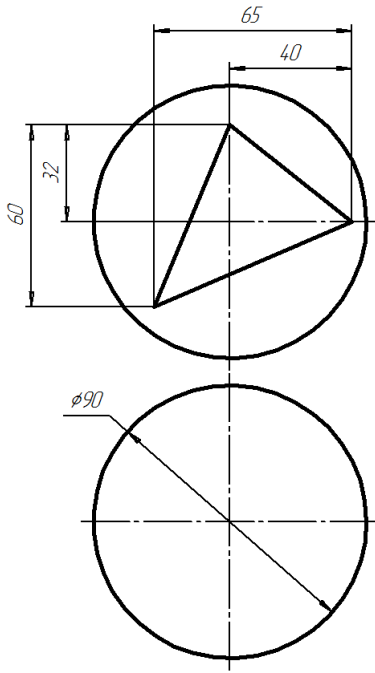
б)



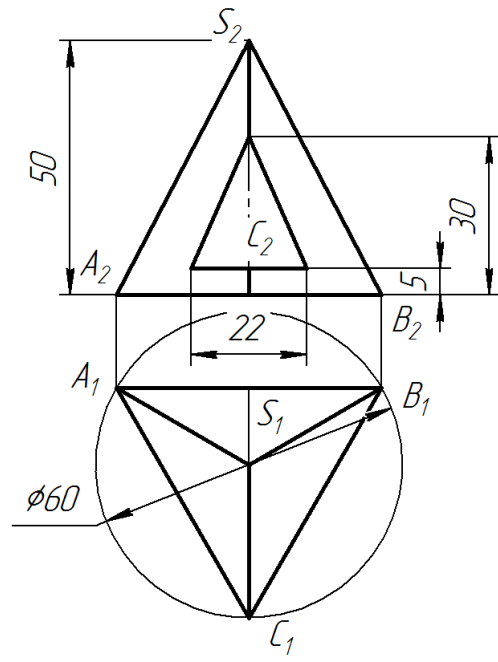
в)



г)



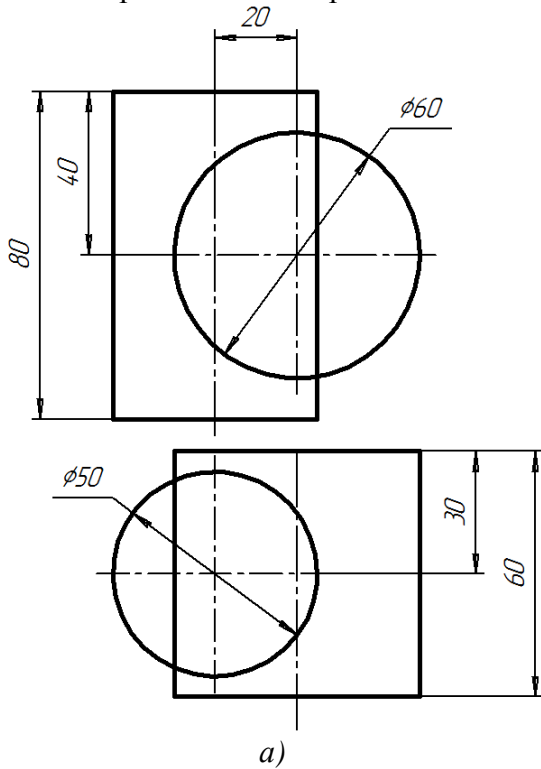
д)



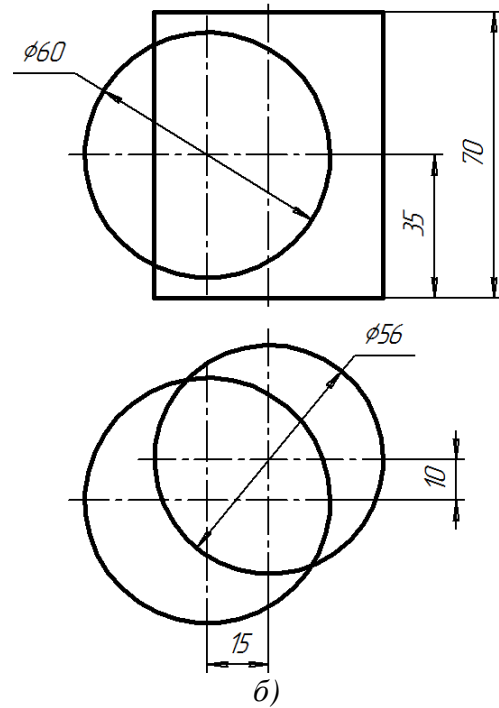
е)

