

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра начертательной геометрии,  
инженерной и компьютерной графики

Е.А. КОСТЕНЕЦКАЯ  
Э.Г. ТЕРЕХОВА

# ЗАДАЧНИК ПО ПРЕОБРАЗОВАНИЯМ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом  
государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2003

ББК 22.151.3я7  
К71  
УДК 514.18 (076.5)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент С.И. Павлов

**К71**            **Костенецкая Е.А., Терехова Э.Г.**  
**Задачник по преобразованиям комплексного чертежа: Методические указания к выполнению практического задания. – Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2003. – 40 с.**

Методические указания состоят из изложения теоретических основ преобразований комплексного чертежа, примеров и задач. особенности изложения материала состоят в параллельном изучении способов задания геометрических фигур на комплексном и аксонометрическом чертежах.

Методические указания предназначены для изучения курса «Начертательная геометрия» для студентов вечерней и заочной форм обучения строительных специальностей ВУЗов.

© Гущин Л.Я., 2003  
© ГОУ ВПО ОГУ, 2003

## Введение

Содержание методических указаний к выполнению практического задания соответствует программе курса по Начертательной геометрии для инженерно-технических специальностей ВУЗов, утвержденной Министерством Образования Российской Федерации.

Целью методических указаний является представить студентам решение любых сложных задач с помощью простых алгоритмов с указанием на чертежах последовательности действий.

Студент сможет четко сформулировать задачу, чтобы затем определить и реализовать план ее решения.

Вначале необходимо разобрать решенную задачу, затем решить подобную самостоятельно, не забывая сразу обозначать каждую геометрическую фигуру.

# 1 Преобразования комплексного чертежа

Целью преобразования является придать геометрической фигуре общего положения частное для упрощения решения задачи.

Преобразовать чертеж можно переменной положения плоскости проекции или фигуры.

Любая задача решается с применением одной или более из четырех задач, которые будем называть основными.

Содержание четырех основных задач преобразования:

- прямая общего положения становится прямой уровня (1-ая основная задача преобразования);
- прямая уровня становится прямой проецирующей (2-ая основная задача преобразования);
- плоскость общего положения становится плоскостью проецирующей (3-я основная задача преобразования);
- плоскость проецирующая становится плоскостью уровня (4-ая основная задача преобразования).

Применение четырех основных задач преобразования при решении метрических задач:

- первая задача преобразования – для определения действительной величины отрезка прямой линии и углов наклона прямой к плоскостям проекций; для второй задачей;
- вторая задача преобразования – для определения расстояния между точкой и прямой; между параллельными и скрещивающимися прямыми; для определения величины двугранного угла; для третьей задачи преобразования;
- третья задача преобразования – для определения угла наклона плоскости общего положения к плоскости проекций; для определения расстояния от точки до плоскости общего положения и расстояния между параллельными плоскостями или параллельными прямой и плоскостью; для четвертой задачи преобразования;
- четвертая задача преобразования – для определения натуральной величины плоской фигуры.

## 1.1 Перемена плоскости проекций

Вместо одной из плоскостей проекций вводят другую ( $\Pi_4$ ), перпендикулярную незаменяемой плоскости (на рисунке 1  $\Pi_1$ ). На комплексном чертеже (рисунок 2) вместо оси  $OX$  (обозначим ее  $X_{12}$ ) проведем произвольно (но не параллельно и не перпендикулярно оси  $OX$ ) новую ось  $X_{14}$ . Чтобы построить новую проекцию  $A_4$  точки  $A$ , воспользуемся высотой точки  $A$ , которая не изменилась и определяется в  $\Pi_2$  отрезком  $|A_2A_x|$ . Итак, на перпендикуляре  $A_1Ax_{14}$  отложим высоту точки, т.е.  $|Ax_{14}A_4| = |A_2A_x|$ . Получим правило: рас-

стояние от новой оси до новой проекции точки равно расстоянию от заменяемой оси до заменяемой проекции точки.

Первая основная задача преобразование переменной плоскости проекций решена на рисунке 3.

