МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

А. И. ЛЫСКОВ, Ю. А. ШУКЕЙЛО, С. К. СТЕПАНОВ,

Т. С. ЛИПЬЯЙНЕН, Е. Ю. БЕЛОВА

# РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ МЕТОДОМ ПЕРЕМЕНЫ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ

Учебно-методическое пособие

Санкт-Петербург
Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
2018

УДК 004.92(07)
ББК Ж 11с11я7
Р47

**Лысков А. И., Шукейло Ю. А., Степанов С. К., Липьяйнен Т. С., Белова Е. Ю.**

Р47 Решение типовых задач инженерной графики методом перемены плоскостей проекций: учебно-методическое пособие. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018, 32 с.

ISBN 978-5-7629-2275-3

Содержат условия и решения задач. Графическое отображение представлено в среде графического редактора КОМПАС-3D.

Предназначены для студентов всех специальностей, в учебных планах которых имеется курс инженерной и компьютерной графики.

УДК 004.92(07)
ББК Ж 11с11я7

Рецензент: руководитель отдела новой техники И. А. Лысков («НПФ Завод «Измерон»»)

Утверждено
редакционно-издательским советом университета
в качестве учебно-методического пособия

ISBN 978-5-7629-2275-3 © СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018

# ВВЕДЕНИЕ

Задачи начертательной геометрии делятся на позиционные и метрические.

К позиционным задачам относятся такие, по условию которых требуется определить, как взаимное положение геометрических элементов относительно друг друга, так и положение каждого из них в системе координатных плоскостей.

К метрическим задачам относятся такие, в условия которых входят элементы измерения данных проекций или наоборот, построения изображений по данным размерам.

На практике, часто, геометрические элементы задаются такими проекциями, по которым невозможно непосредственное определение их позиционных и метрических свойств. Назначение методов построения вспомогательных проекций и заключается в том, чтобы на основе данных проекций возможно было бы построение новых проекций, позволяющих удовлетворить условиям задачи непосредственно на эпюре.

В основе всех методов построения вспомогательных проекций лежит общая идея перепроектирования заданных геометрических элементов при определенных условиях. В зависимости от условий перепроектирования различают три метода построения вспомогательных проекций: метод перемены плоскостей проекций, метод вращения и метол вспомогательного проектирования. Рассмотрим один из них, а именно, способ перемены плоскостей проекций.

В данном методе положение геометрических элементов в пространстве остается неизменным, но по отношению к ним изменяется положение плоскостей проекций. При этом, сохраняется взаимная перпендикулярность новой системы плоскостей проекций и направлений проектирования.

I. Перемена одной из основных плоскостей проекций. Рассмотрим пространственную картину сущности данного метода и изучим его свойства для того, чтобы установить правила построения на эпюре вспомогательных проекций геометрических элементов по данным двум основным проекциям.

Пусть задана точка *A* в системе основных плоскостей $П_1$ и $П_2$ (Рис.1а). Спроектируем ортогонально данную точку А на плоскость $П_4$, перпендикулярную к

плоскости $П_1$ и заданную своими следами *Rh* и *Rv*. Получим новую вертикальную проекцию точки $A_4$. Таким образом, мы перешли от основной системы плоскостей проекций $П_1/П_2$ к дополнительной системе $П_1/П_4$.

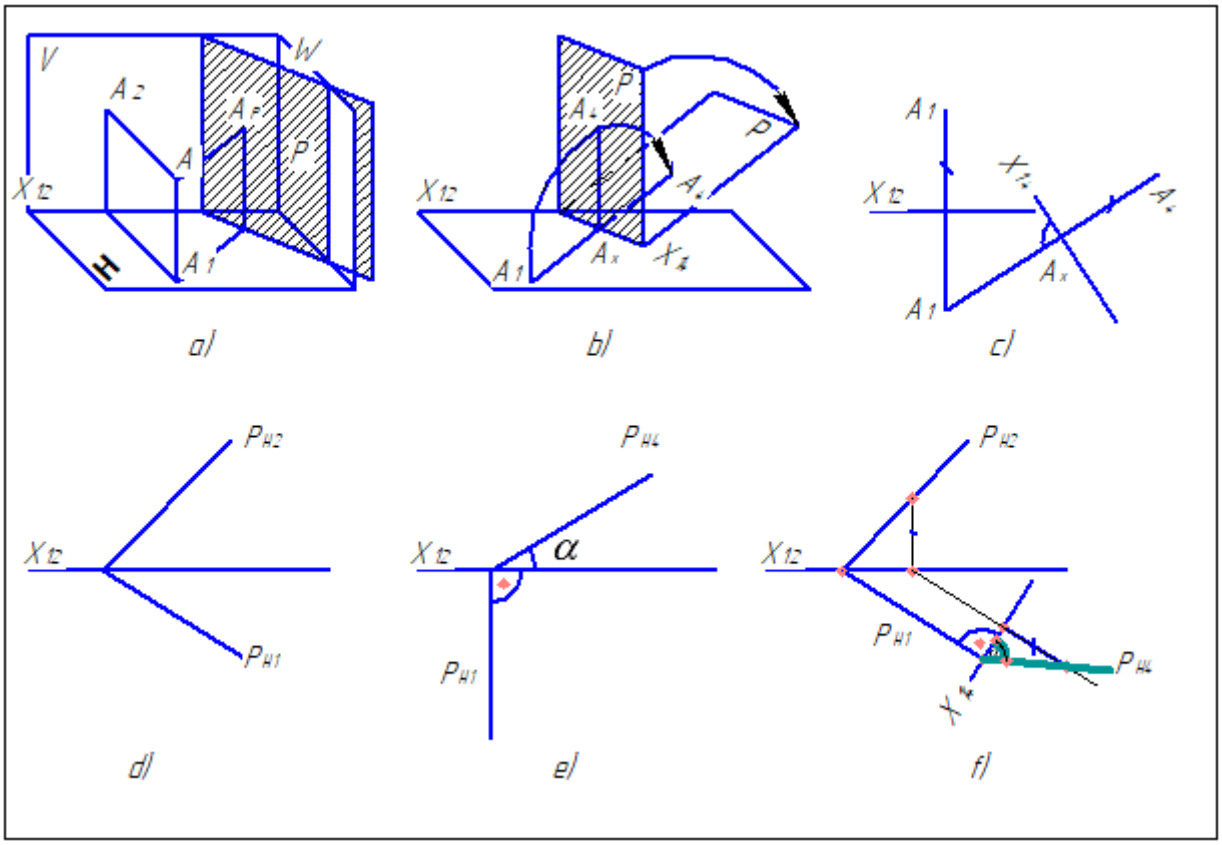



Рис.1

При этом след плоскости $П_4$ принимается за новую ось проекций $x_{14}$. Очевидно, в силу сохранения взаимной перпендикулярности новой системы плоскостей проекций, а так же направлений проектирования в этой новой системе, сохраняются все инвариантные свойства ортогонального проектирования.

Отсюда основное свойство: при замене основной вертикальной плоскости $П_2$ любой другой вертикальной плоскостью $П_4$, длина горизонтально-проектирующих отрезков не изменяется.

Для получения эпюра новой системы $П_1/П_4$ необходимо совместить плоскость $П_4$ с горизонтальной плоскостью $П_1$ путей вращения её вокруг оси $x_{14}$ (рис.1б). Все точки плоскости $П_4$ при этом будут перемещаться в плоскостях, пер-

пендикулярных плоскости $П_1$ и плоскости $П_4$, а значит, и к новой оси $x_{14}$.Следовательно, разноименные проекции точки *A* на эпюре будут находиться в проекционной связи, т.е. на одном перпендикуляре к новой оси $x_{14}$ (рис.1c).

Отметим, что указанные построения ничем, по существу, не отличаются от построения третьей проекции на плоскости $П_3$.

Если произвести замену горизонтальной плоскости проекций $П_1$ в основной системе $П_1/П_2$ какой- либо вертикально-проектирующей плоскостью $П_5$, то, очевидно, вертикальная проекция данной точки *A*, а также ордината у точки *A* останутся без изменения. Отсюда разноименные проекции точки А на эпюре будут находиться в проекционной связи, т.е. на одном перпендикуляре к новой оси $X_{25}$.

Отметим, что новая плоскость П5, заменяющая плоскость $П_1$ может не быть строго горизонтальной. Однако для простоты любую дополнительную плоскость, заменяющую основную горизонтальную плоскость принято называть также горизонтальной. Мы взяли случайную точку. Очевидно, все указанные выше положения будут справедливы и для построения вспомогательных проекций любых других точек и систем точек пространства, заданных своими основными проекциями.

При обозначении новой оси проекций следует руководствоваться тем же правилом, что и для основной системы плоскостей проекций.

Пример. Определить угол наклона плоскости *P* , заданной своими следами, к плоскости $П_1$ (рис.1c).

Принципиальное решение. Известно, что угол наклона к горизонтальной плоскости $П_1$ вертикально проектирующих плоскостей выявляется непосредственно на эпюре (рис.1d). Следовательно, нужно так расположить новую вертикальную плоскость $П_4$, чтобы данная плоскость *P* стала вертикально проектирующей на дополнительную плоскость $П_4$. При этом, очевидно, горизонтальные следы этих плоскостей будут взаимно перпендикулярными. Отсюда и решение задачи на эпюре. Оно, собственно, сводится к построению нового вертикального следа $X_{14}$. Для этого возьмем любую точку плоскости *P* и построим её проекцию на плоскости $П_4$. Выгодно, с точки зрения количества построений, взять точку 1 на вертикальном следе $P_y$ (рис.1e). Отметим, что перенос неизменяющегося отрезка на совмещенную плоскость $П_4$ легче всего произвести измерителем.

Решение задач предлагается проводить в три этапа:

1. Изобразить и осмыслить исходные данные.

2. Наметить алгоритм решения.

3. Представить графическое решение.

В связи с этим, пособие имеет два основных раздела: исходные данные (графическое представление условий задач) и само графическое решение.

## 1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

1. Определить натуральную величину отрезка *AB* прямой линии и углы α и β наклона его к плоскостям проекций $П_1$ и $П_2$.

2. Определить натуральную величину отрезка *AB* прямой линии и углы α и β наклона его к плоскостям проекций $П_1$ и $П_2$.

3. Определить натуральную величину треугольника *ABC*, принадлежащего фронтально-проецирующей плоскости Ф.

4. Определить натуральную величину четырехугольника *ABCD*, принадлежащего горизонтально-проецирующей плоскости Ф.

5. Определить натуральную величину пятиугольника *ABCDE*, принадлежащего профильной плоскости.

6. Определить угол α наклона плоскости ∑ (*a* x *b*) к плоскости $П_1$.

7. Определить угол α наклона плоскости ∑ (*a* ∥ *b*) к плоскости $П_1$.

8. Определить угол β наклона плоскости ∑ (*K*, *a*) к плоскости $П_2$.

9. Определить угол β наклона плоскости ∑ ($∑_{П1}$, $∑_{П2}$) к плоскости $П_2$.

10. Определить расстояние от точки *K* до плоскости ∑ (*h* x *f*) произвольного положения.

11. Определить расстояние от точки *K* до плоскости ∑ (*A* x *g*) произвольного положения.

12. Определить расстояние от точки *K* до плоскости ∑ ($∑_{П1}$, $∑_{П2}$), перпендикулярной второй биссекторной плоскости.

13. Определить расстояние двумя произвольного положения параллельными плоскостями ∑ ($∑_{П1}$, $∑_{П2}$) и Ω ($Ω_{П1}$, $Ω_{П2}$).

14. Определить расстояние двумя данными параллельными плоскостями ∑ (*h* x *f*) и Ω ($Ω_{П1}$, $Ω_{П2}$).

15. Построить недостающую горизонтальную проекцию прямоугольного треугольника *ABC*, расположенного на фронтально-проецирующей плоскости Ф. Гипотенуза *BC* и фронтальная проекция $A_2$ вершины *A* треугольника известны.

16. Определить расстояние от точки *K* до прямой линии *a* произвольного положения.

17. Определить точку *K* пересечения профильной прямой *EF* с плоскостью ∑, заданной двумя профильно-проецирующими отрезками *AB* и *CD* прямых линий.

18. Определить центр окружности, проходящей через вершины *A, B* и *C* данного треугольника *ABC* произвольного положения. Первая дополнительная вертикальная плоскость проекций $П_4$ проходит через вершину *C* треугольника.

19. Построить прямую линию *g*, равноудаленную от трех данных параллельных прямых *a, b* и *c*.

20. Определить ближайшие точки двух данных скрещивающихся прямых линий *a* и *b*.

21. Определить точку *K,* симметричную точке *E* относительно данной профильно-проецирующей плоскости *ABC.* Плоскость задана отрезком *AB* профильной прямой и отрезком *BC* профильно-проецирующей прямой.

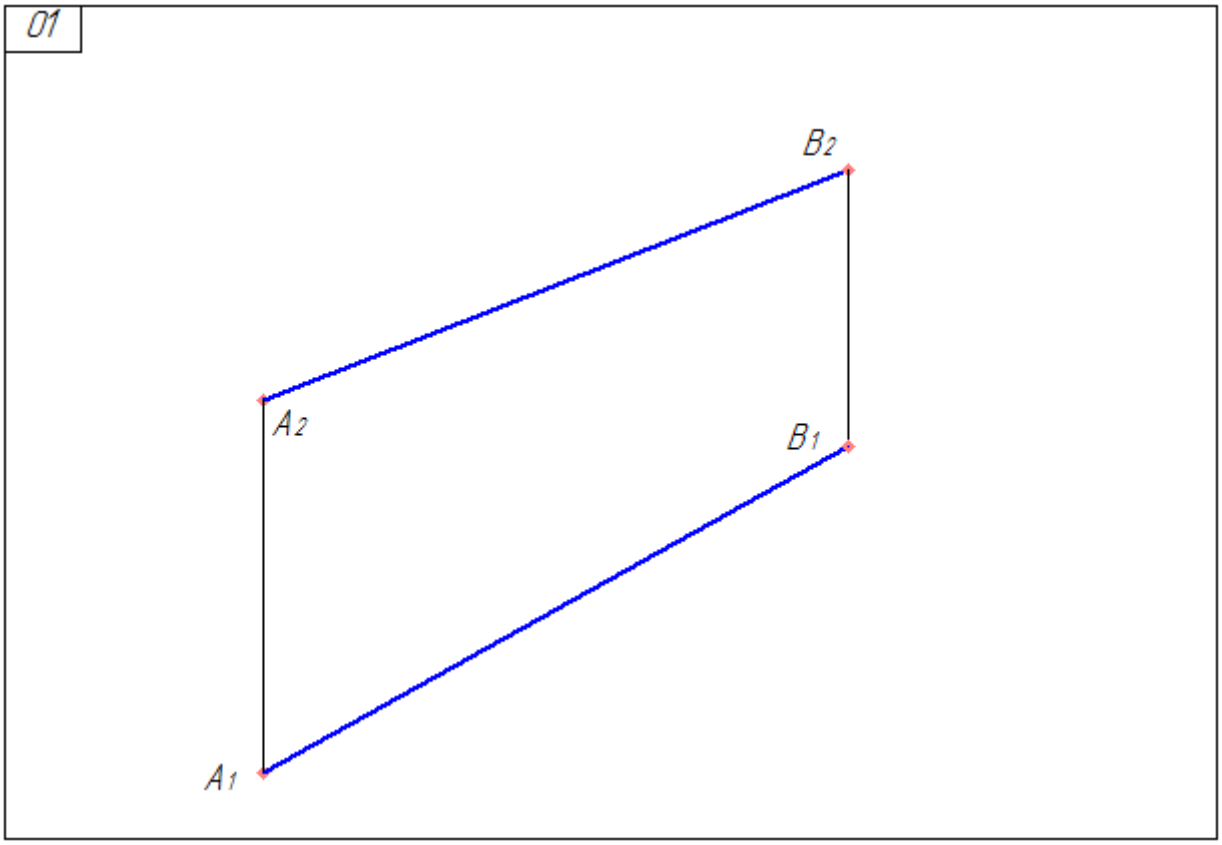
22. Определить точку *K*, симметричную точке *E* относительно плоскости ∑ (*AB* x *h*). Плоскость задана профильной прямой *AB* и горизонталью *h*.

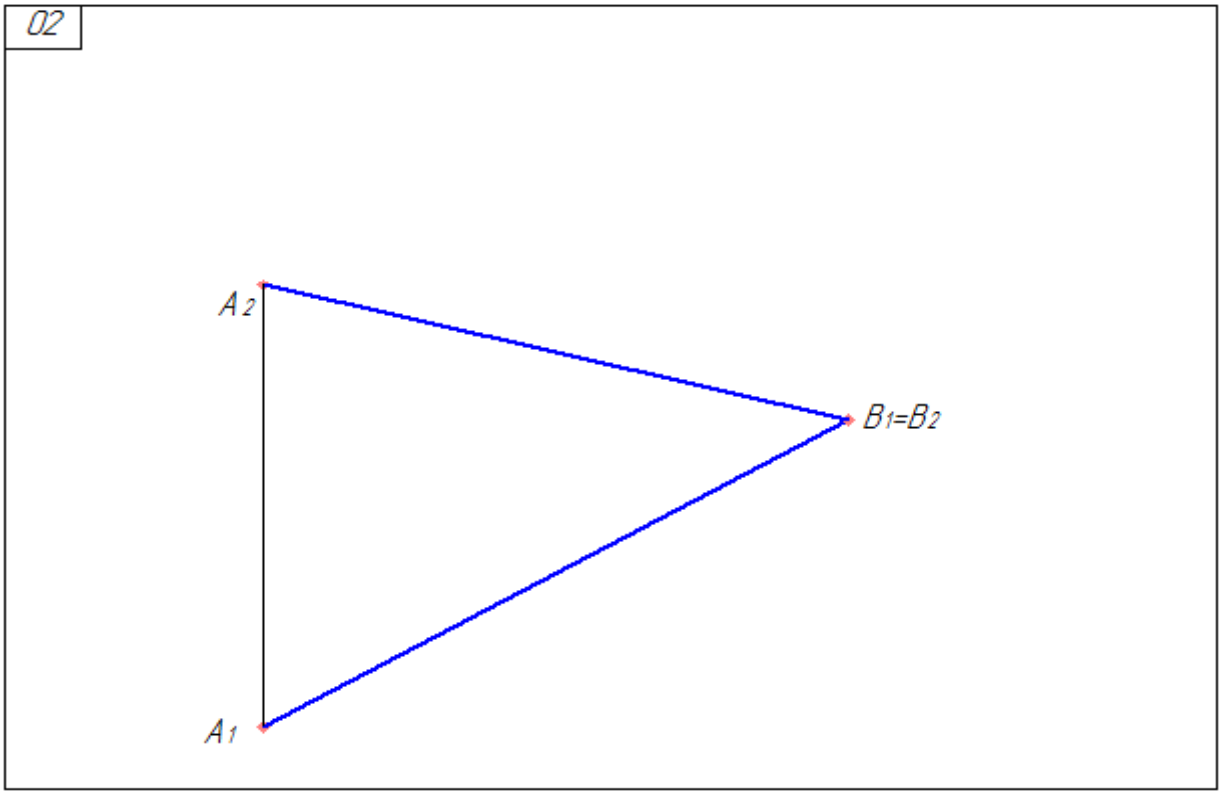
23. Определить расстояние между двумя скрещивающимися прямыми линиями *a* и *b* произвольного положения. Построить основные проекции отрезка, соединяющего ближайшие точки данных прямых.