**Задача 71**

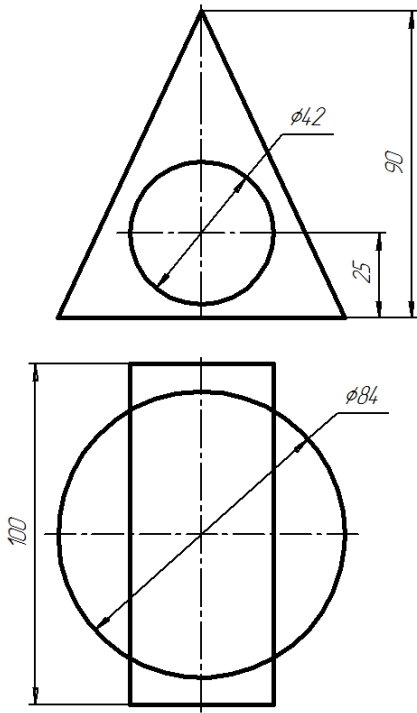
Построить линии пересечения заданных поверхностей.



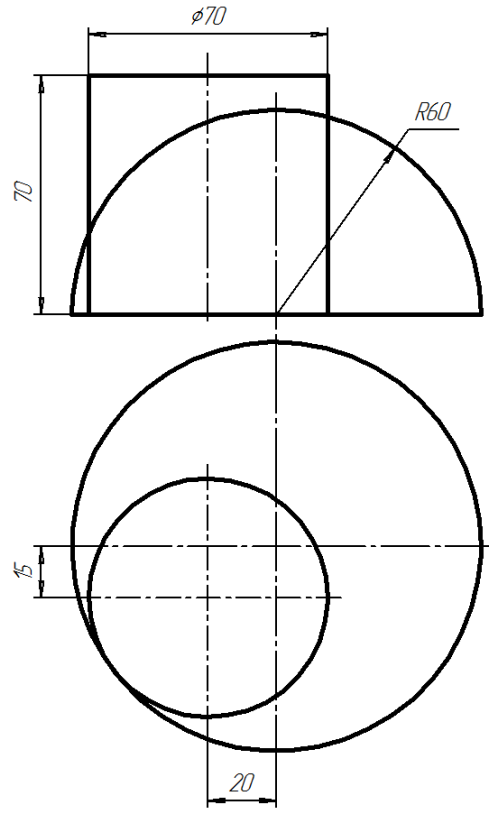
а)



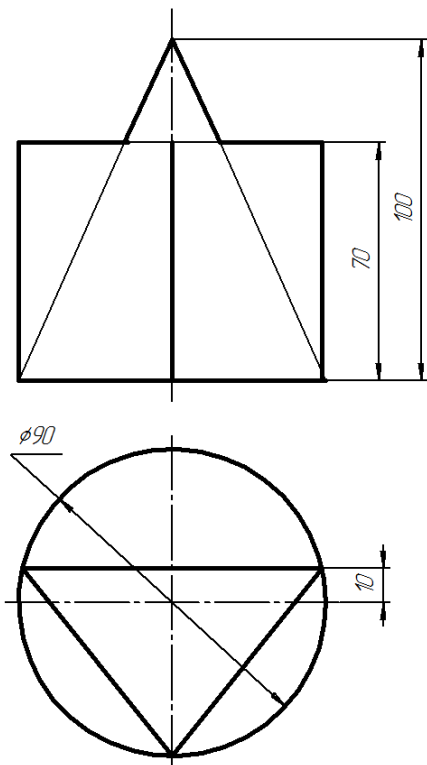
б)