Новая ось проведена параллельно незаменяемой проекции прямой  $X_{14}||[A_1B_1]$ , на произвольном расстоянии от прямой  $A_1B_1$ .

Вторая основная задача решена на рисунке 4. Так как прямая  $AB$  параллельна  $\Pi_2$ , эту плоскость не будем заменять, заменим  $\Pi_1$  на  $\Pi_4$ . Проведем новую ось  $X_{24}$  перпендикулярно незаменяемой проекции прямой  $A_2B_2$  и используем не изменяемую глубину точек  $A$  и  $B$ , т.е. отложим отрезок  $|A_4Ax_{24}| = |A_1Ax_1|$ .

Третья основная задача решена на рисунке 180, а и б.

На рисунке 5, а плоскость  $P$  задана следами. Новая ось  $X_{14}$  проведена перпендикулярно незаменяемому следу  $P_1$  плоскости. Новый фронтальный след  $P_4$  плоскости определен новой точкой схода  $Px_{14}$  следов и произвольной точкой  $N_4$  – новой проекцией любой точки  $N$  следа  $P_2$ .

На рисунке 5, б плоскость задана не следами, поэтому в ней необходимо провести незаменяемую линию уровня, т.е. горизонталь  $h_1$ , если мы не заменяем  $\Pi_1$ . Новую плоскость  $\Pi_4$  необходимо поставить перпендикулярно горизонтали, что на чертеже обеспечено проведением  $X_{14}$  перпендикулярно  $h_1$ . Горизонталь на новую плоскость  $\Pi_4$  спроецируется в точку  $A_4$ , а плоскость  $\Delta$  в прямую  $C_4B_4$ .

Четвертая основная задача преобразования решена на рисунке 6.

Плоскость треугольника  $ABC$  расположена перпендикулярно  $\Pi_1$ , следовательно, мы заменим плоскость  $\Pi_2$  на  $\Pi_4$ . Плоскость  $\Pi_4$  расположена параллельно треугольнику, т.к. новая ось  $X_{14}$  параллельна незаменяемой горизонтальной проекции  $A_1B_1C_1$ .

### 1.1.1 Применение метода перемены плоскости проекций в решениях задач

Задача 1. Определить угол наклона прямой  $AB$  к плоскости  $\Pi_2$ . Задача решается аналогично той, что на рисунке 3, но заменить необходимо плоскость  $\Pi_1$  на  $\Pi_4$ .

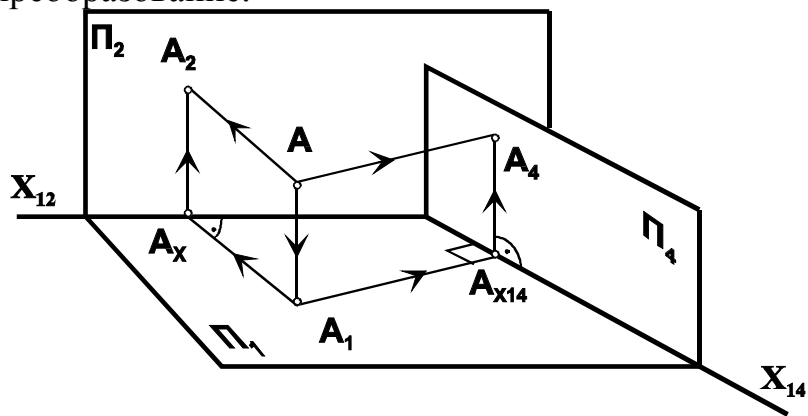
Задача 2. Определить расстояние между скрещивающимися прямыми  $a$  и  $b$ .

Необходимо решить первую и вторую основную задачу преобразования для одной из прямых. Задача сводится к определению расстояния от точки до прямой. На рисунке 7 прямая  $a$  после второго преобразования спроецировалась в точку на  $\Pi_5$ .