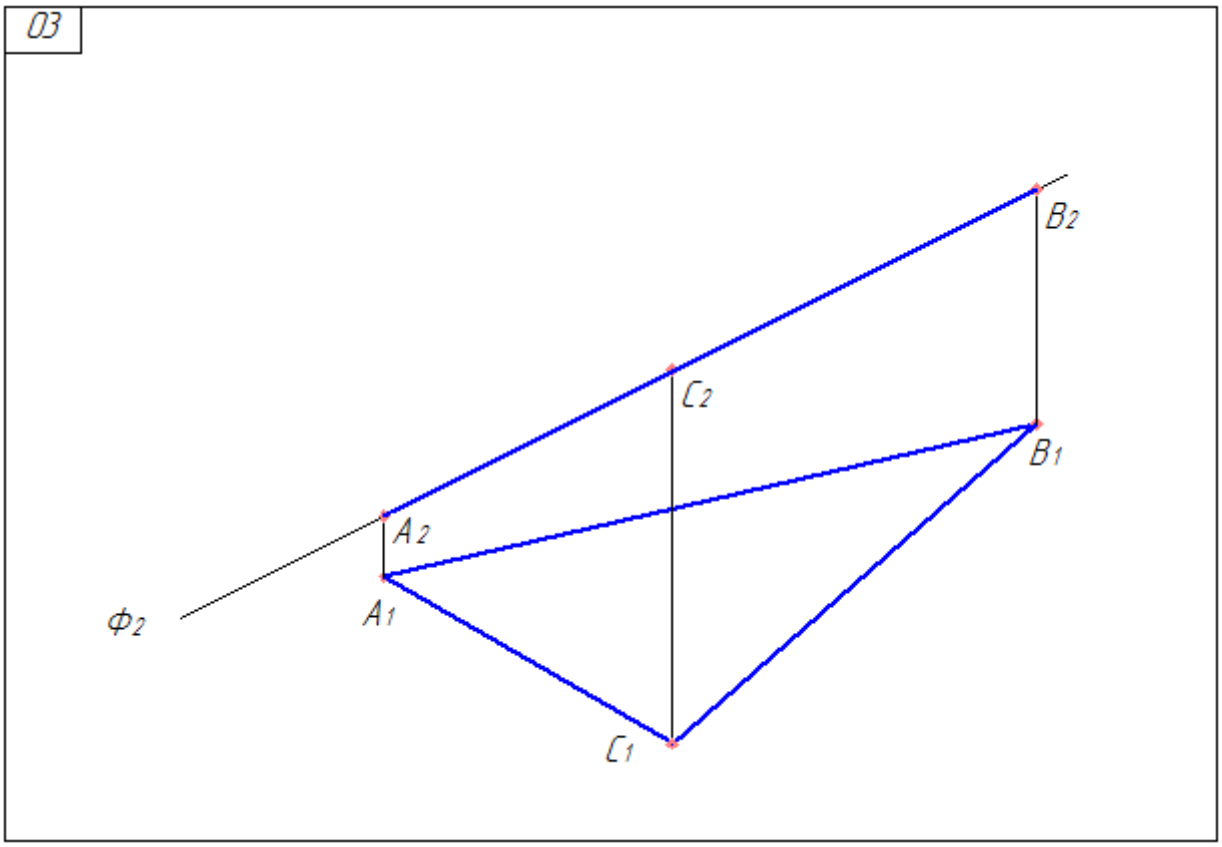
24. Определить натуральную величину треугольника *ABC* произвольного положения. Определить центр окружности, вписанной в треугольник *ABC.* (Вертикальная плоскость первой дополнительной системы плоскостей проекций проходит через точку *C* вершины треугольника *ABC*.

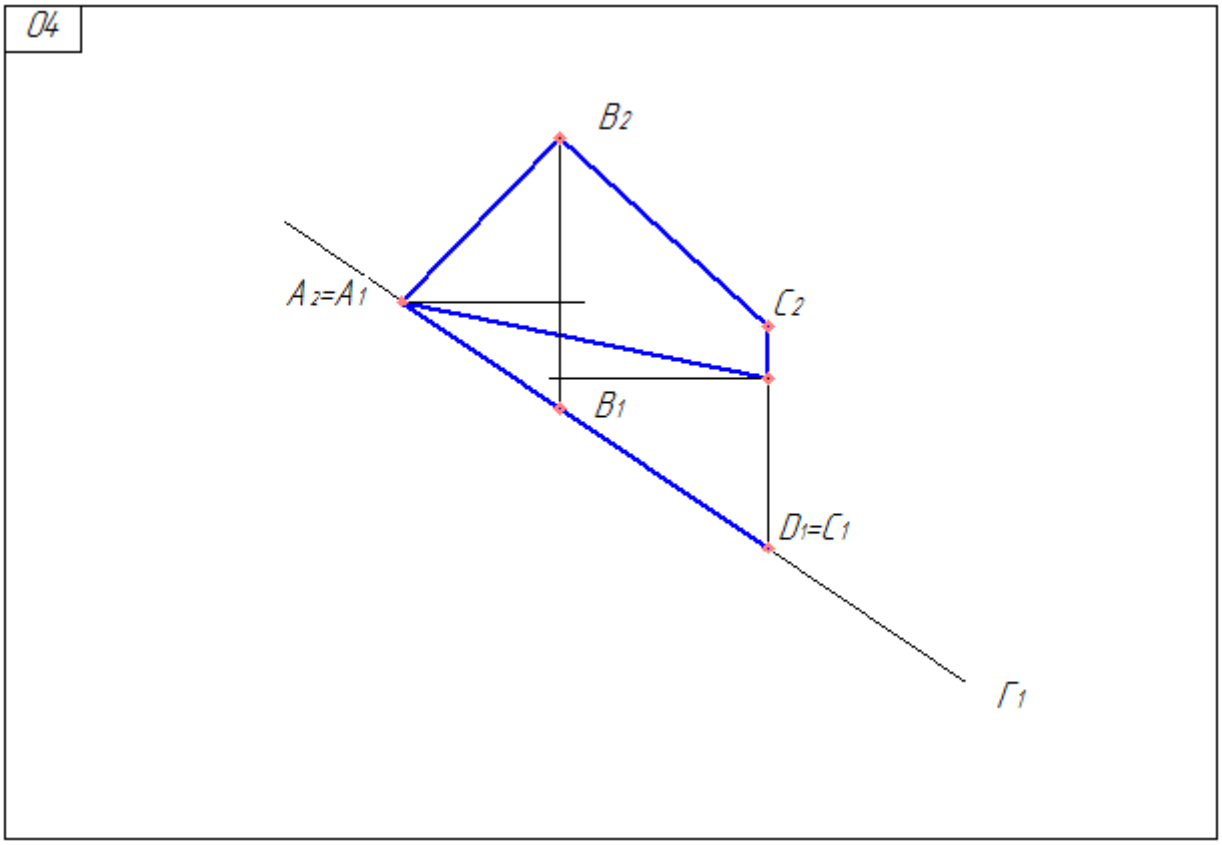
25. (26) Построить линию пересечения двух треугольников *ABC* и *EDK.* Определить видимость сторон треугольников в проекциях.