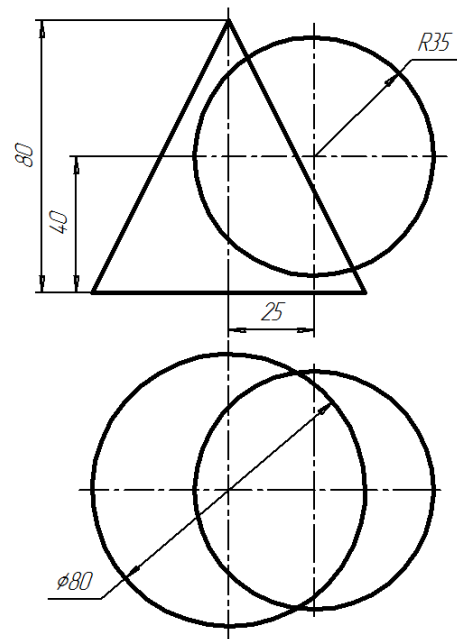
б)



з)



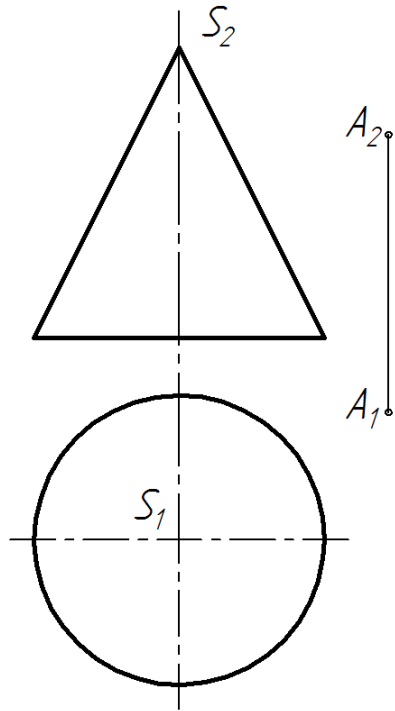
д)



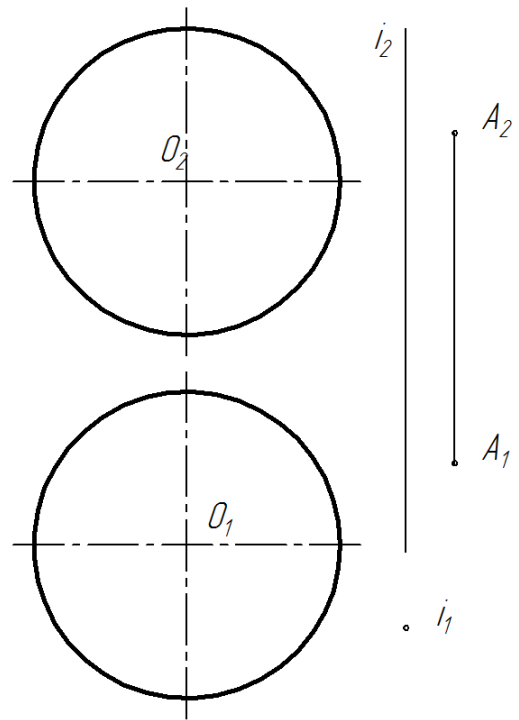
е)

**Задача 72**

Определить кратчайшее расстояние от точки  $A$  до поверхности конуса.

**Задача 73**

Повернуть точку  $A$  вокруг прямой  $I$  до поверхности сферы.



## Приложение 1. Примеры решения задач

Условия задач, соответствующих номеру примера, приведены в основной части пособия. Приведенные ниже примеры, помимо самого результата, сопровождаются промежуточными состояниями решения. Запись последовательности решения выполнена кратко непосредственно под изображением промежуточного или конечного решения. Например, запись вида: (1)  $D_2D_0 \perp C_2D_2$  (2)  $|D_2D_0| = \Delta y$  (3)  $|C_2D_0| = |CD|$  (4)  $\alpha^\circ = CD \wedge \Pi_2$  означает такую последовательность решения:

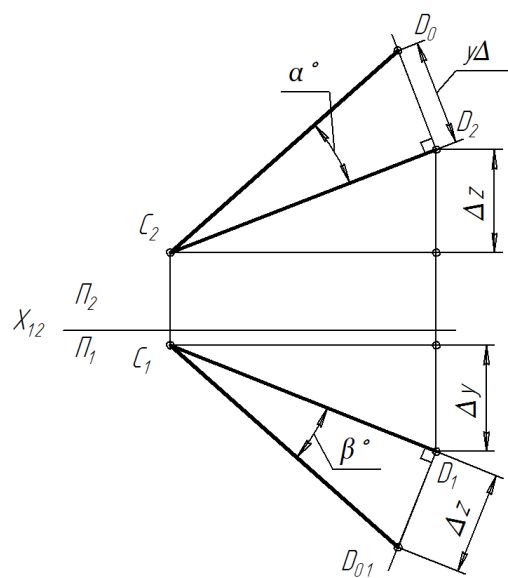
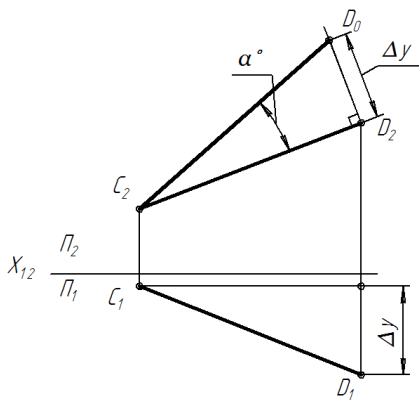
Шаг 1. Из точки  $D_2$  проводим прямую  $D_2D_0$  перпендикулярно  $C_2D_2$ .

Шаг 2. От точки  $D_2$  откладываем отрезок  $D_2D_0$ , равный величине  $\Delta y$ .

Шаг 3. Соединяем точки  $C_2$  и  $D_0$ . Величина отрезка  $C_2D_0$  равна натуральной величине отрезка  $CD$ .

Шаг 4. Измеряем угол  $\alpha$ , равный углу наклона отрезка  $CD$  к плоскости  $\Pi_2$ .

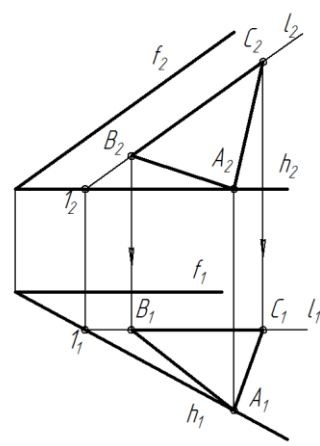
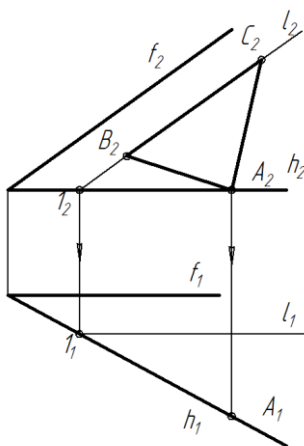
### Задача 15



- (1)  $D_2D_0 \perp C_2D_2$  (2)  $|D_2D_0| = \Delta y$  (3)  $|C_2D_0| = |CD|$   
 (4)  $\alpha^\circ = CD \wedge \Pi_2$

- (5)  $D_1D_{01} \perp C_1D_1$  (6)  $|D_1D_{01}| = \Delta z$   
 (7)  $\beta^\circ = CD \wedge \Pi_1$

### Задача 22

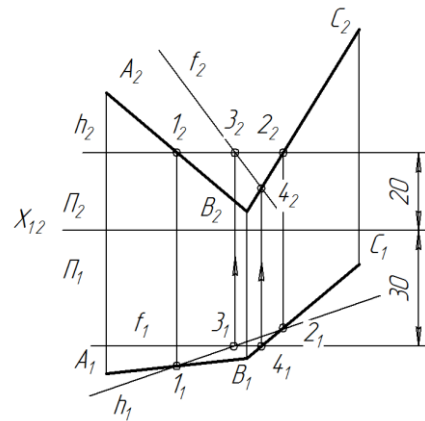
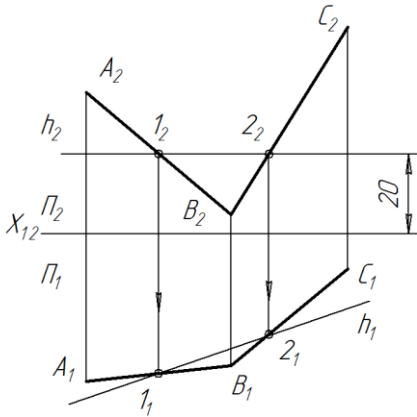