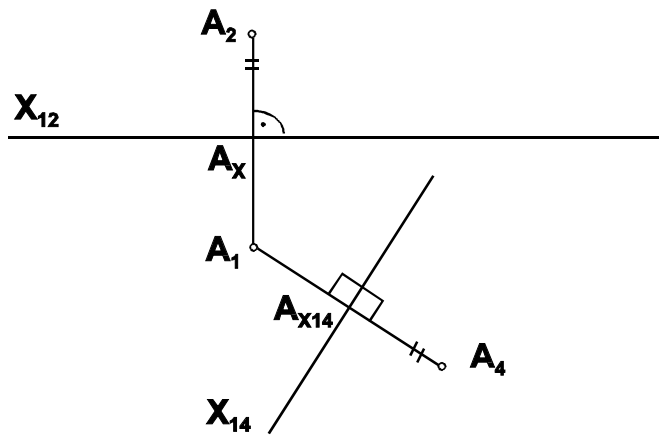
Задача 3. Определить расстояние от точки  $A$  до прямой  $BC$ . Решение задачи сводится к определению расстояния между двумя точками. На рисунке 8 решены первая и вторая задачи преобразования для прямой  $BC$ .

Если прямая занимает частное положение, то его нужно сохранить. На

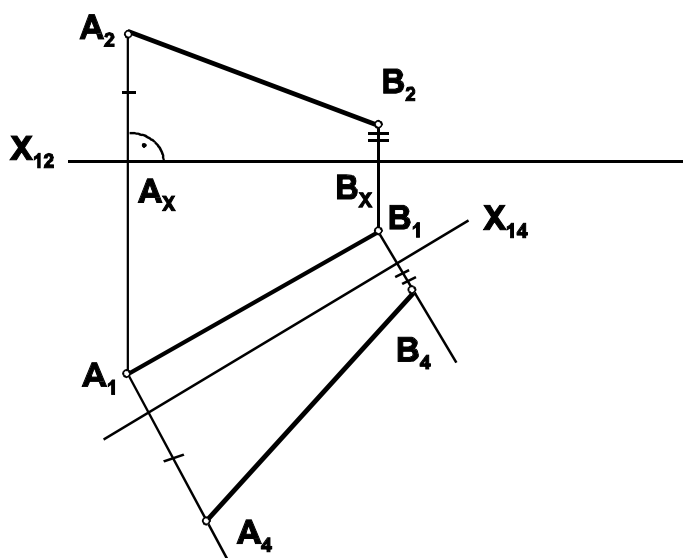
рисунке 9 прямая  $BC$  фронтальная, а потому заменена  $\Pi_1$  на  $\Pi_4$ , выполнено не два, а одно преобразование.