## 2. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ЗАДАЧ

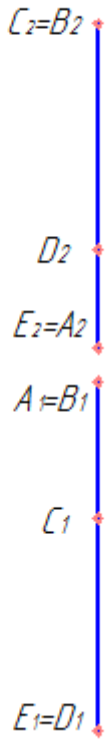


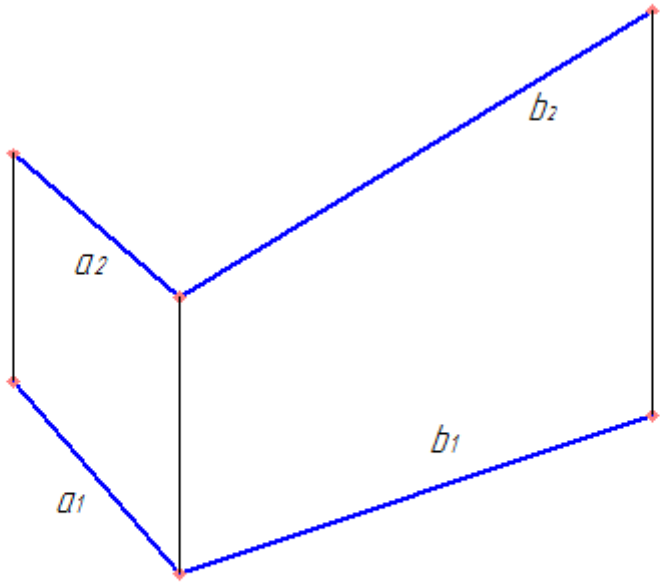

03
B2
C2
B1
A2
Ф2
A1
C1


04
B2
A2=A1
C2
B1
D1=C1
Г1

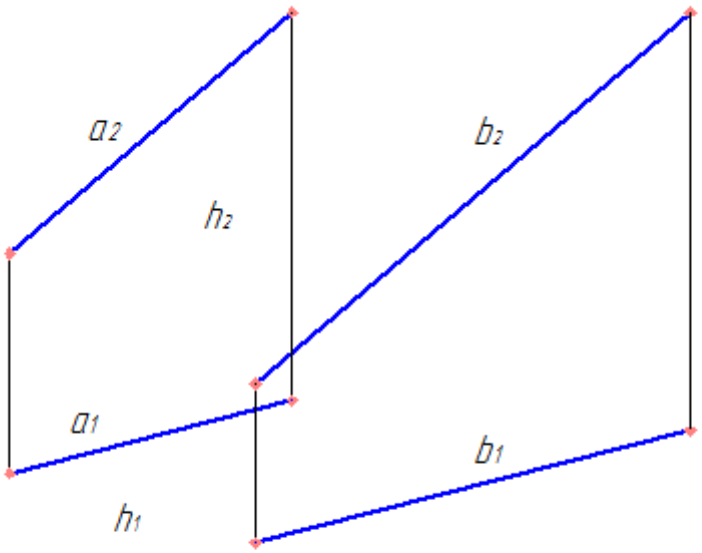
05



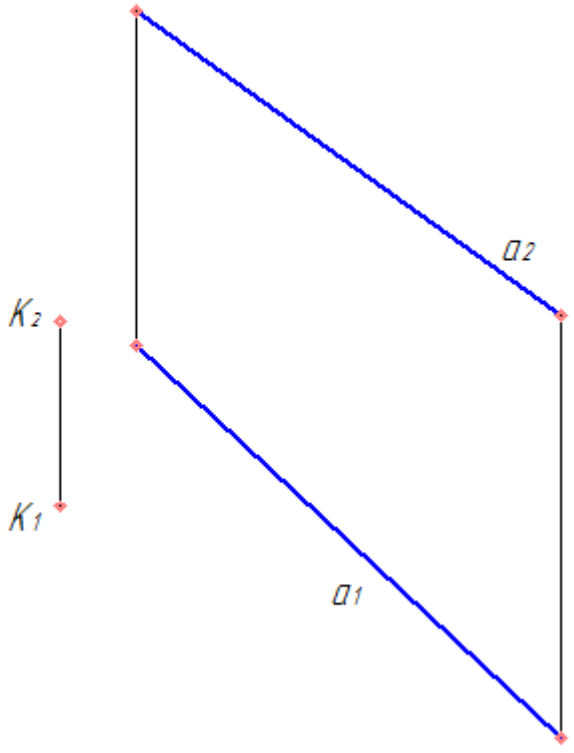

06



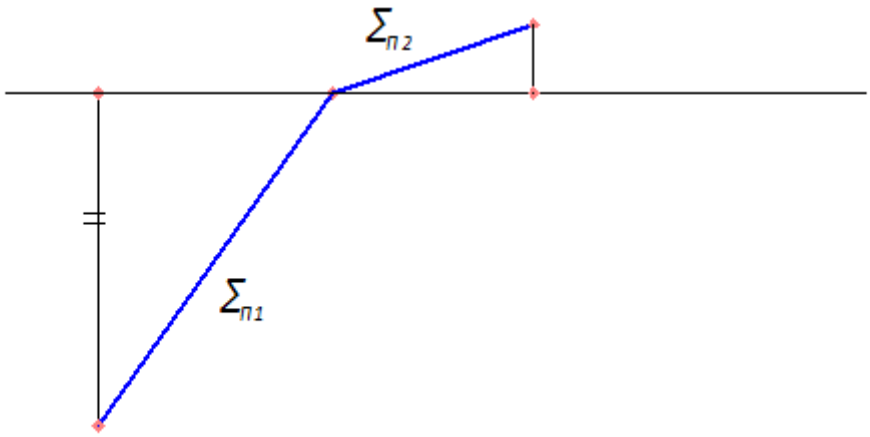
07



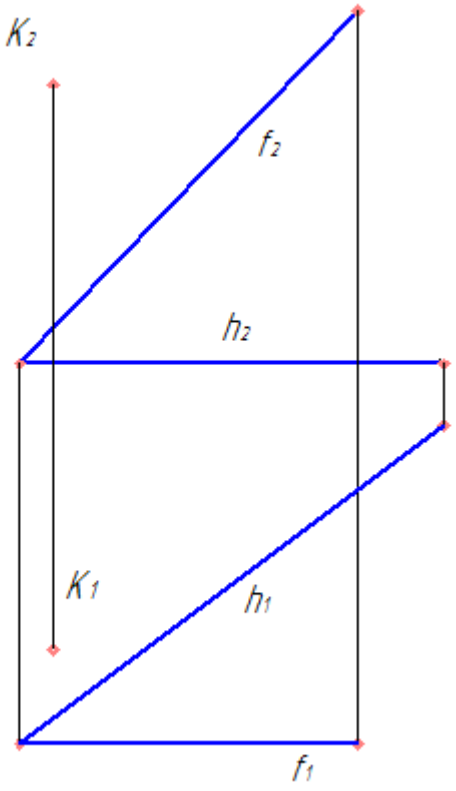

08

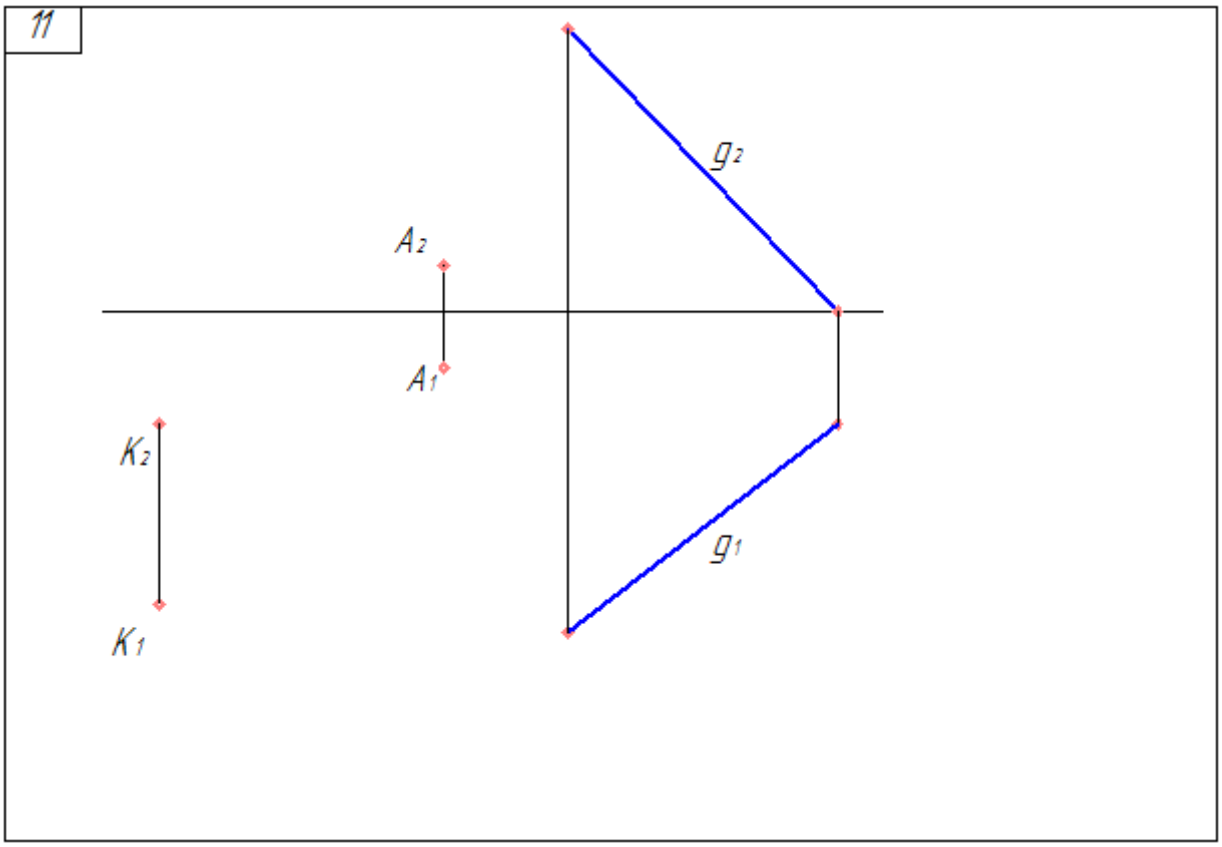


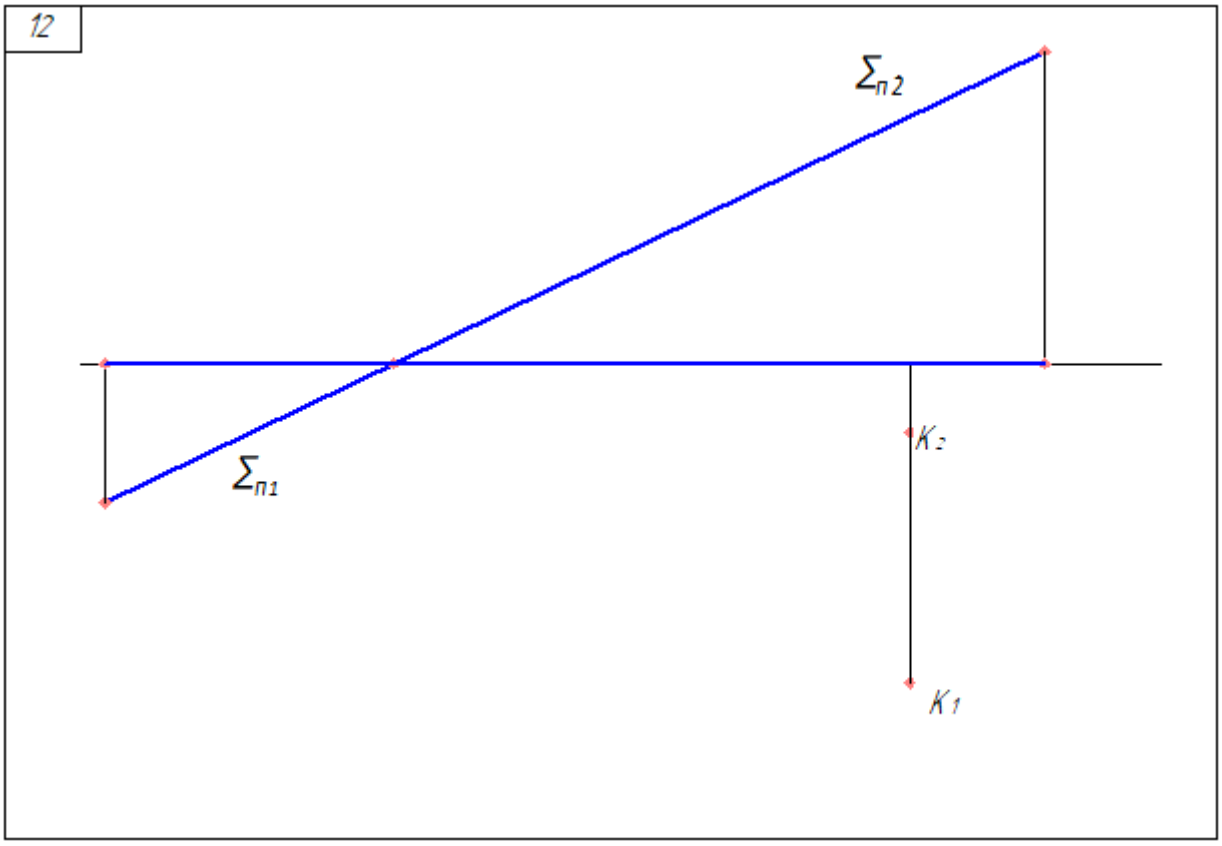
09



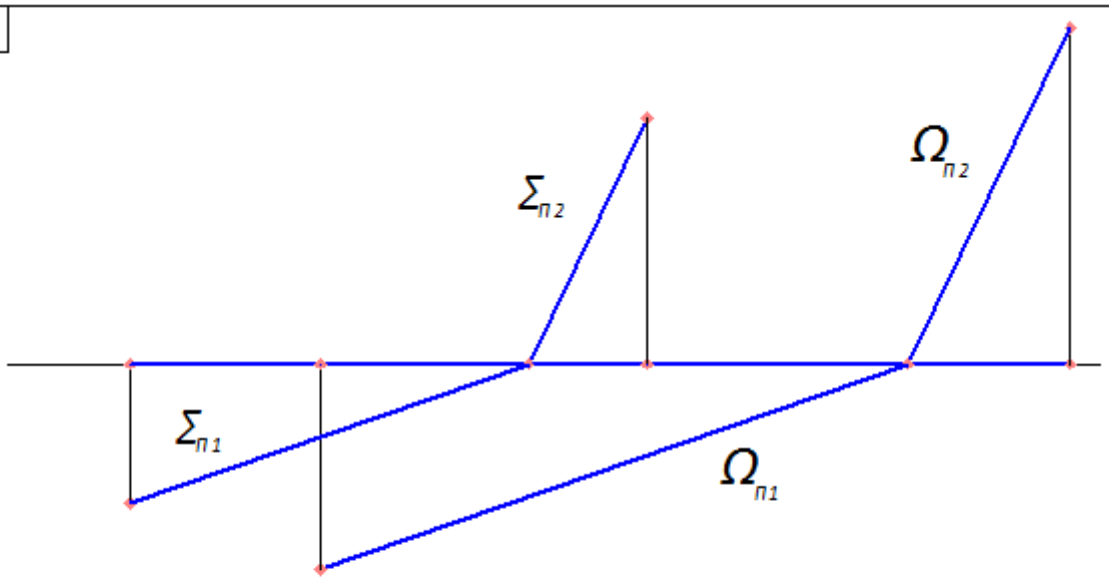

10