- (1)  $A_1 \in h_1$  (2)  $l_2 \supset B_2C_2 \parallel f_2$  (3)  $l_2 = (h_2 \cap f_2)$  (3)  
 $l_1 \in h_1$  (5)  $l_1 \parallel f_1$

- (6)  $B_1 \in h_1$  (7)  $C_1 \in h_1$  (8)  $A_1B_1C_1$



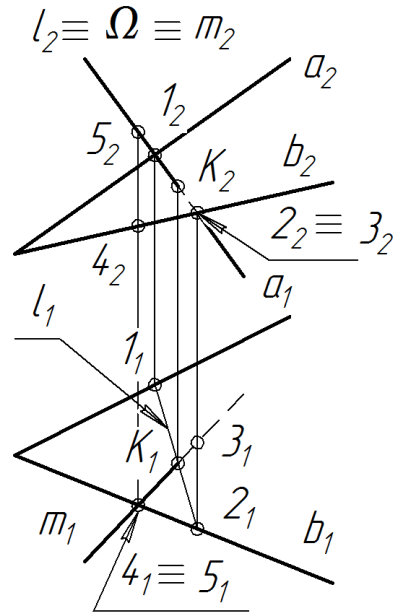
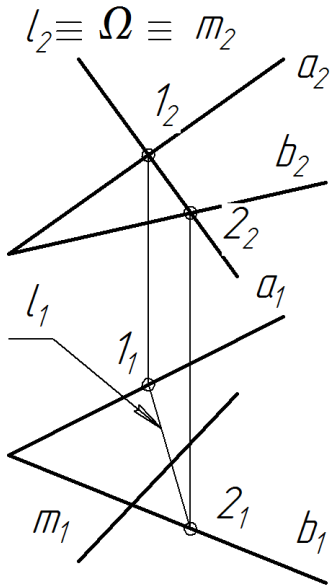
**Задача 25**



- (1)  $h_2 \parallel x_{12}, |h_2x_{12}| = 20 \text{ мм}$
- (2)  $1_2 = h_2 \cap A_2B_2$
- (3)  $2_2 = h_2 \cap C_2B_2$
- (4)  $1_1 \in A_1B_1$
- (5)  $2_1 \in C_1B_1$
- (6)  $h_1$  через  $1_1$  и  $2_1$

- (7)  $f_1 \parallel x_{12}, |f_1x_{12}| = 30 \text{ мм}$
- (8)  $3_1 = f_1 \cap h_1$
- (9)  $4_1 = f_1 \cap C_1B_1$
- (10)  $3_2 \in h_2$
- (11)  $4_2 \in C_2B_2$
- (12)  $f_2$  через  $3_2$  и  $4_2$

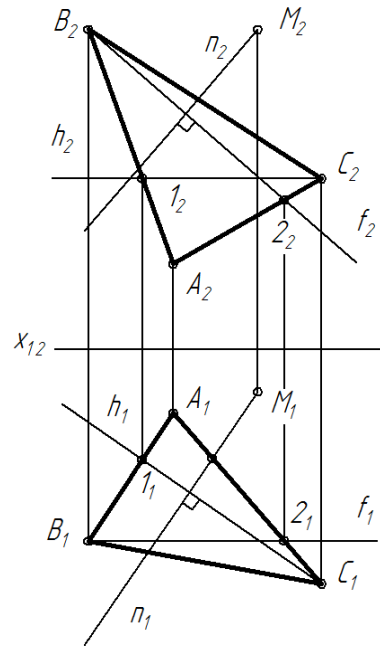
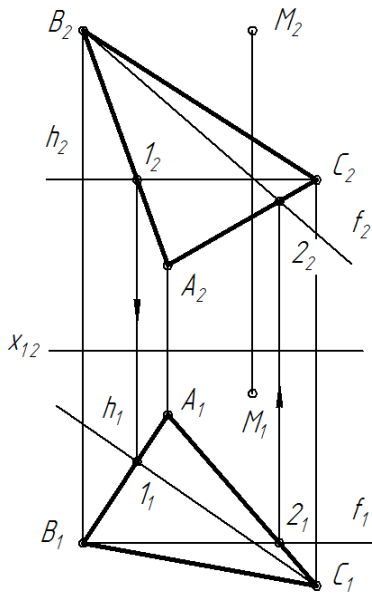
**Задача 34**