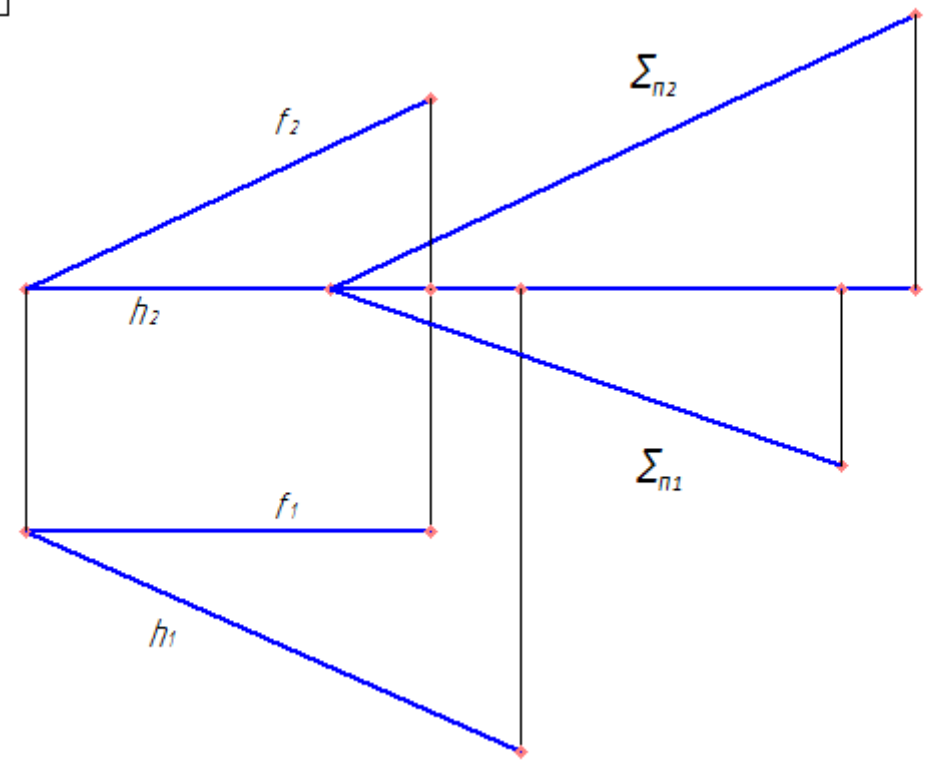

11
g2
A2
A1
K2
g1
K1


12
Σп2
Σп1
K2
K1

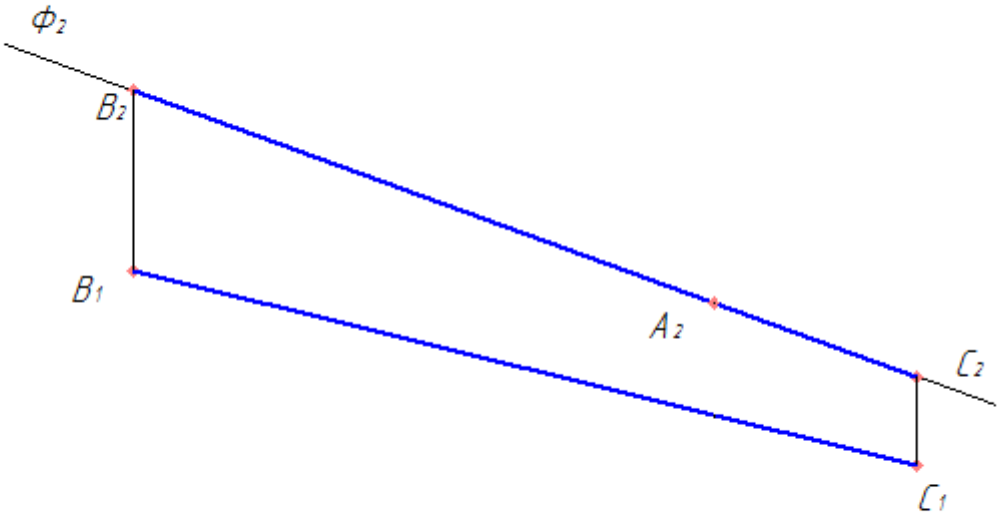
13


$\Sigma_{п2}$
$\Omega_{п2}$
$\Sigma_{п1}$
$\Omega_{п1}$

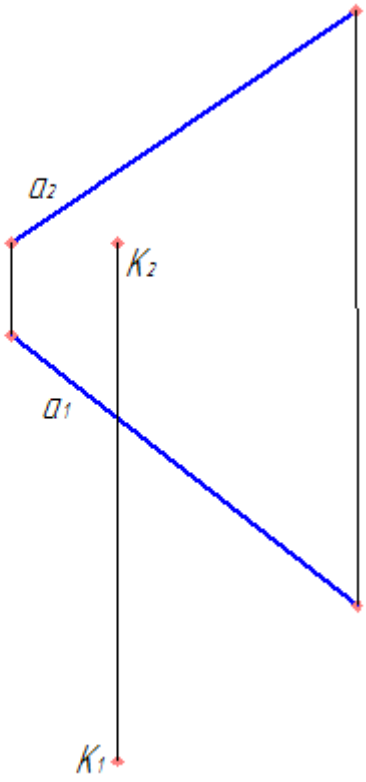
14

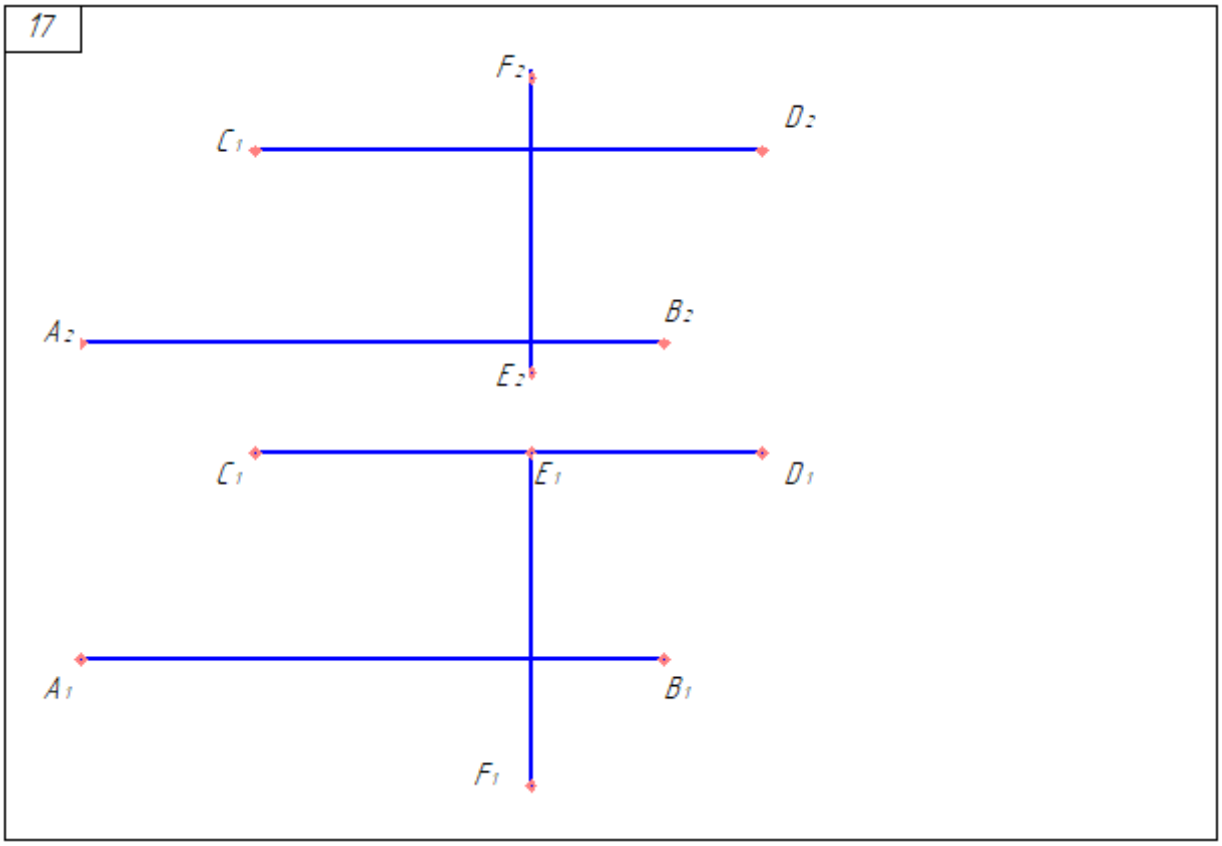

$\Sigma_{п2}$
$f_2$
$h_2$
$\Sigma_{п1}$
$f_1$
$h_1$

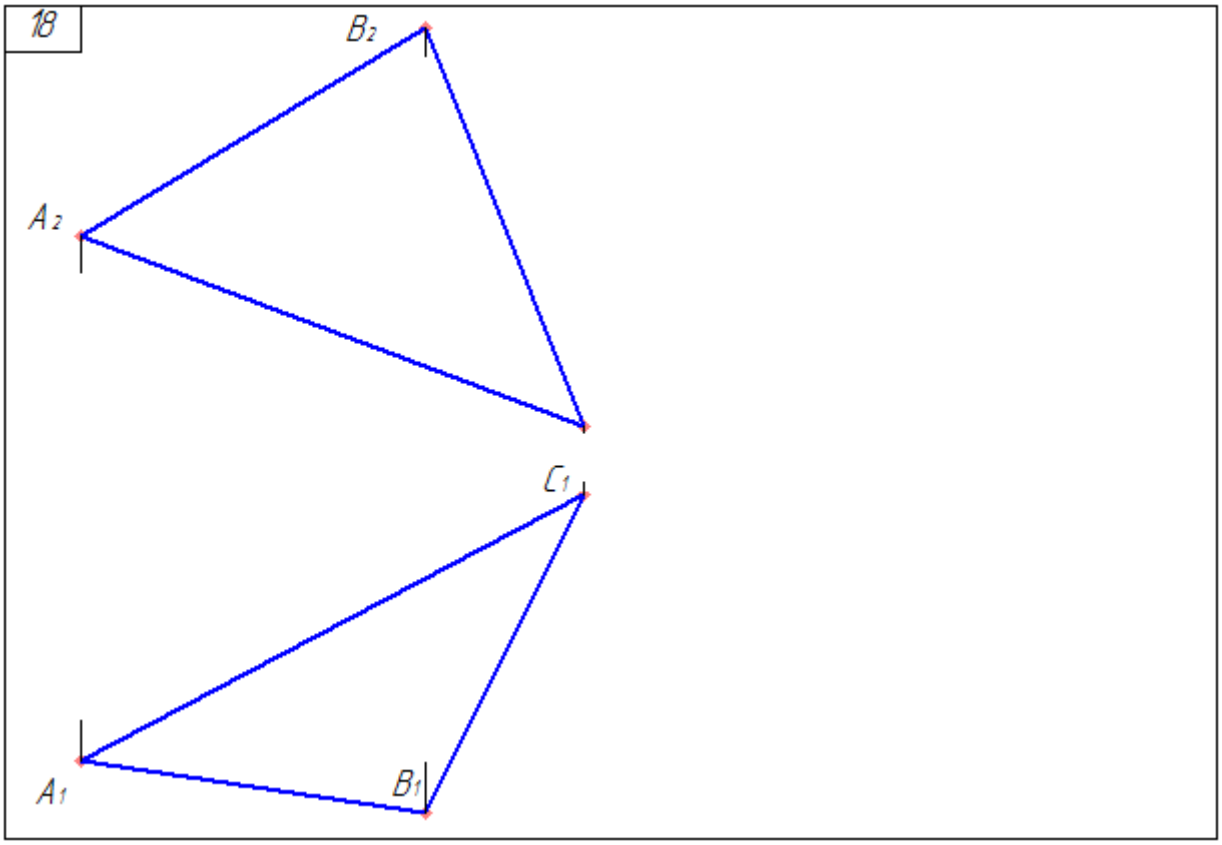
15

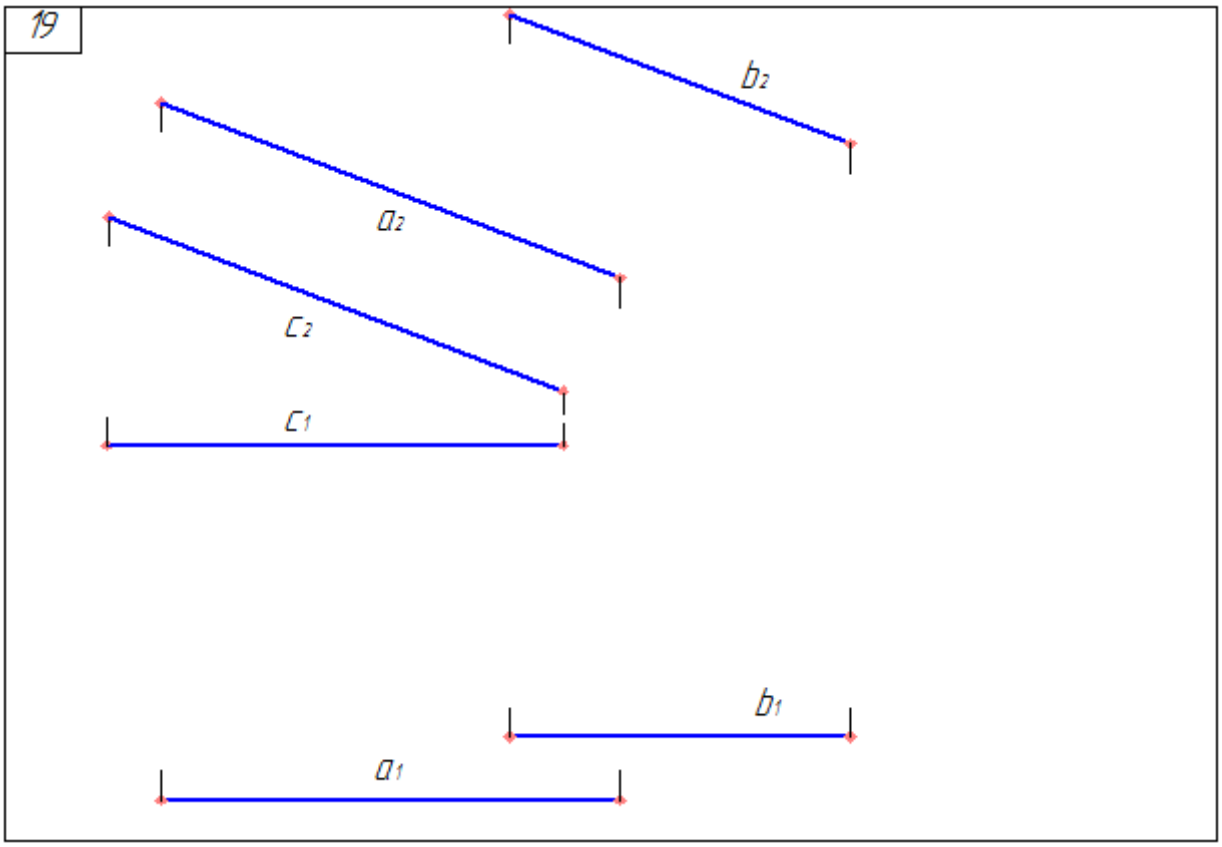


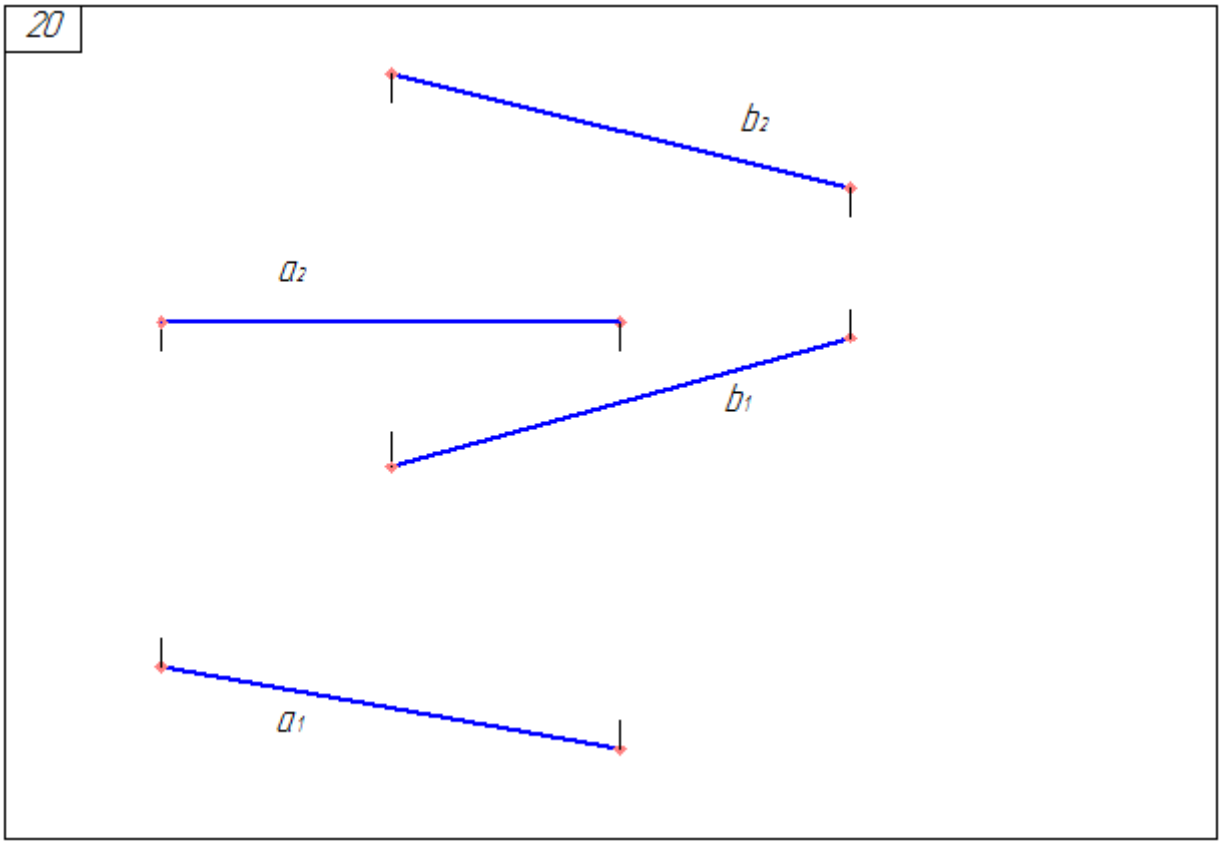

16

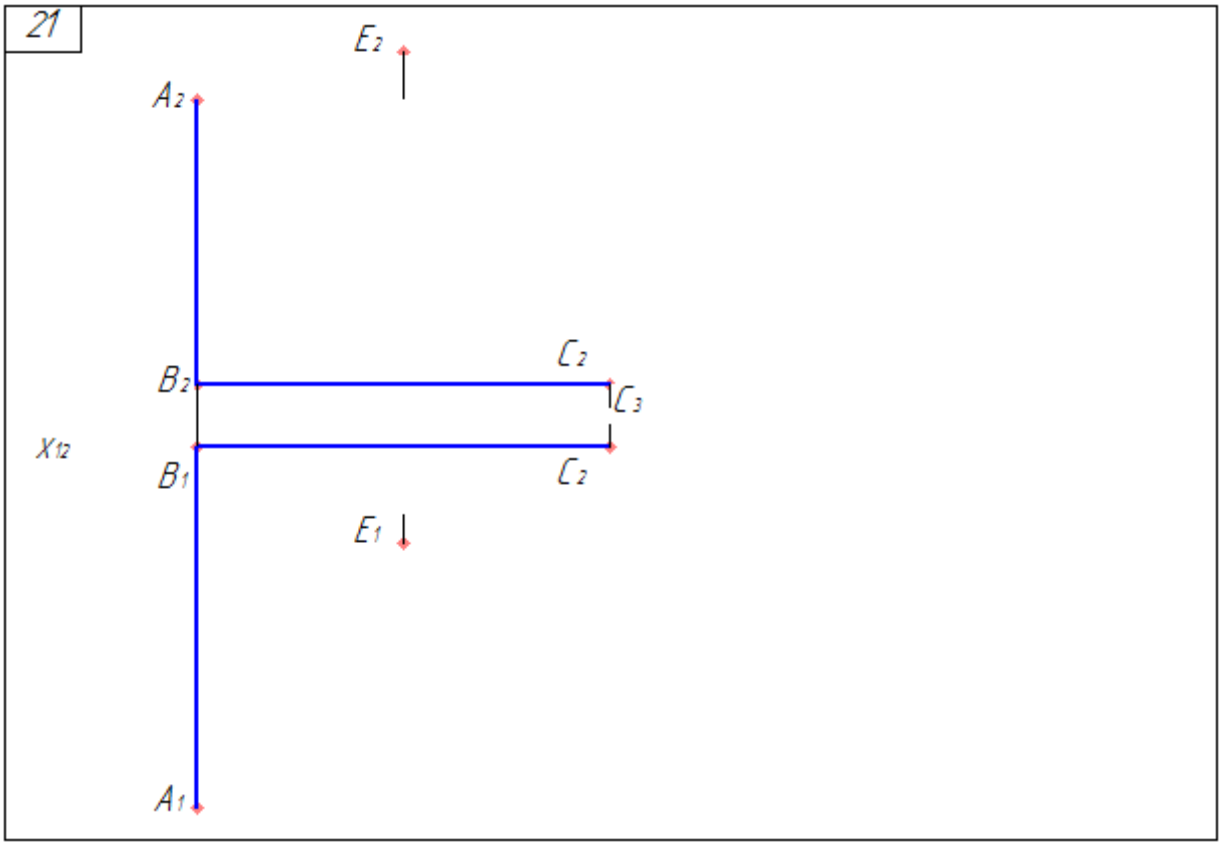


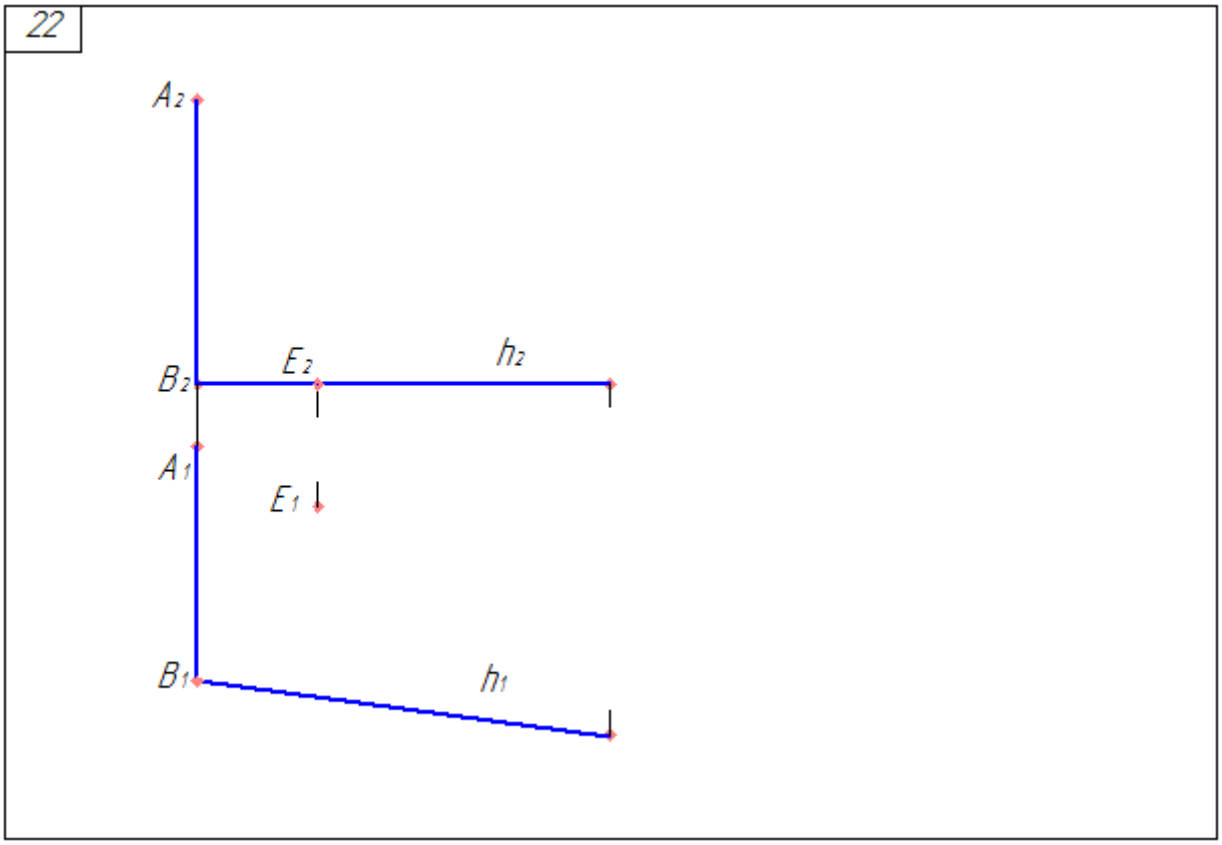

17
F2
C1
D2
A2
B2
E2
C1
E1
D1
A1
B1
F1


18
B2
A2
C1
A1
B1

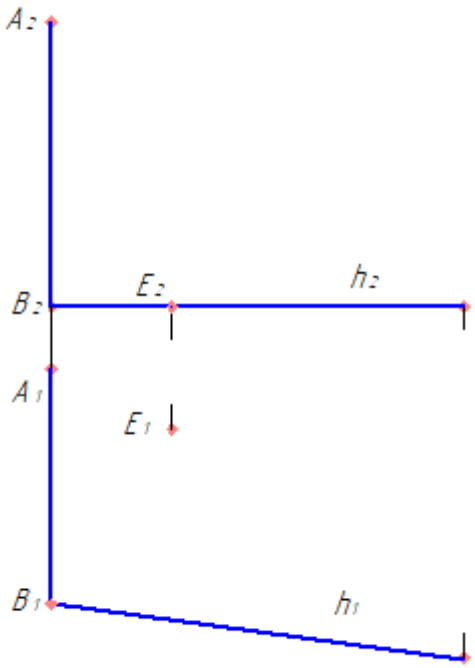

19
b2
a2
c2
c1
b1
a1


20
b2
a2
b1
a1

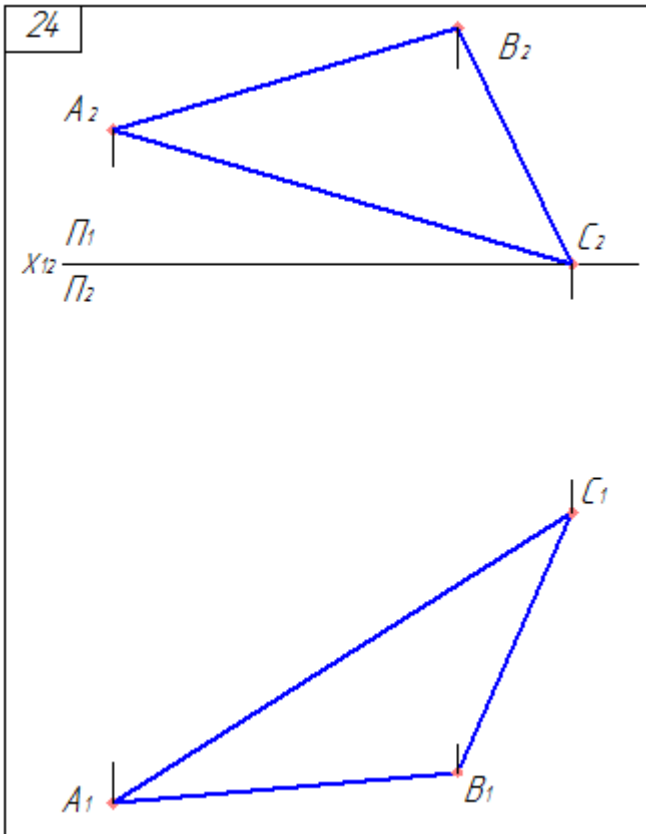

21
E2
A2
B2
C2
C3
X12
B1
C2
E1
A1

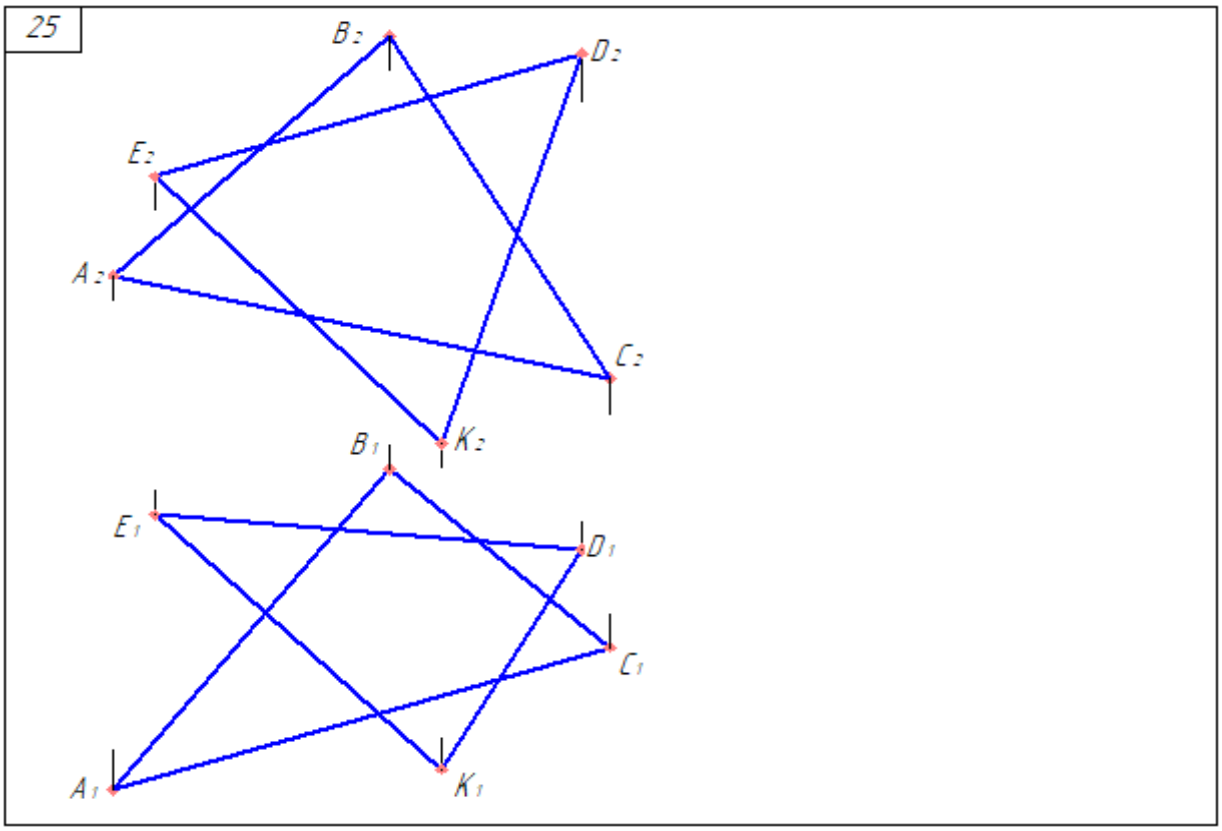

22
A2
E2
h2
B2
A1
E1
B1
h1

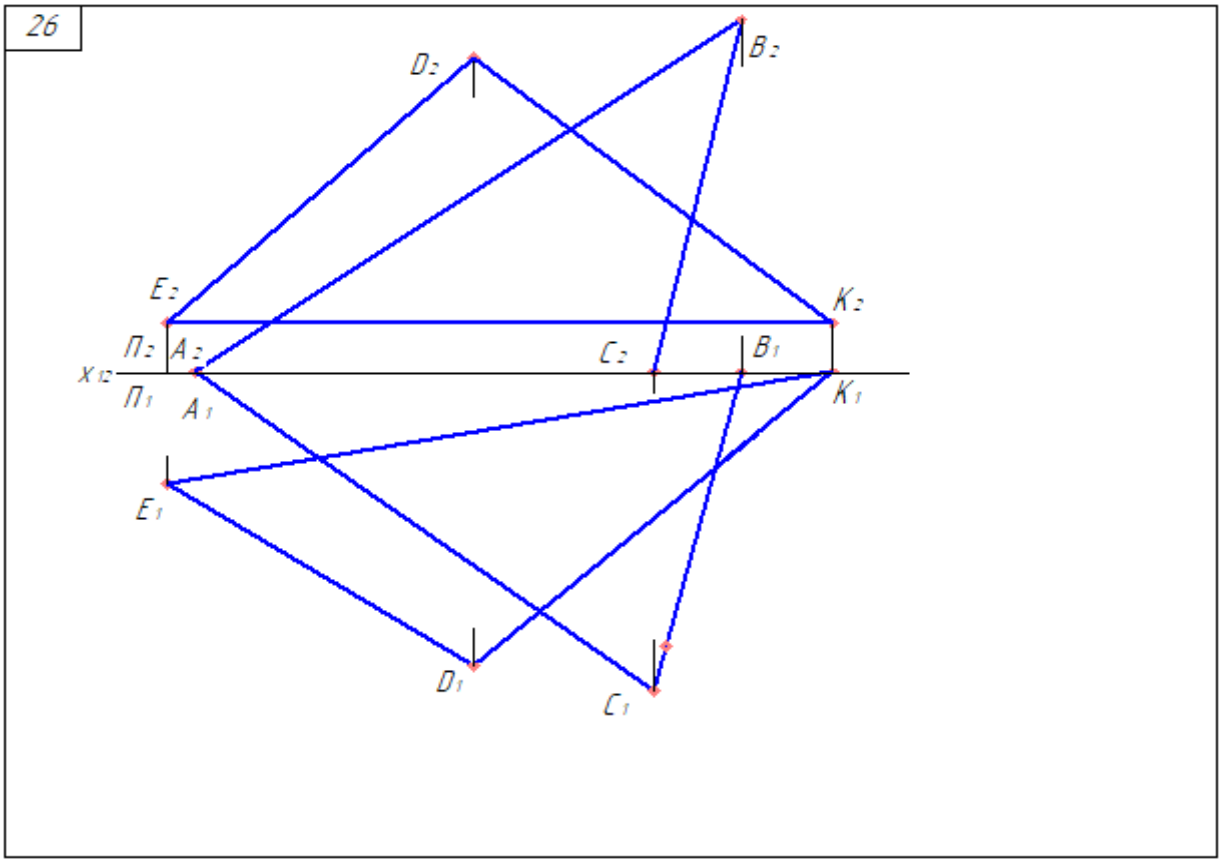
23



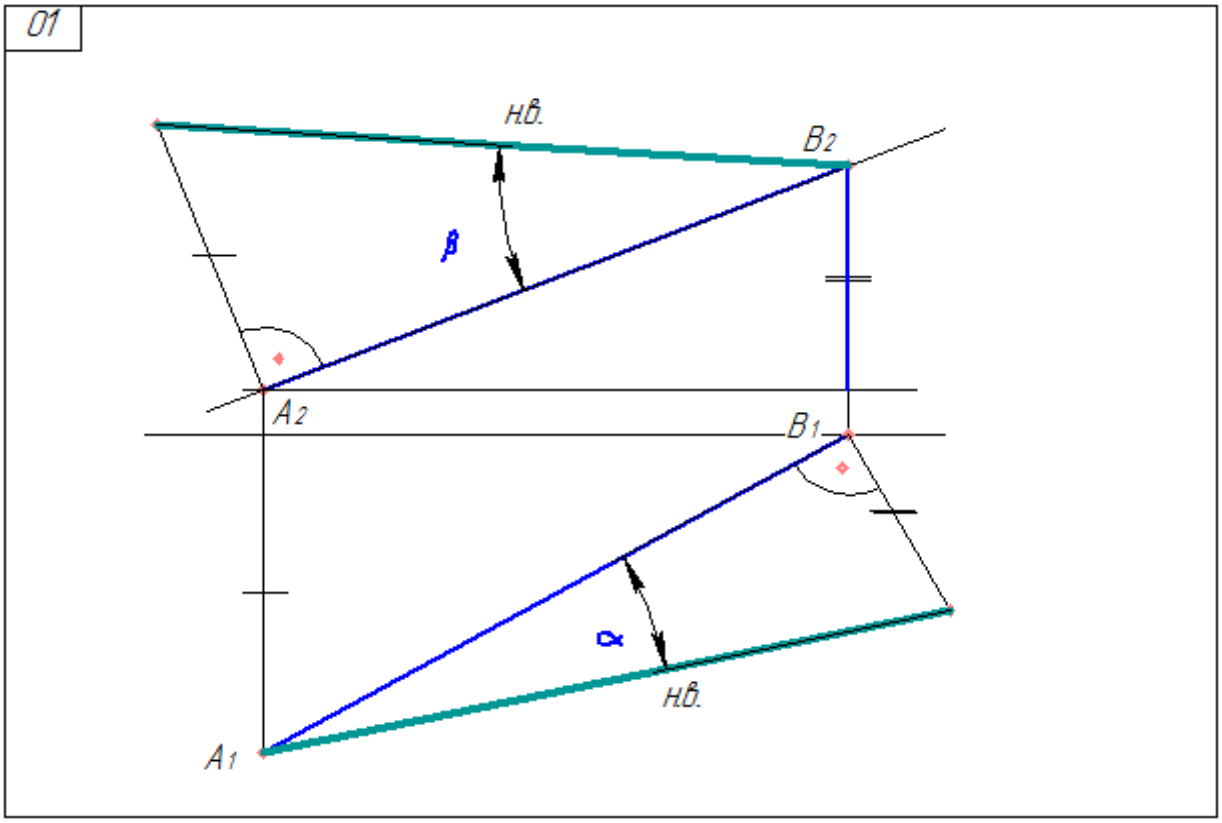

24

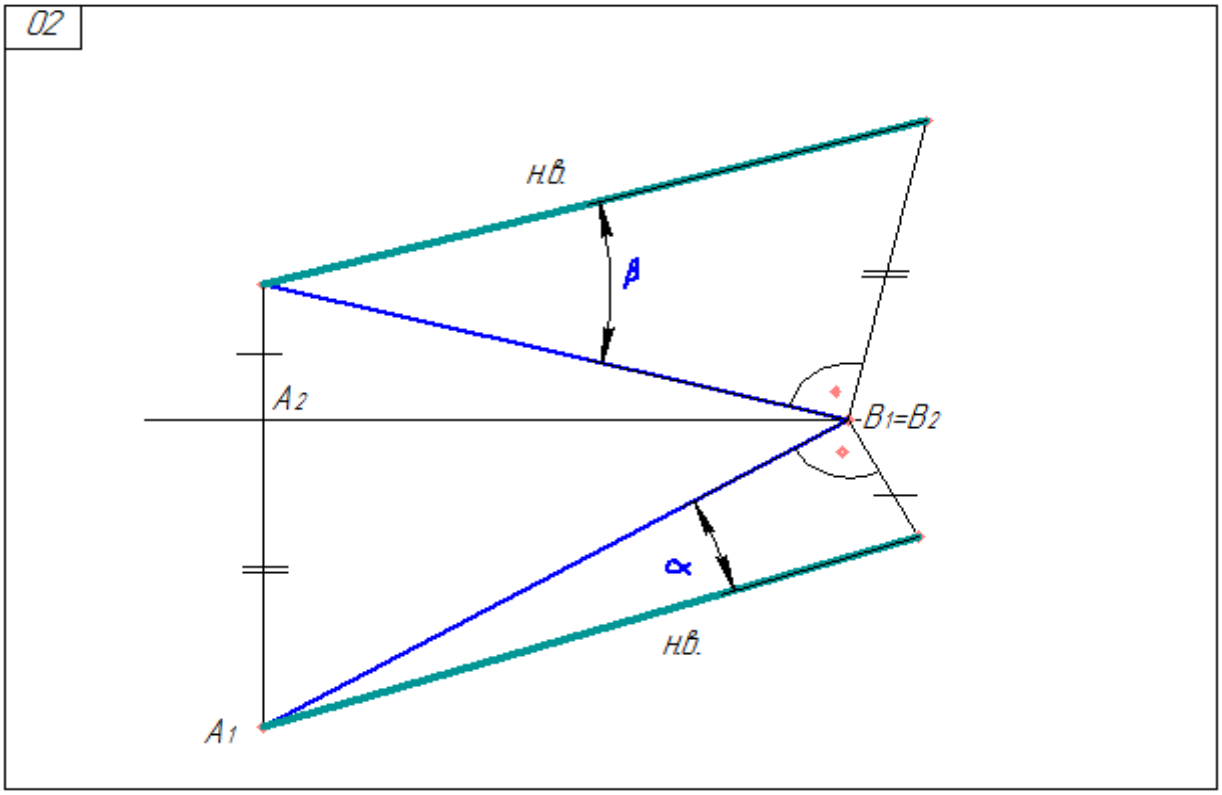


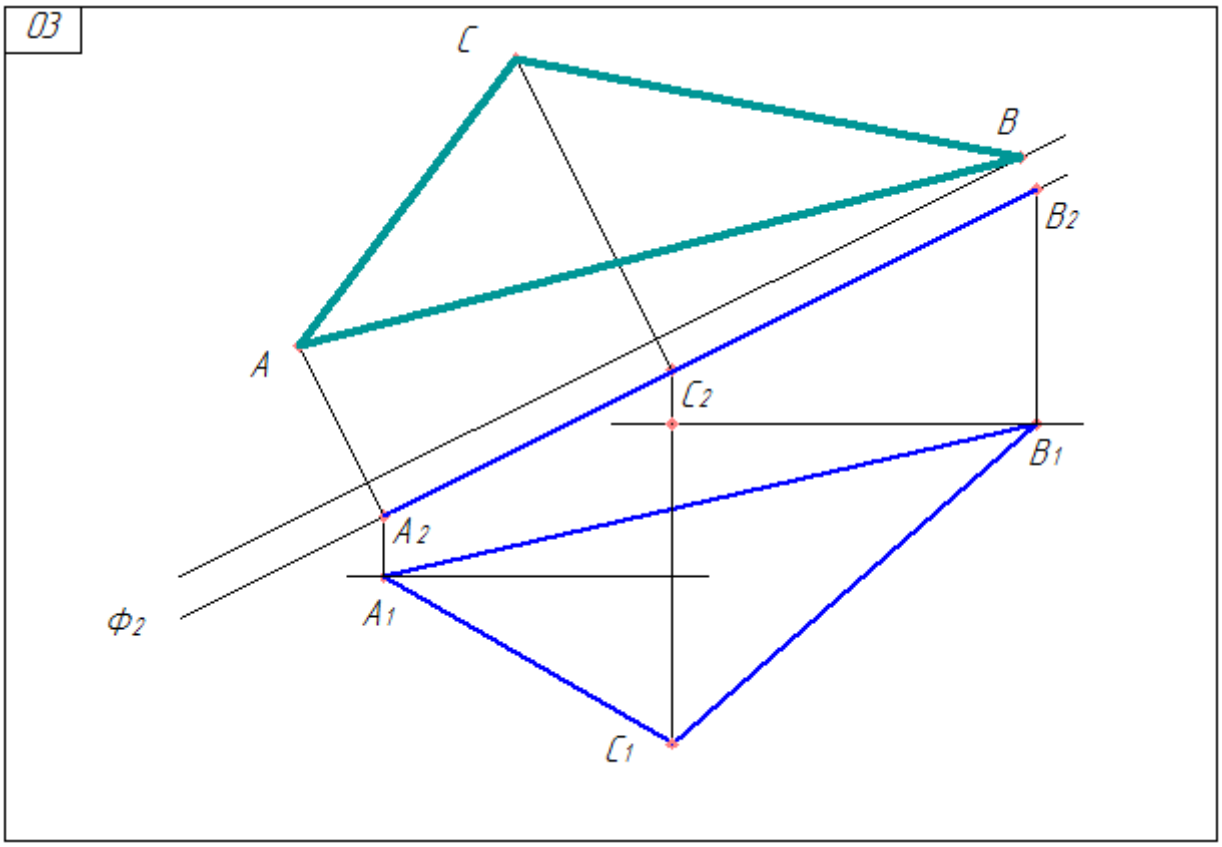

25
B₂
D₂
E₂
A₂
C₂
K₂
B₁
E₁
D₁
C₁
A₁
K₁

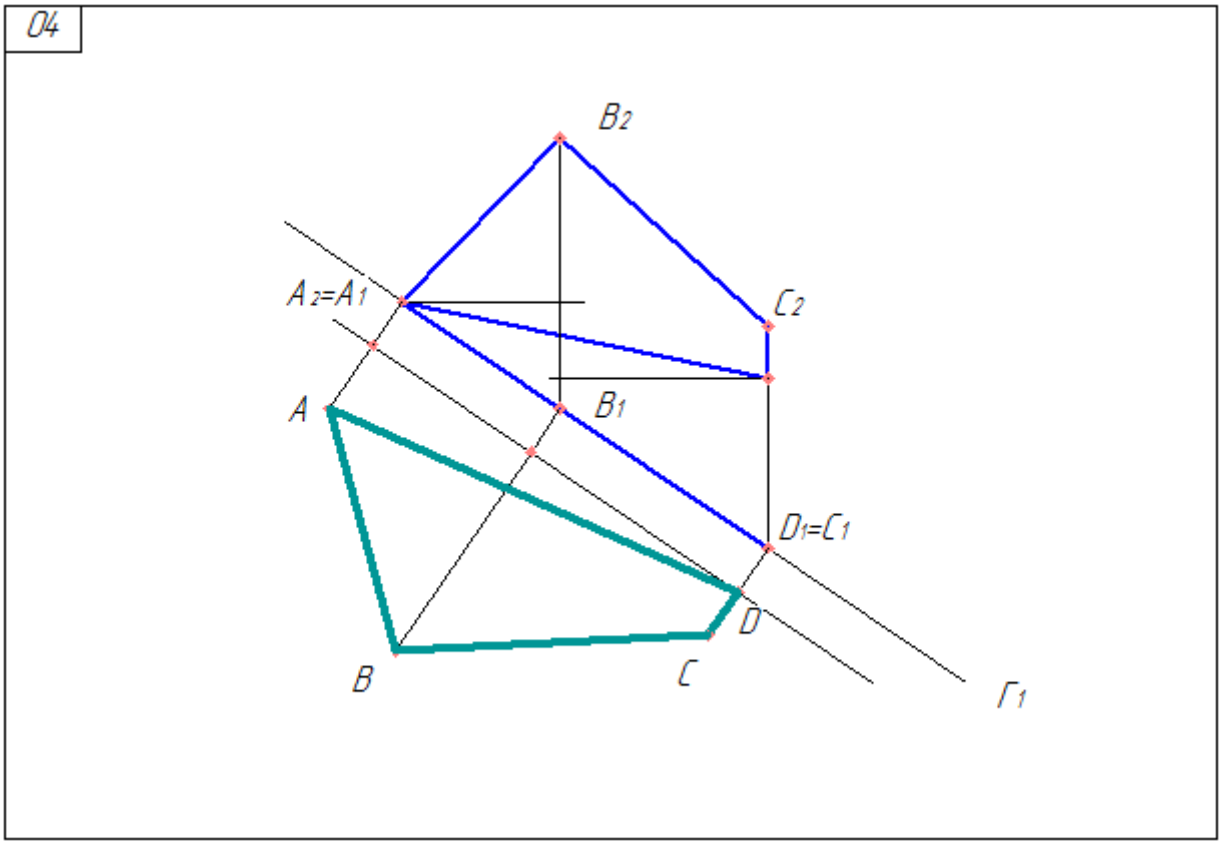

26
D₂
B₂
E₂
K₂
П₂