- (1)  $\Omega_2 \equiv m_2$
- (2)  $1_2 = \Omega_2 \cap a_2$
- (3)  $2_2 = \Omega_2 \cap b_2$
- (4)  $1_1 \in a_1$
- (5)  $2_1 \in b_1$
- (5)  $l$  через  $1$  и  $2, l = \Omega \cap \Sigma$

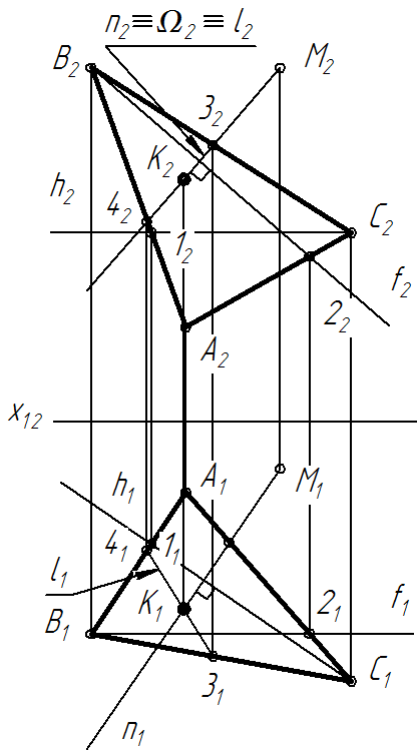
- (6)  $K_1 = l_1 \cap m_1$
- (7)  $K_2 \in m_2$
- (8) определяем видимость на  $\Pi_2$  с помощью  $2 \in \Sigma$  и  $3 \in m$  ( $2$  видима, т.к.  $y_2 > y_3$ ), на  $\Pi_1$  с помощью  $4 \in \Sigma$  и  $5 \in m$  ( $5$  видима, т.к.  $z_5 > z_4$ )



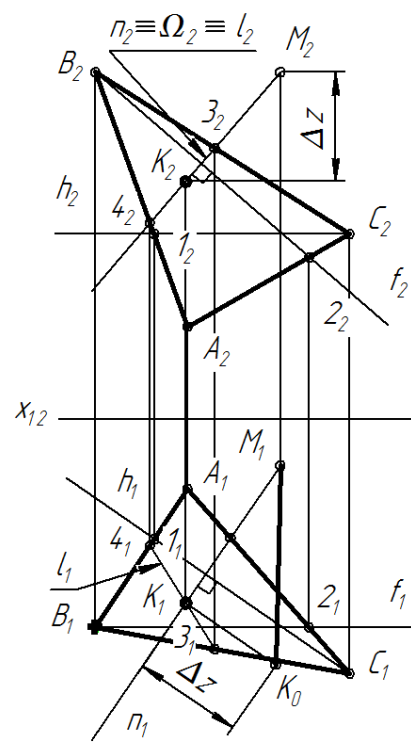


$h(1-C) \subset \Sigma(ABC), h_2 \parallel x_{12}, f(B-2) \subset \Sigma(ABC), f_1 \parallel x_{12}$