A₂
C₂
B₁
X₁₂
П₁
A₁
K₁
E₁
D₁
C₁

# 3. ГРАФИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

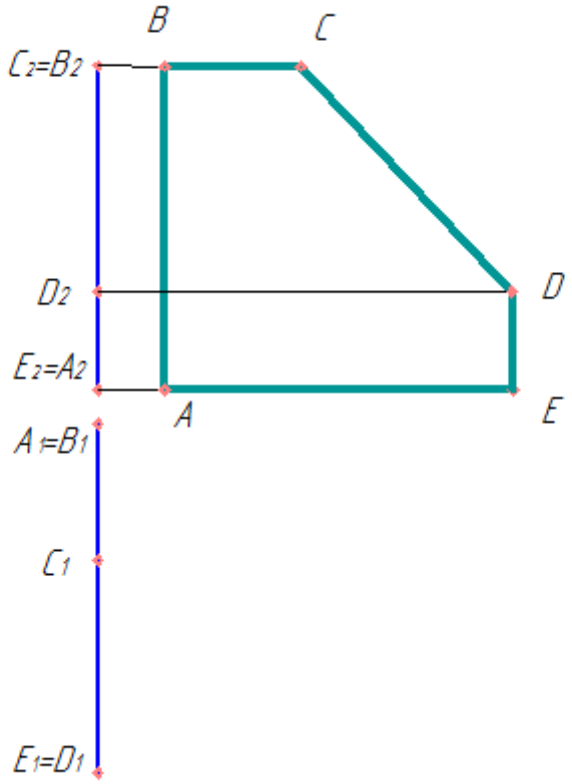


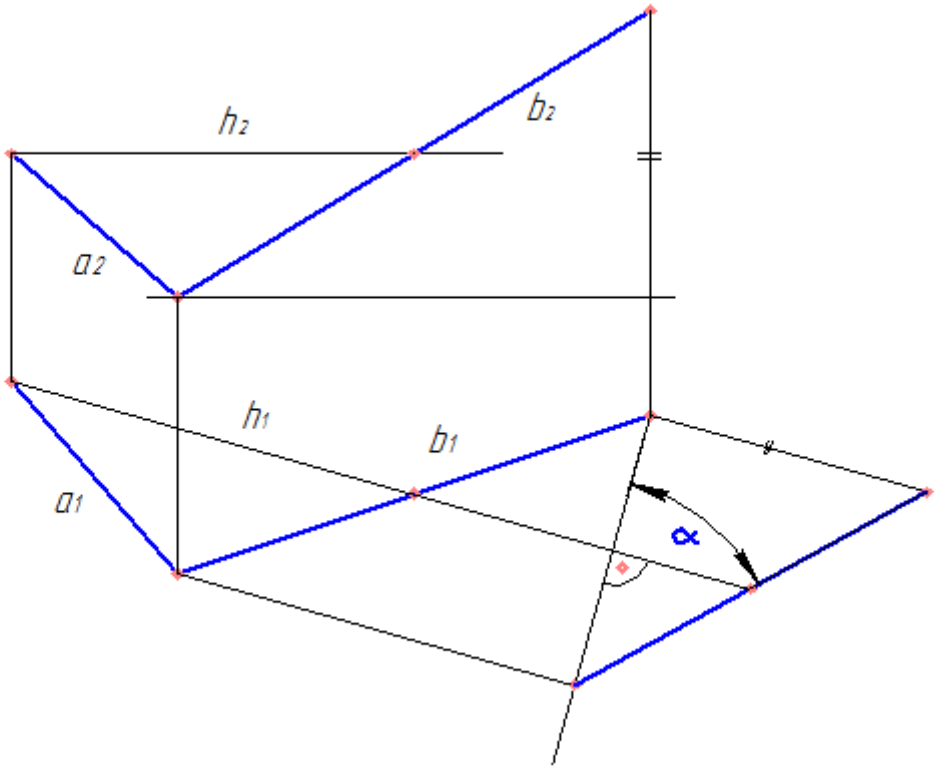

03
C
B
B2
A
C2
B1
A2
A1
Ф2
C1

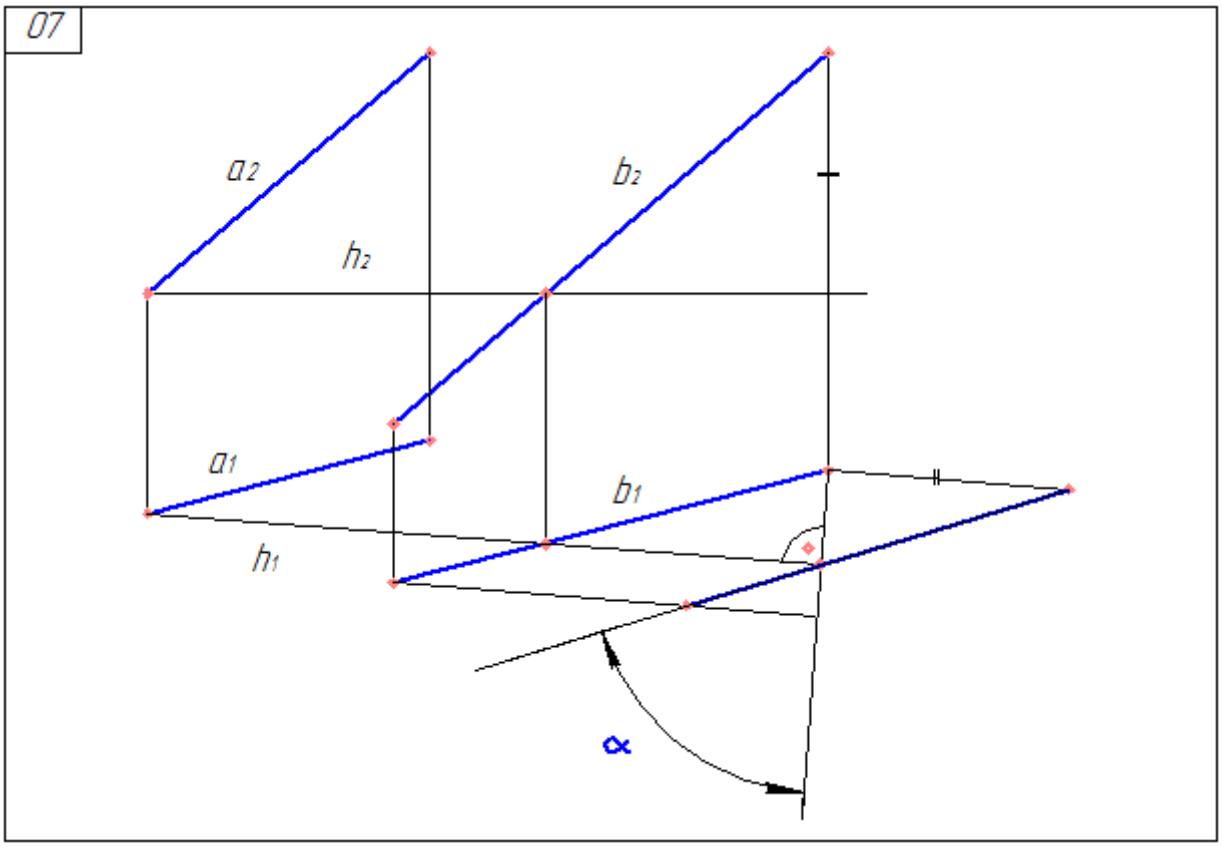

04
B2
A2=A1
C2
A
B1
D1=C1
D
B
C
Г1

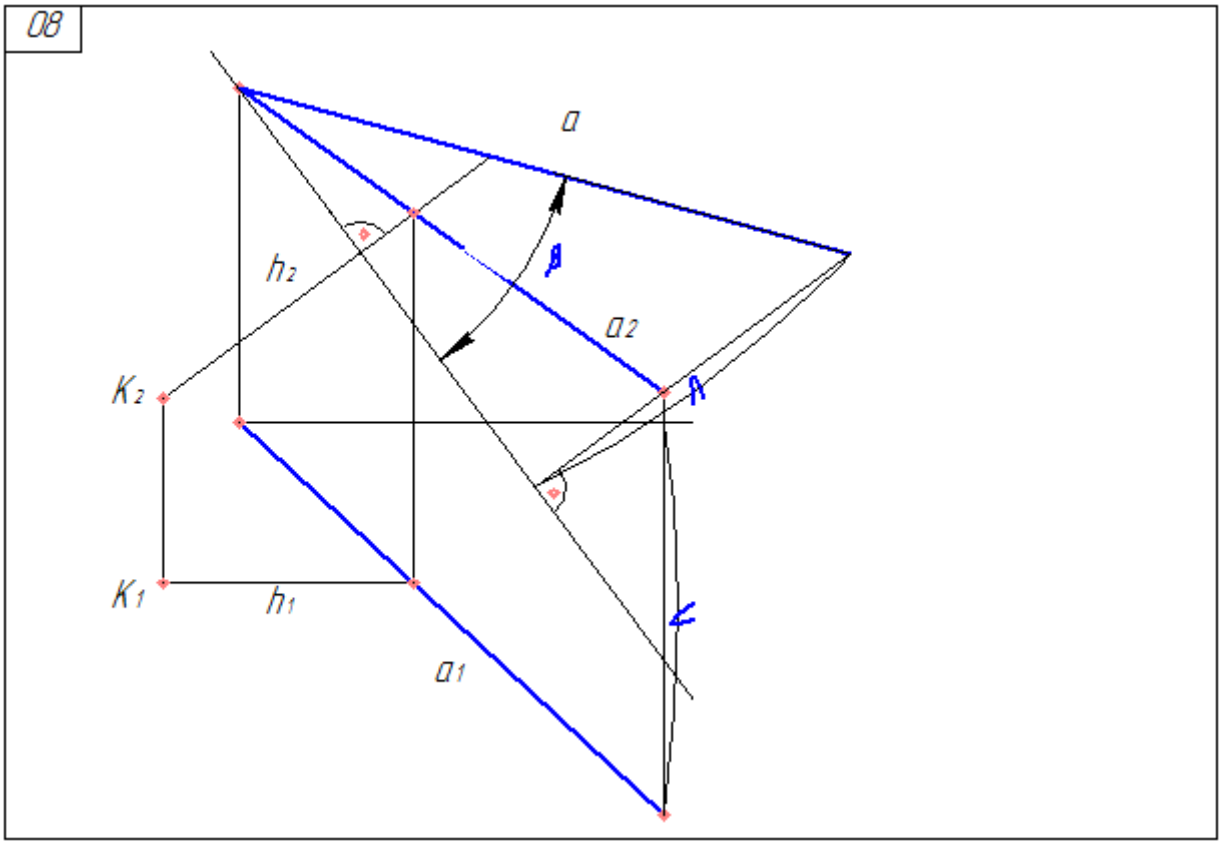
05

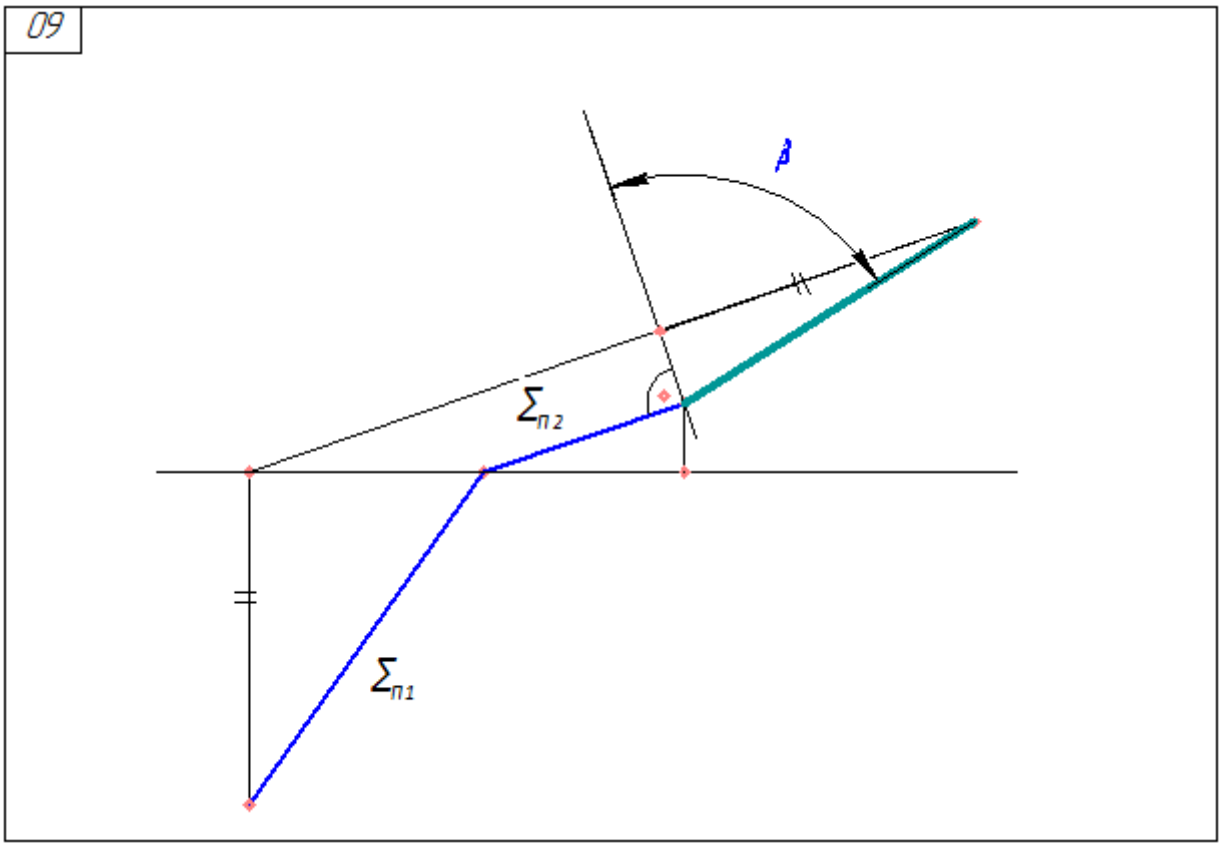


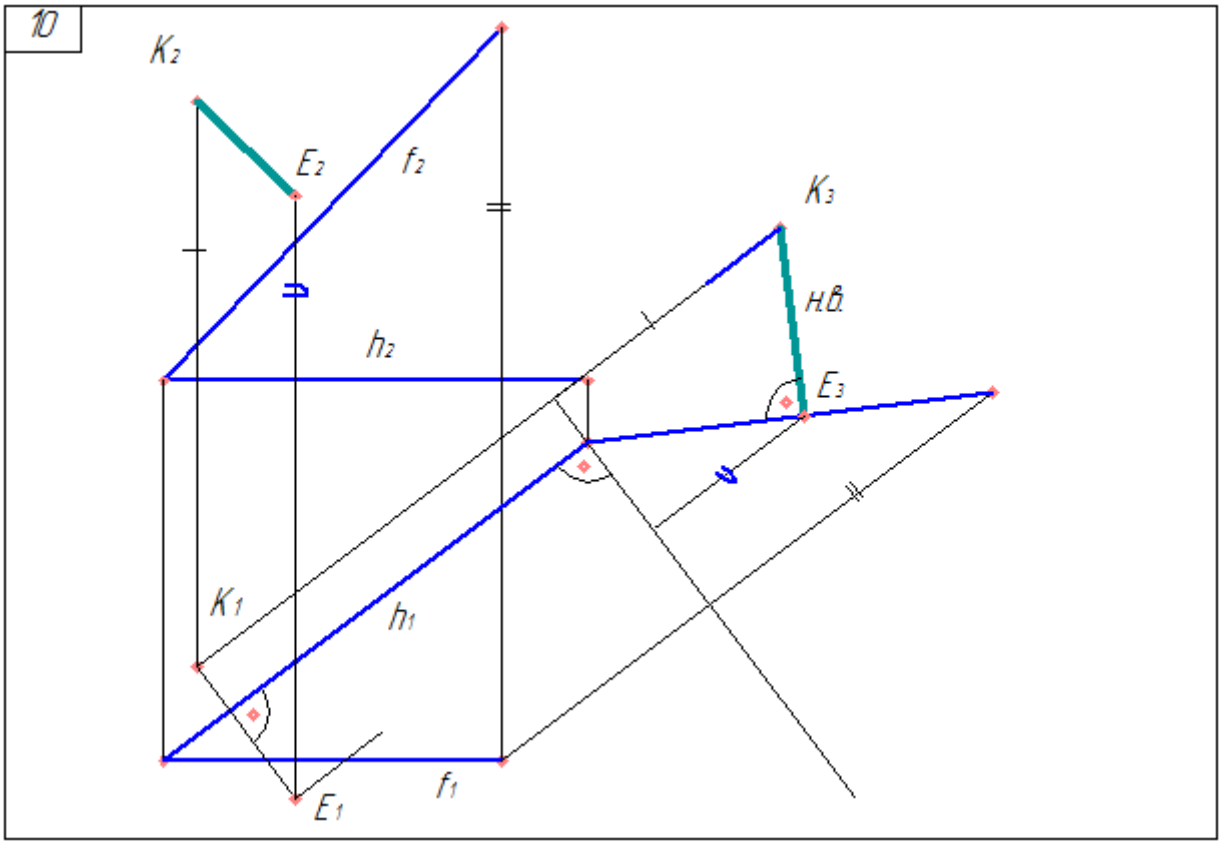

06

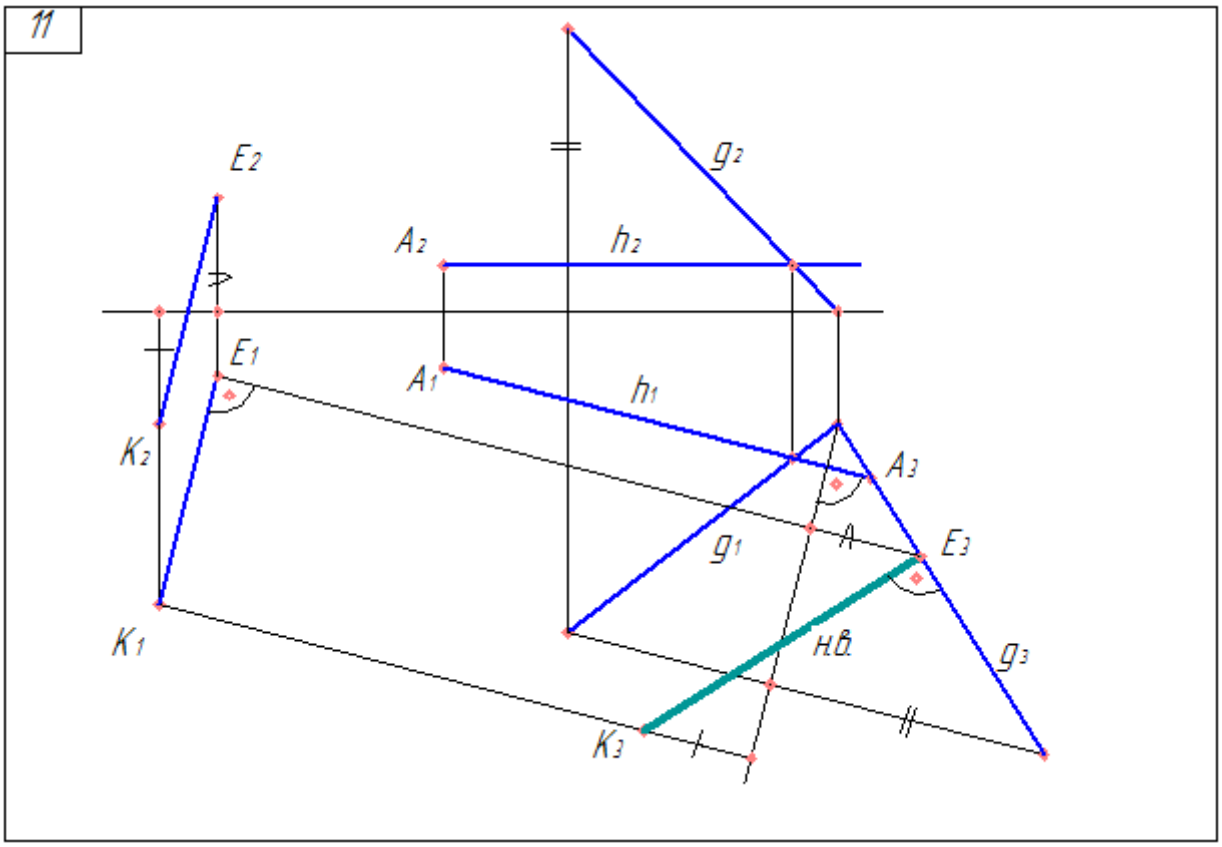


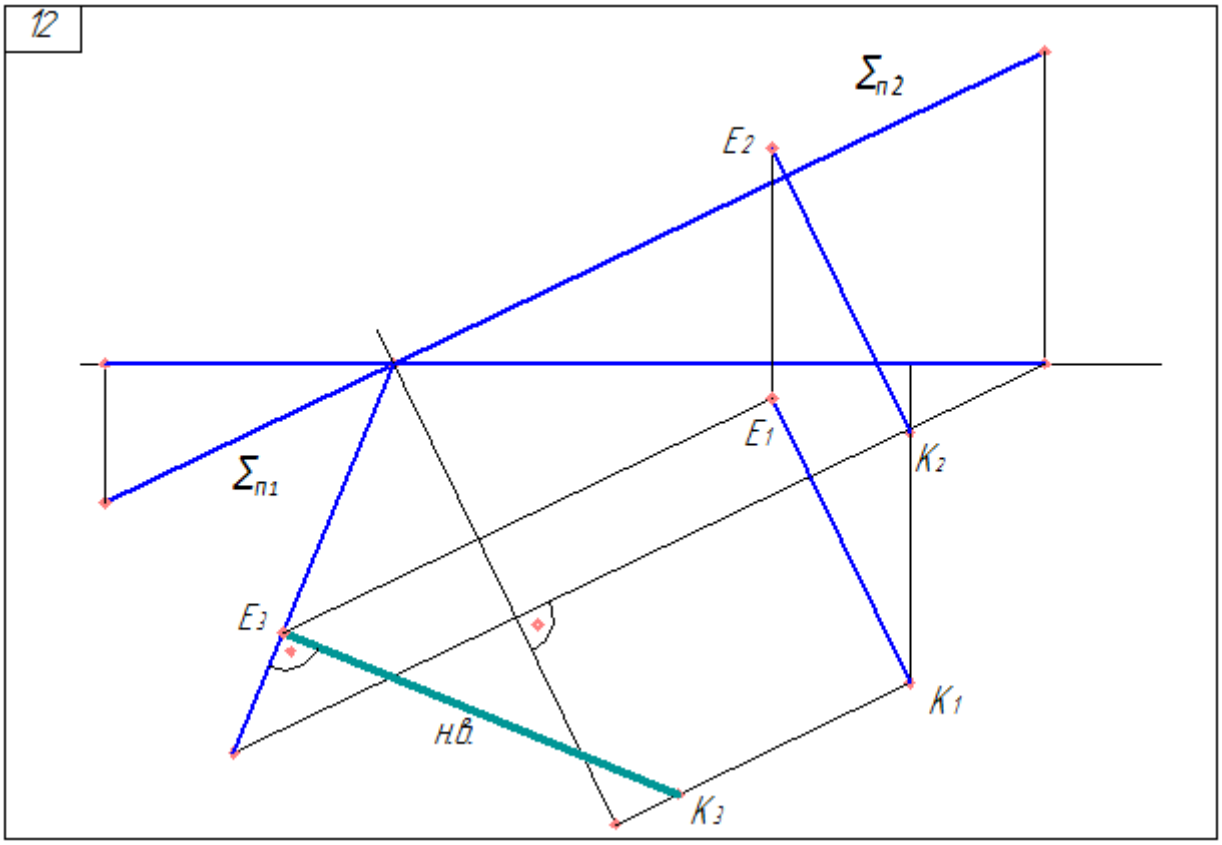

07
a2
b2
h2
a1
b1
h1
α

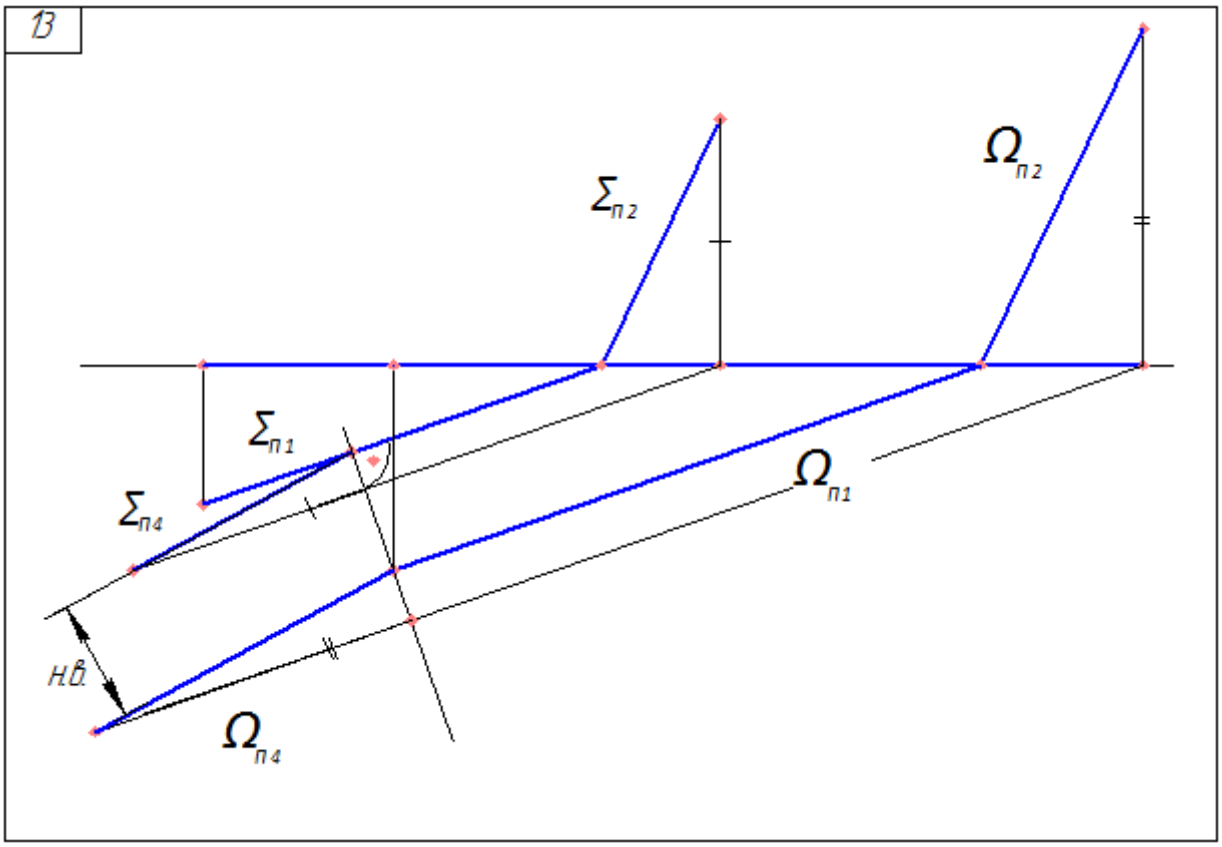

08
a
h2
β
a2
K2
K1
h1
a1

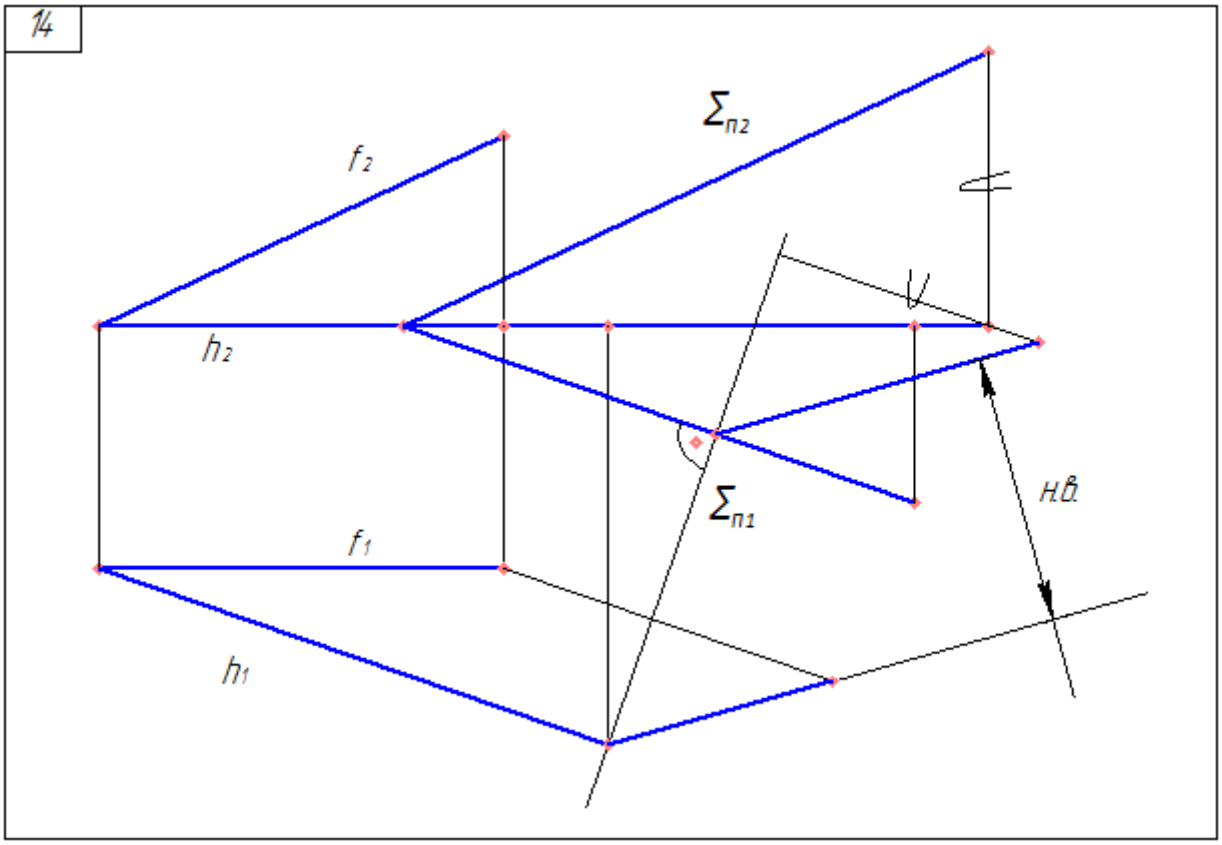

09
β
$\Sigma_{п2}$
$\Sigma_{п1}$

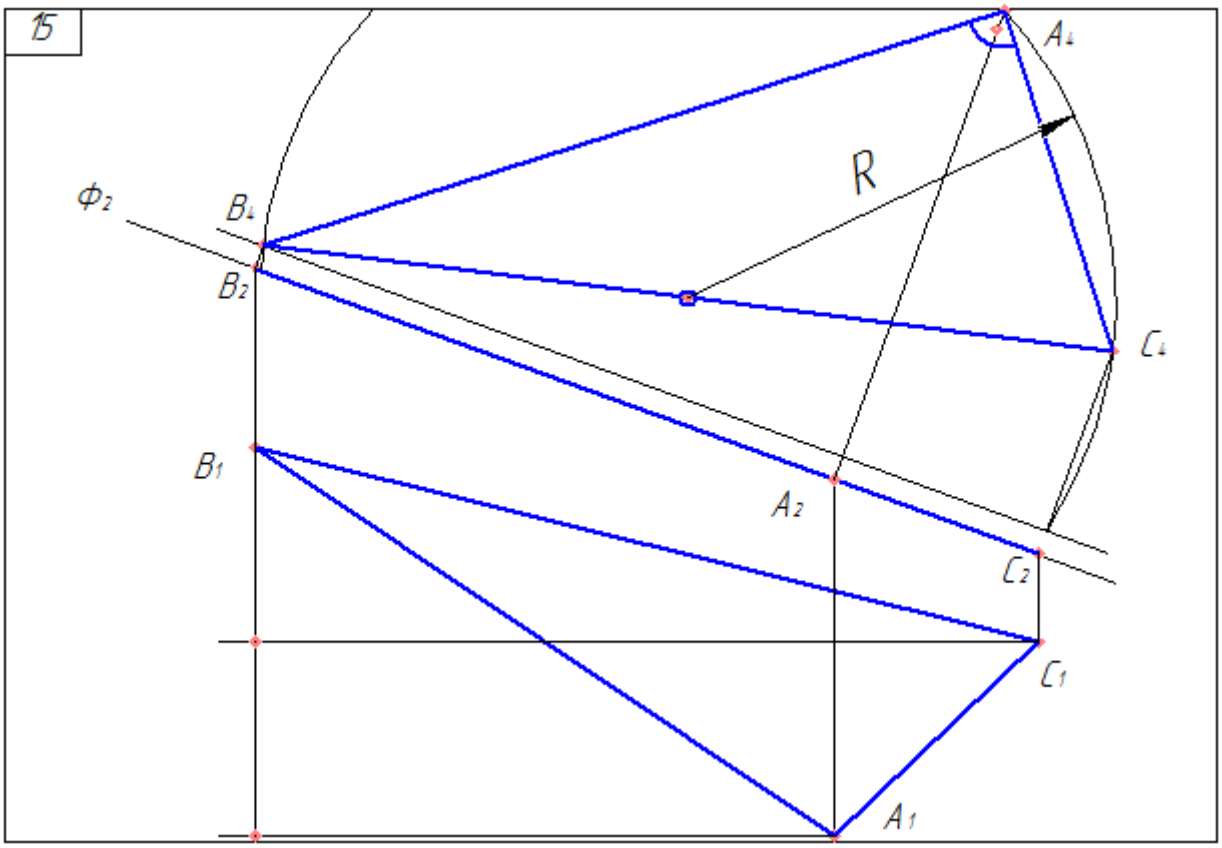

10
$K_2$
$E_2$
$f_2$
$K_3$
н.в.
$h_2$
$E_3$
$K_1$
$h_1$
$E_1$
$f_1$

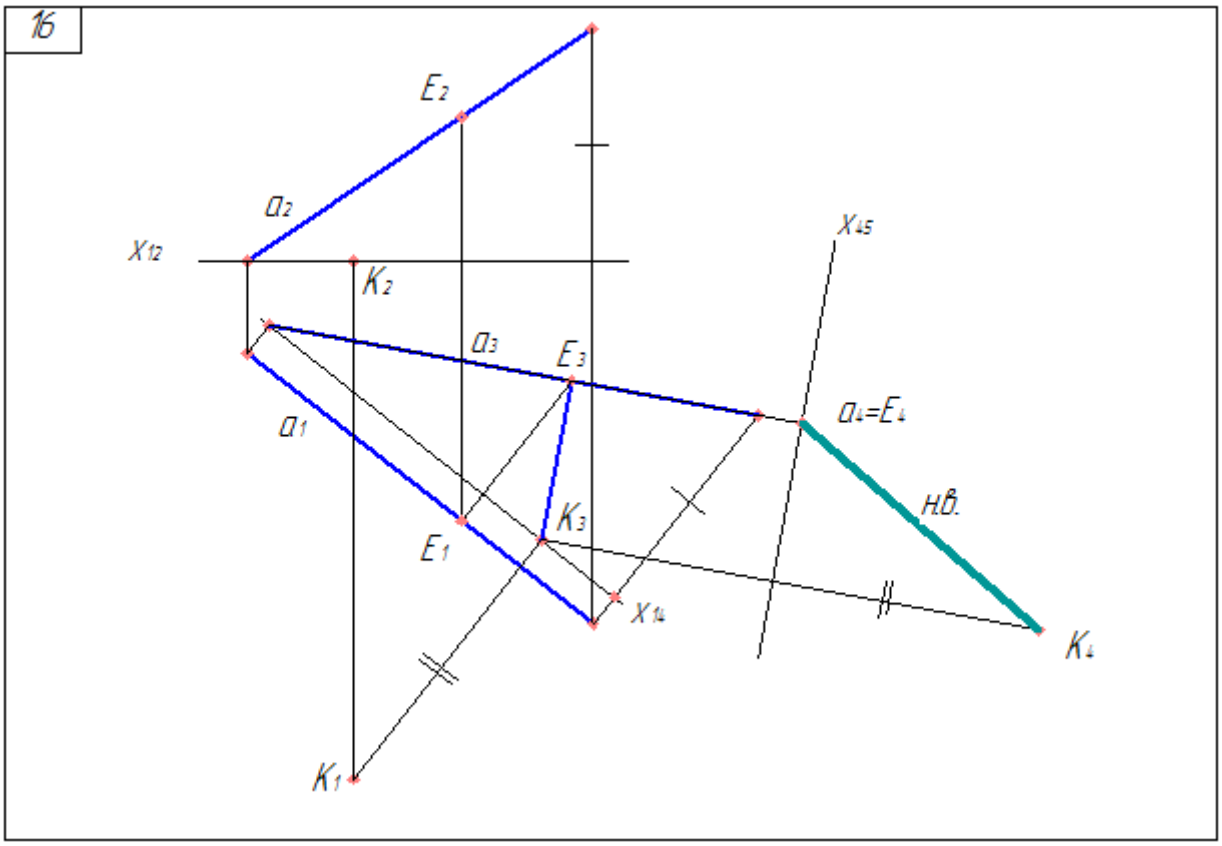

11
E2
g2
A2
h2
E1
A1
h1
K2
A3
g1
E3
K1
н.в.
g3
K3

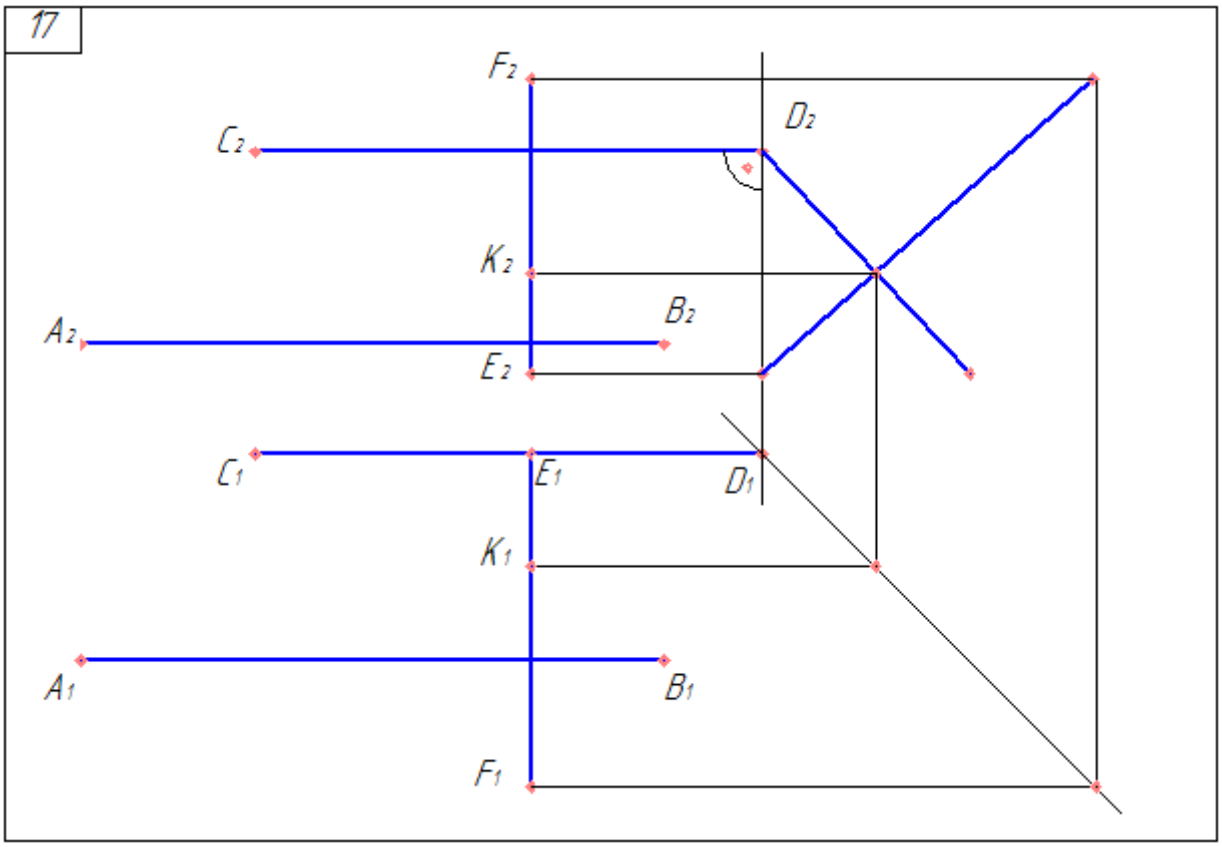

12
Σп2
E2
E1
K2
Σп1
E3
н.в.
K1
K3

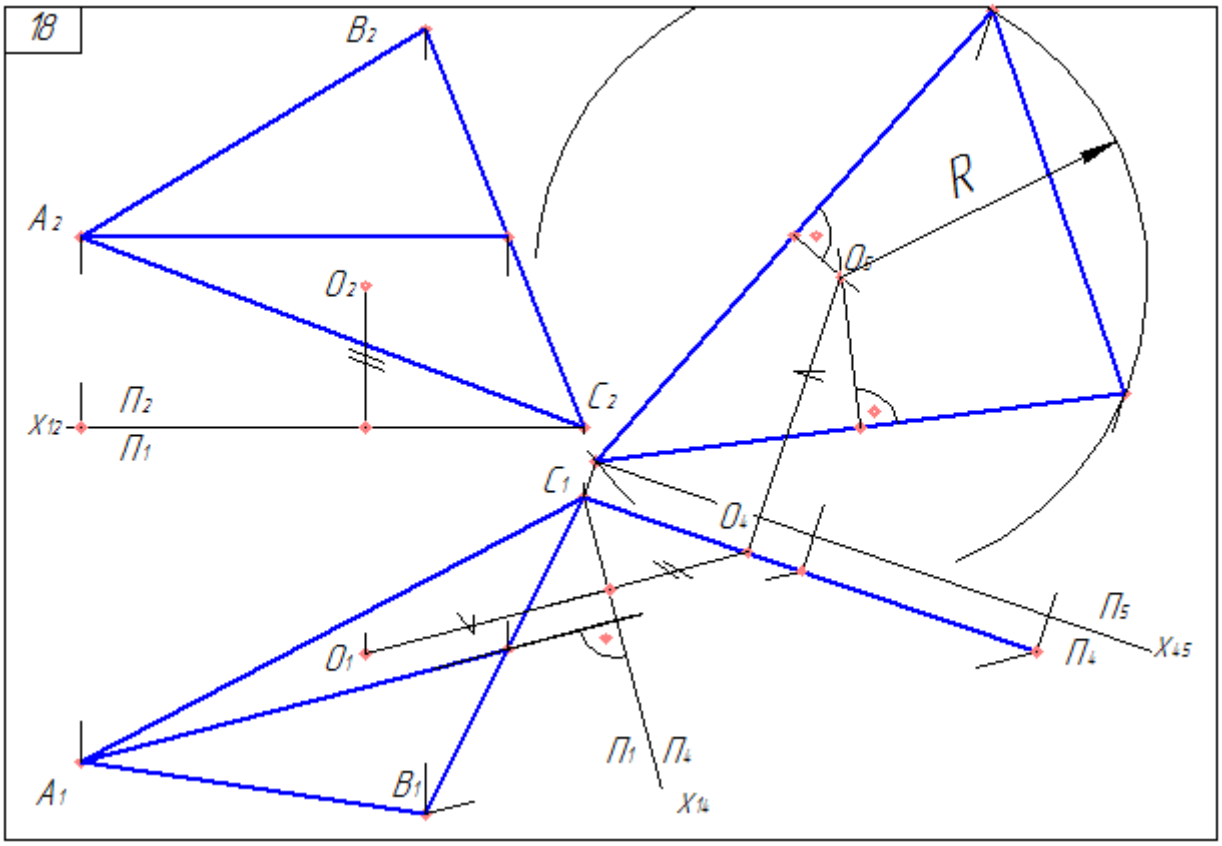

13
$\Sigma_{п2}$
$\Omega_{п2}$
$\Sigma_{п1}$
$\Sigma_{п4}$
$\Omega_{п1}$
Н.В.
$\Omega_{п4}$