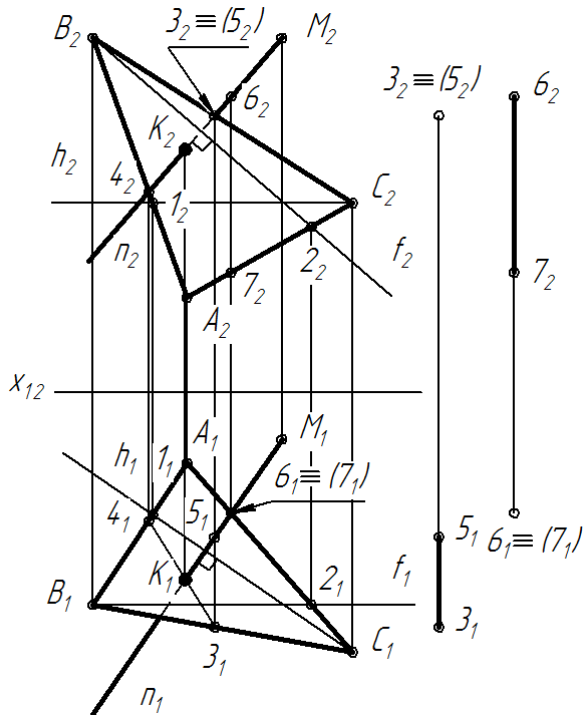
$n \ni M, n \perp \Sigma(ABC), n_1 \perp h_1(\Sigma \supset h), n_2 \perp f_2(\Sigma \supset f)$



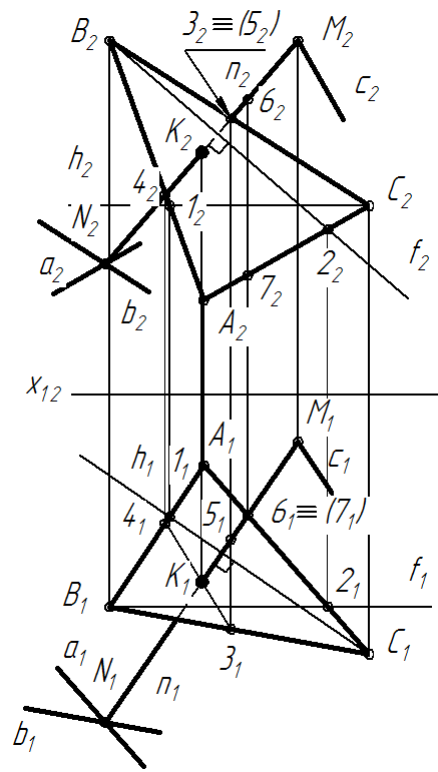
$\Omega \supset n, \Omega \perp \Pi_2, l(3-4) = \Omega \cap \Sigma(ABC), K = l \cap n$