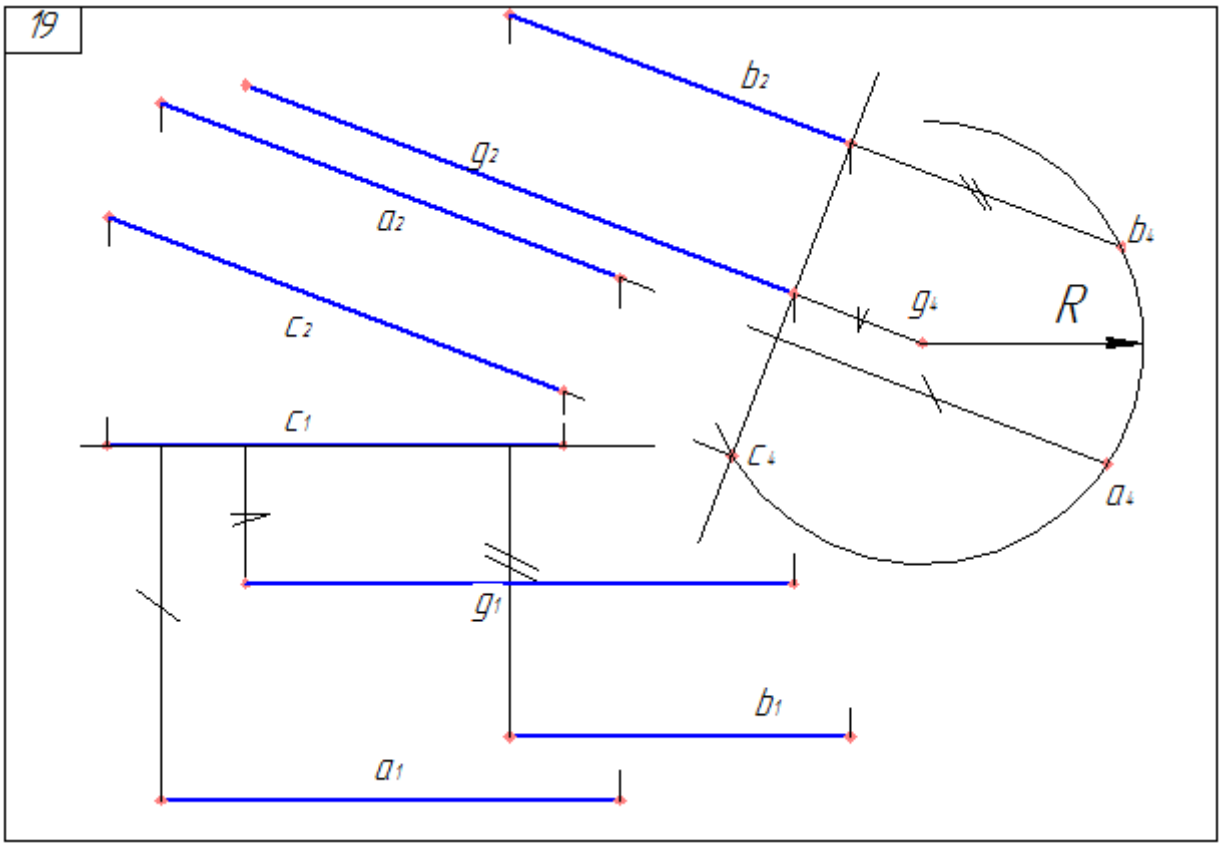

14
$\Sigma_{п2}$
$f_2$
$h_2$
$\Sigma_{п1}$
Н.В.
$f_1$
$h_1$

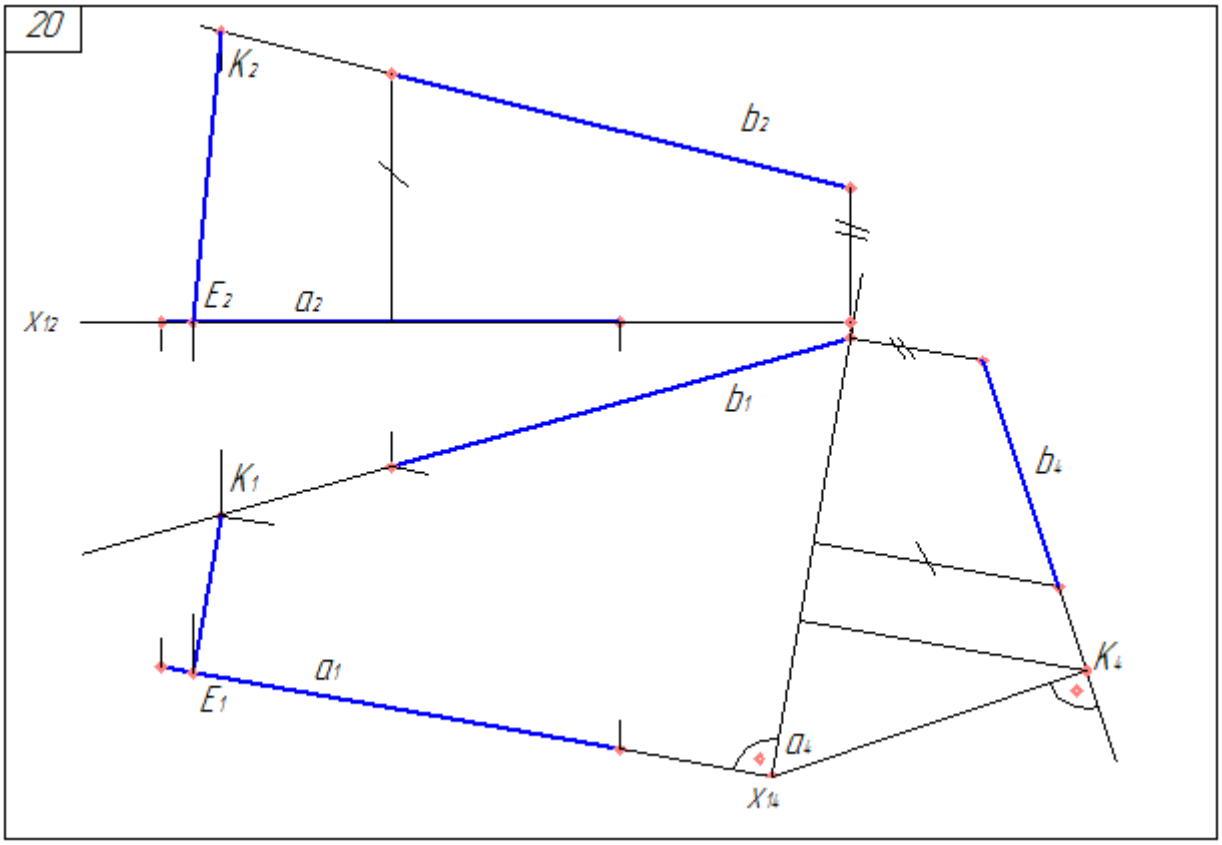

15
A4
R
Φ2
B4
B2
C4
B1
A2
C2
C1
A1

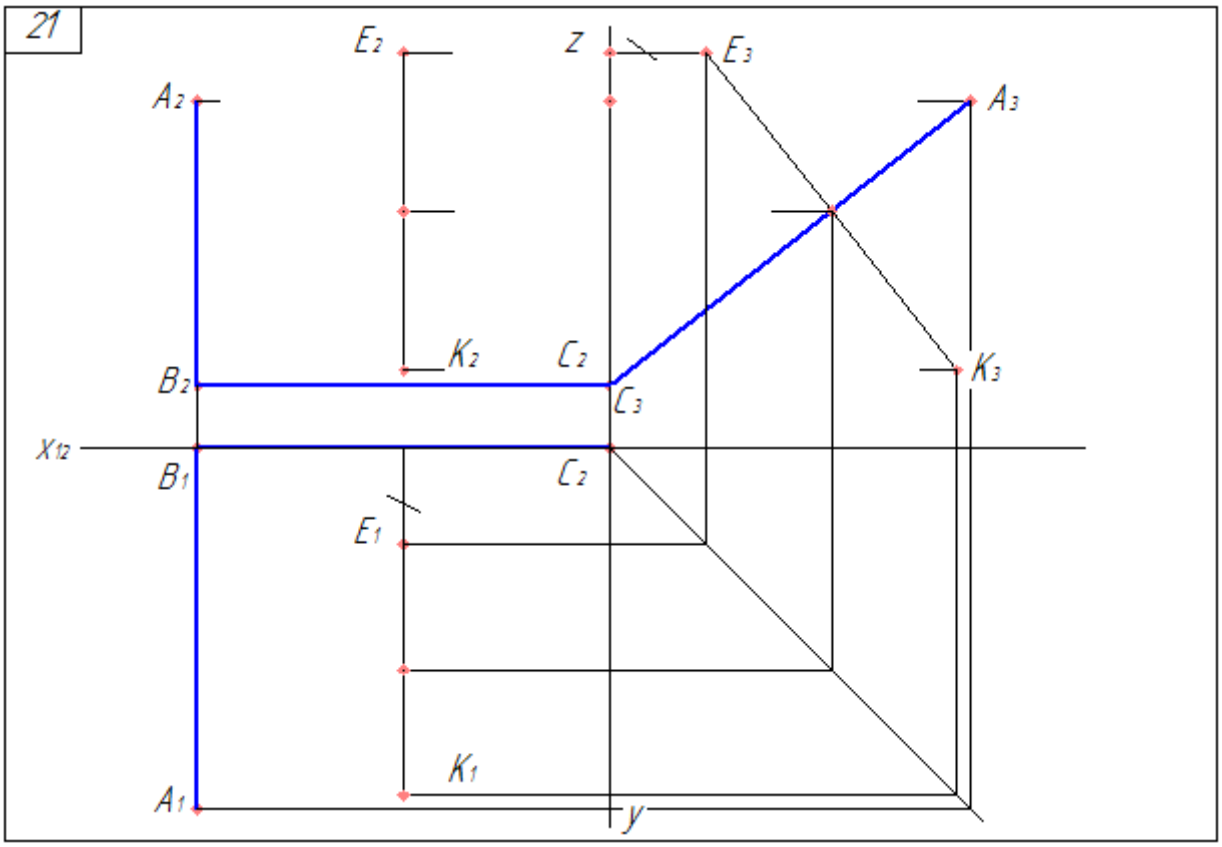

16
E2
a2
X12
K2
X45
a3
E3
a4=E4
a1
K3
E1
X14
K4
K1

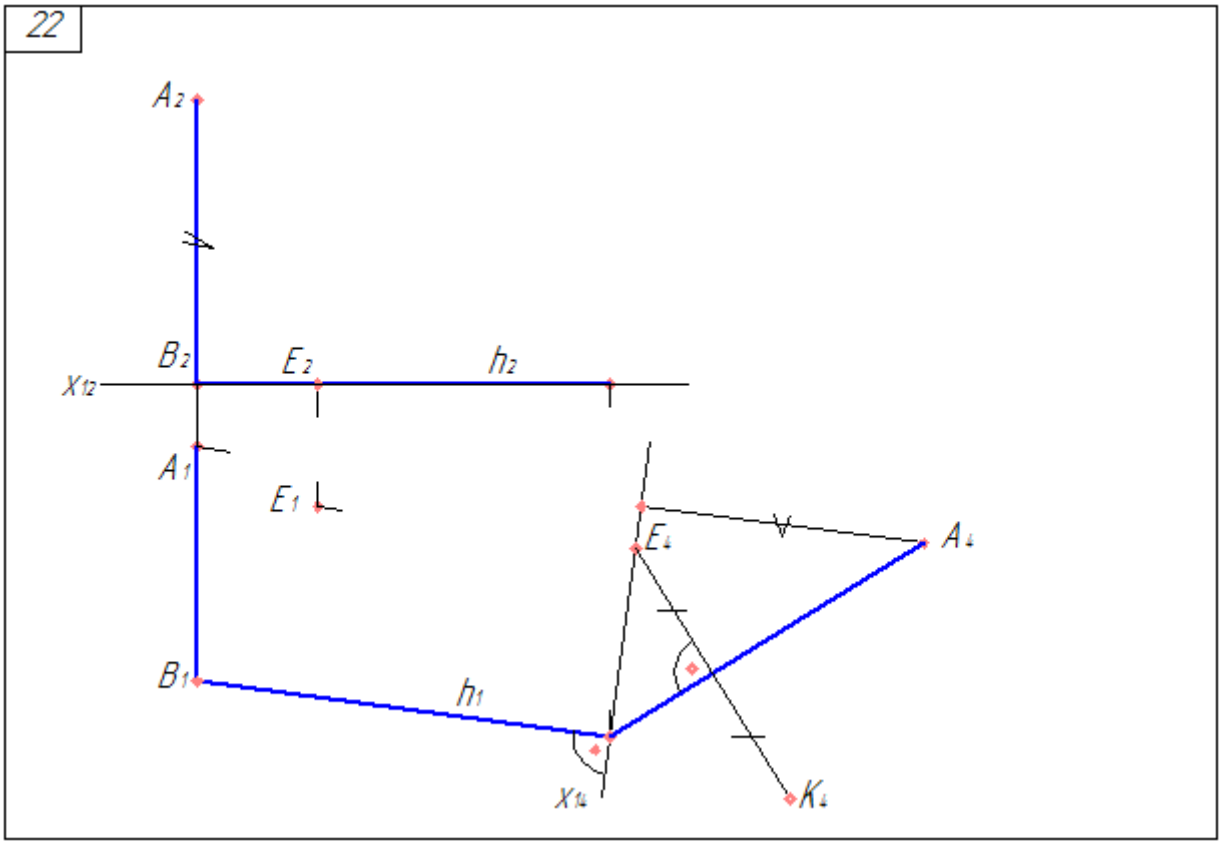

17
F2
D2
C2
K2
B2
A2
E2
C1
E1
D1
K1
A1
B1
F1

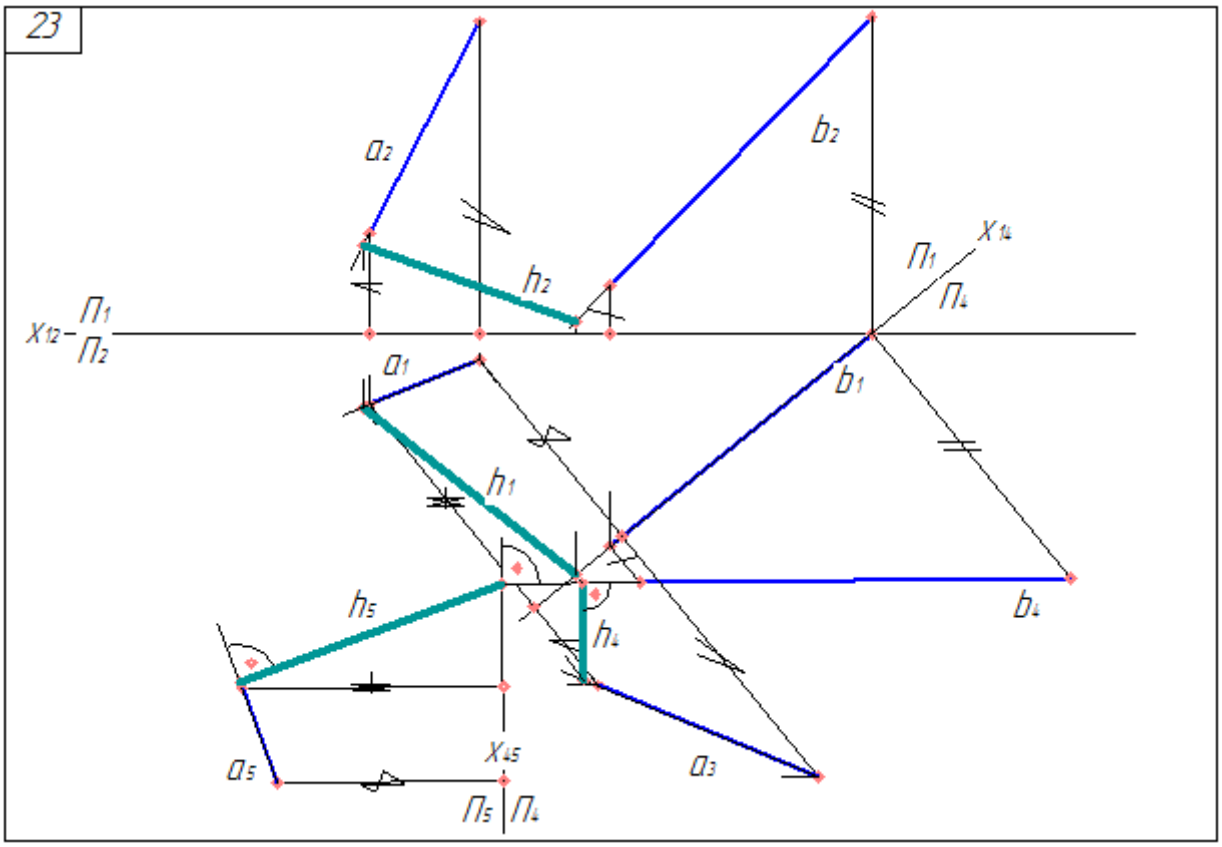

18
B2
A2
O2
C2
X12
П2
П1
C1
R
O6
O4
П5
П4
X45
O1
П1
П4
X14
A1
B1

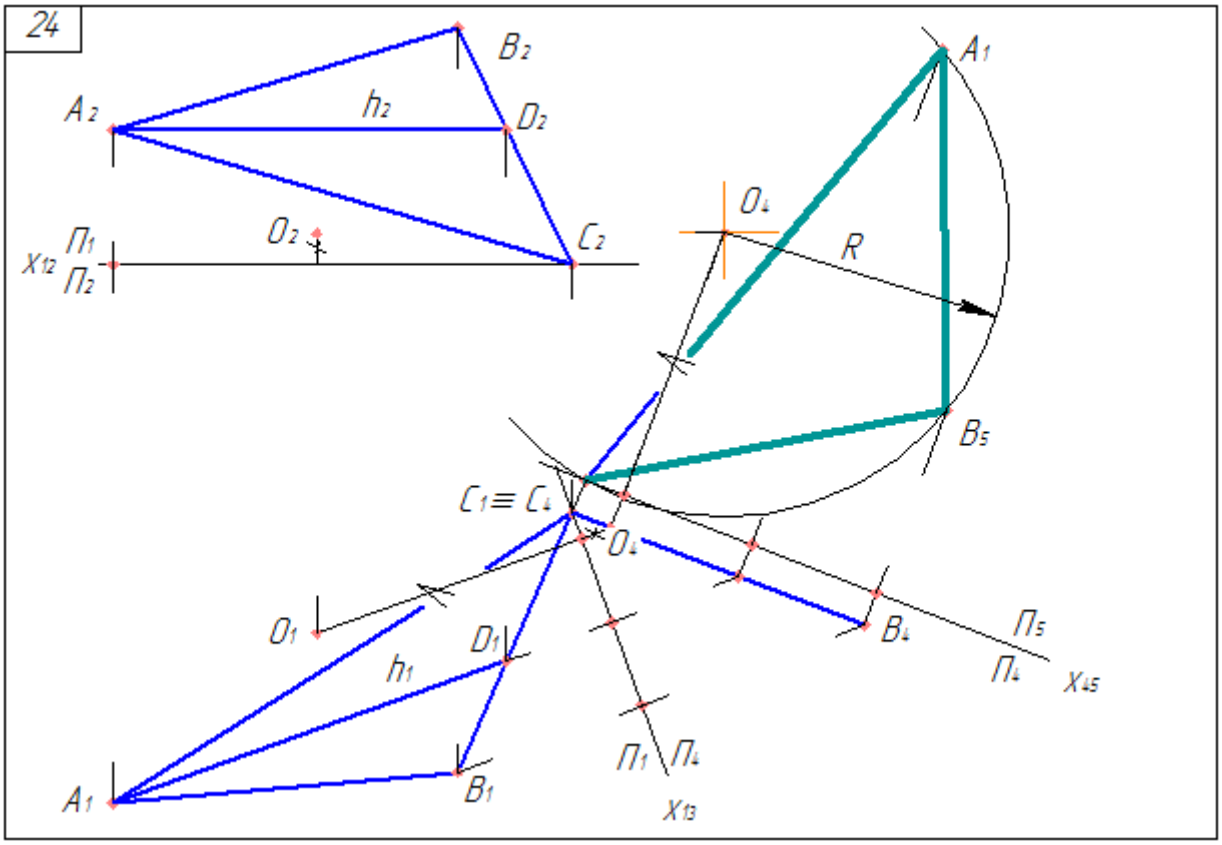

19
b2
g2
a2
c2
c1
g1
b1
a1
b4
g4
R
c4
a4

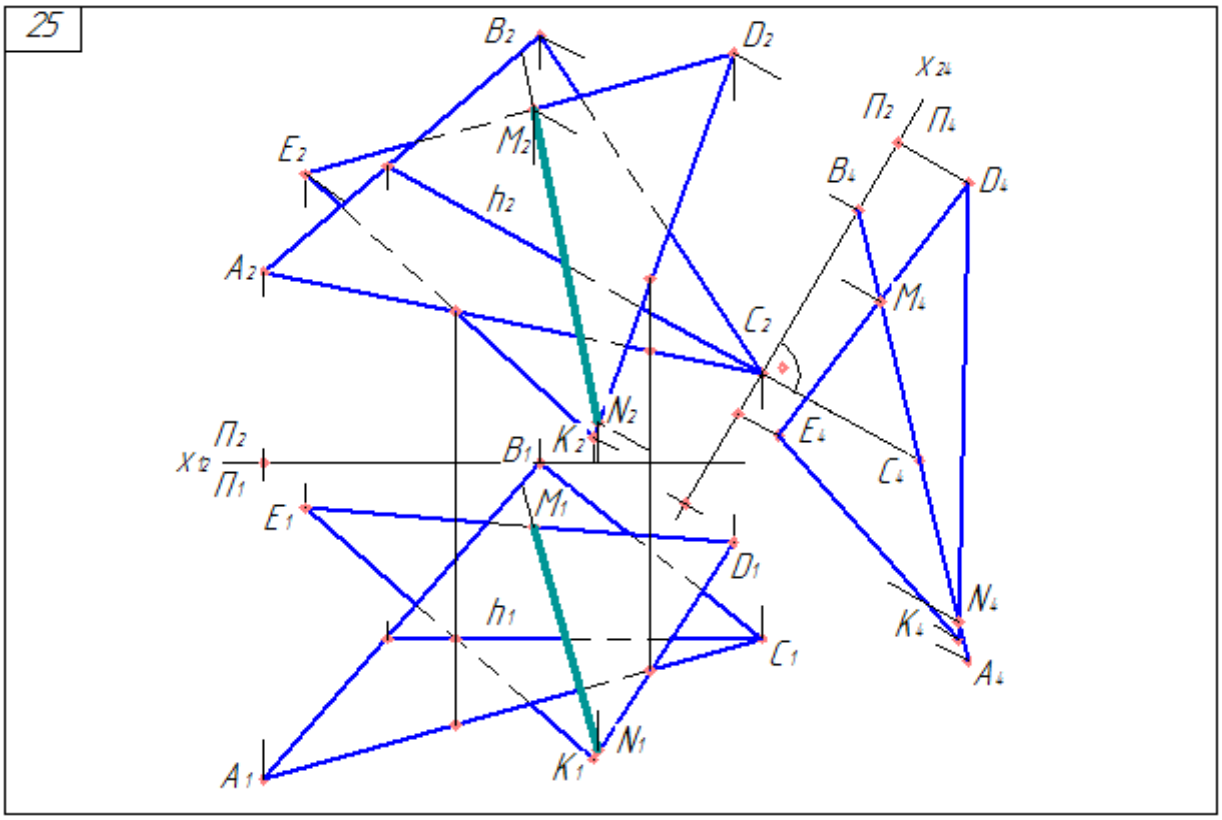

20
K2
b2
E2
a2
X12
b1
K1
b4
a1
E1
K4
a4
X14

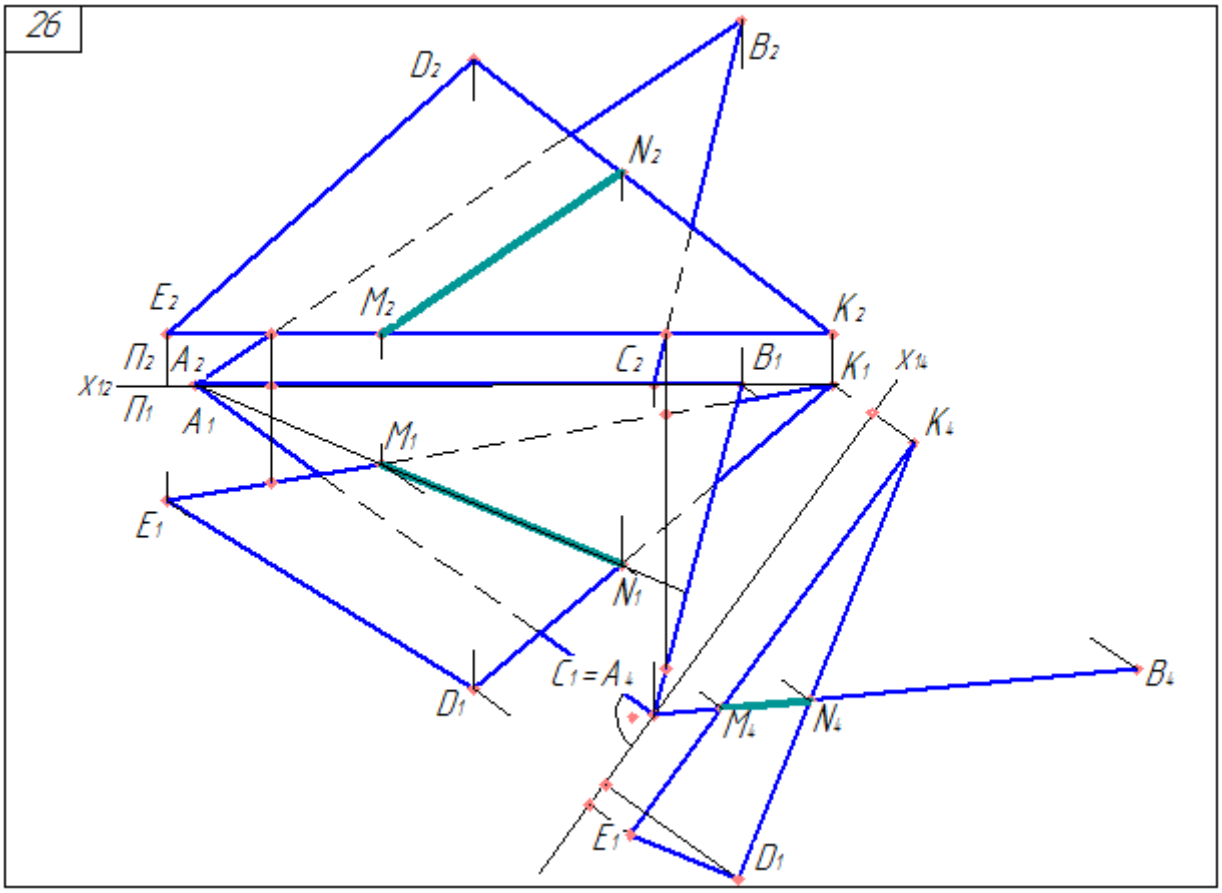

21
E2
z
E3
A2
A3
K2
C2
K3
B2
C3
X12
B1
C2
E1
K1
A1
y


22
A2
B2
E2
h2
X12
A1
E1
E4
A4
B1
h1
X14
K4


23
a2
b2
h2
x12
П1
П2
a1
b1
h1
h5
h4
b4
a5
a3
x45
П5
П4
x14
П1
П4


24
B2
A2
h2
D2
O2
C2
x12
П1
П2
A1
O4
R
B5
C1≡C4
O4
O1
D1
h1
B4
П5
П4
x45
A1
B1
П1
П4
x13


25
B2
D2
X24
П2
П4
E2
M2
B4
D4
h2
A2
M4
C2
N2
E4
П2
X12
B1
K2
C4
П1
E1
M1
D1
N4
h1
K4
C1
A4
A1
K1
N1


26
D2
B2
N2
E2
M2
K2
П2
A2
C2
B1
K1
X14
X12
П1
A1
K4
M1
E1
N1
C1 = A4
B4
M4
N4
E1
D1

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролов С. А. Начертательная геометрия: учебник для втузов. М.: Машиностроение, 1983.

2. Инженерная и компьютерная графика: методические указания к выполнению курсовой работы по начертательной геометрии / сост.: Р. А. Сакаев, Б. М. Перлов, Н. А. Хандурина. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002.

3. Методические указания к практическим занятиям по инженерной графике / сост.: В. Л. Бабаджанян, Р. А. Сакаев, О. П. Кормилицин; ЛЭТИ. Л., 1985.

4. Чертежно-конструкторский редактор КОМПАС-3D. Версия 16: руководство пользователя / Акционерное общество АСКОН. СПб., 2015.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..……..……3
1. Условия задач……..……..…..4
2. Графическое представление условий задач……..……8
3. Графическое решение задач ……..……...21
4. Список литературы……..…….34

Лысков Алексей Иванович,
Шукейло Юрий Александрович,
Степанов Сергей Константинович,
Липьяйнен Татьяна Сергеевна,
Белова Елена Юрьевна

**Решение типовых задач инженерной графики способом перемены плоскостей проекций**

Учебно-методическое пособие

Редактор Н. Ю. Меньшенина

---

Подписано в печать 06.07.18. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Печ. л. 2,0.
Гарнитура «Arial». Тираж 270 экз. Заказ 105.

---

Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
197376, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 5