$K_1 K_0 \perp M_1 K_1, M_1 K_0 - H.B.$

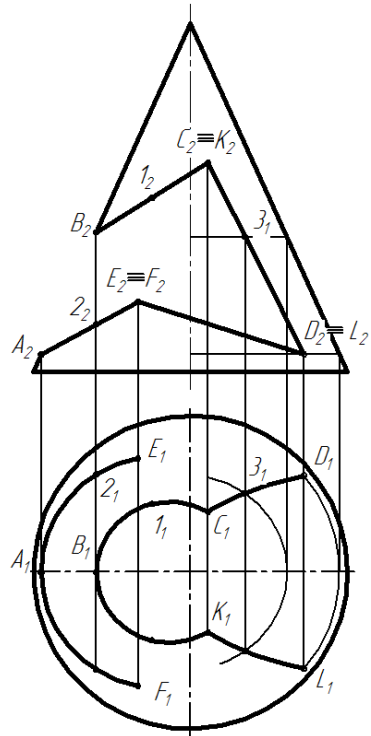
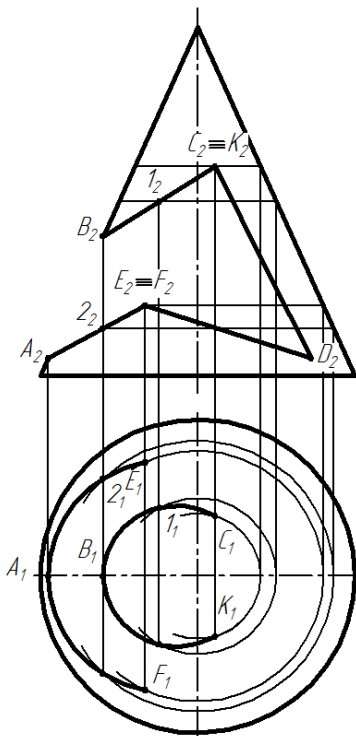
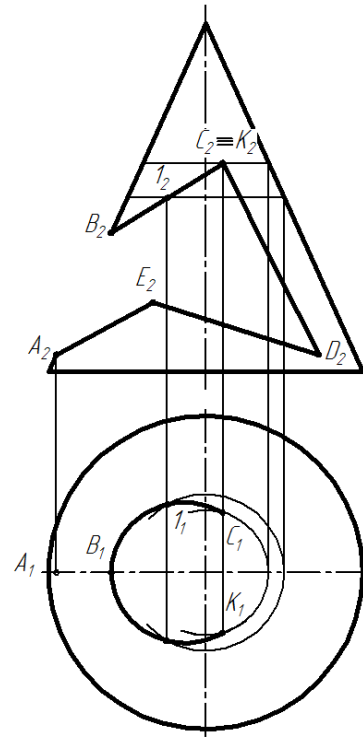
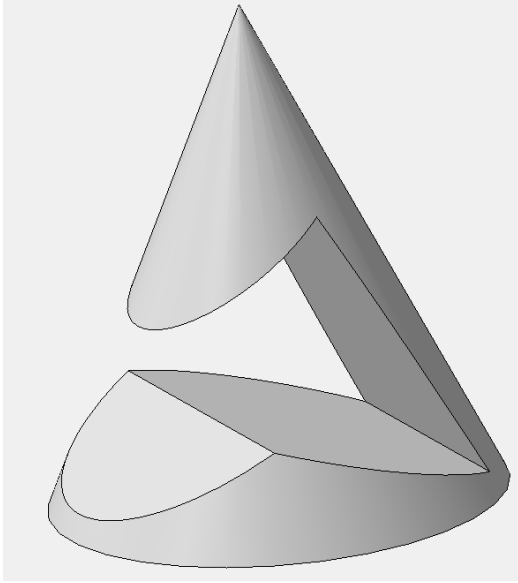


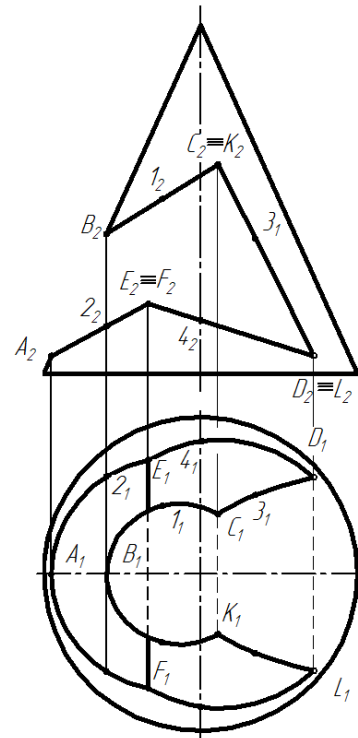
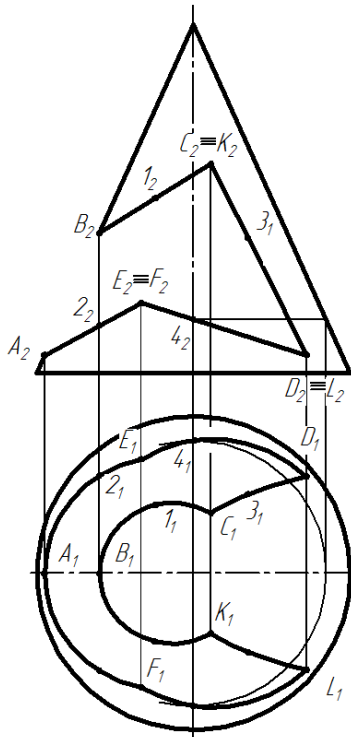
$3-5 \perp \Pi_2, 6-7 \perp \Pi_1$



$M_1K_1=N_1K_1, M_2K_2=N_2K_2, N = a \cap b$   
 $\Psi(a \cap b) \parallel \Sigma(ABC), a \parallel AC, b = BC, M = n \cap c,$   
 $\Lambda(n \cap c) \perp \Sigma(ABC), \text{т.к. } n \perp \Sigma(ABC)$

## Задача 70в





## Задача 70г