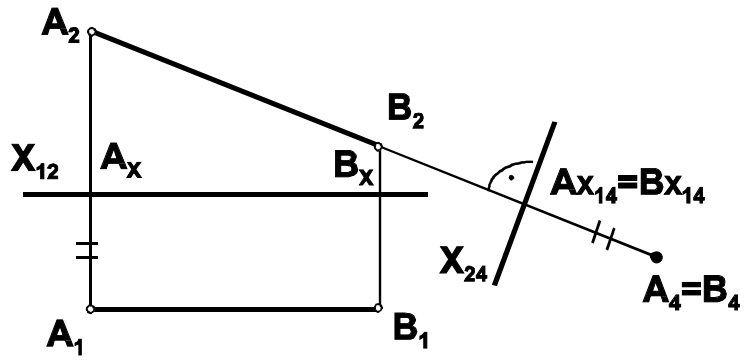
**Рисунок 1 - Наглядный чертеж точки**



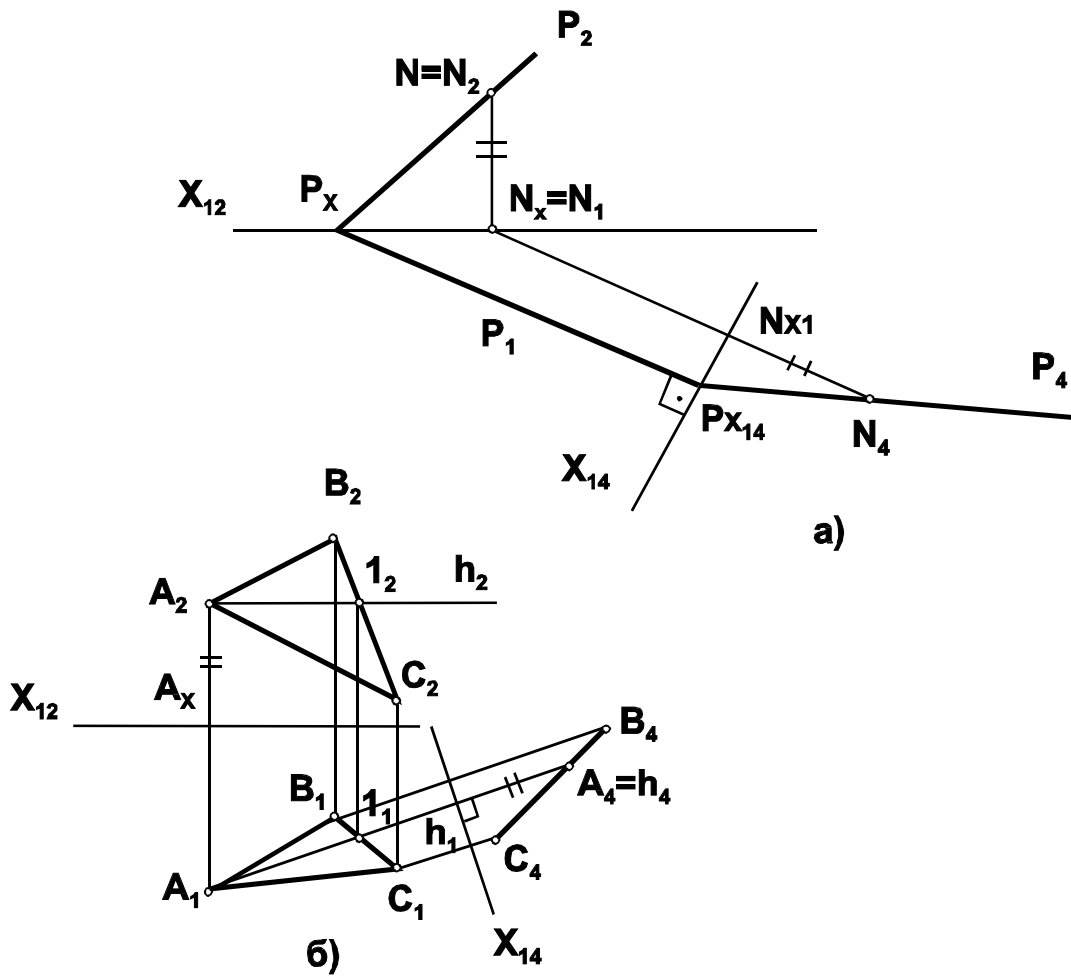
**Рисунок 2 - Комплексный чертеж точки**



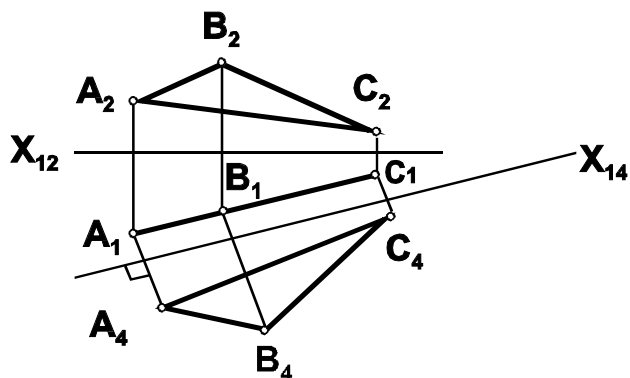
**Рисунок 3 - Первая основная задача преобразования**



**Рисунок 4 - Вторая основная задача преобразования**



**Рисунок 5 - Третья основная задача преобразования**



**Рисунок 6 - Четвертая основная задача преобразования**

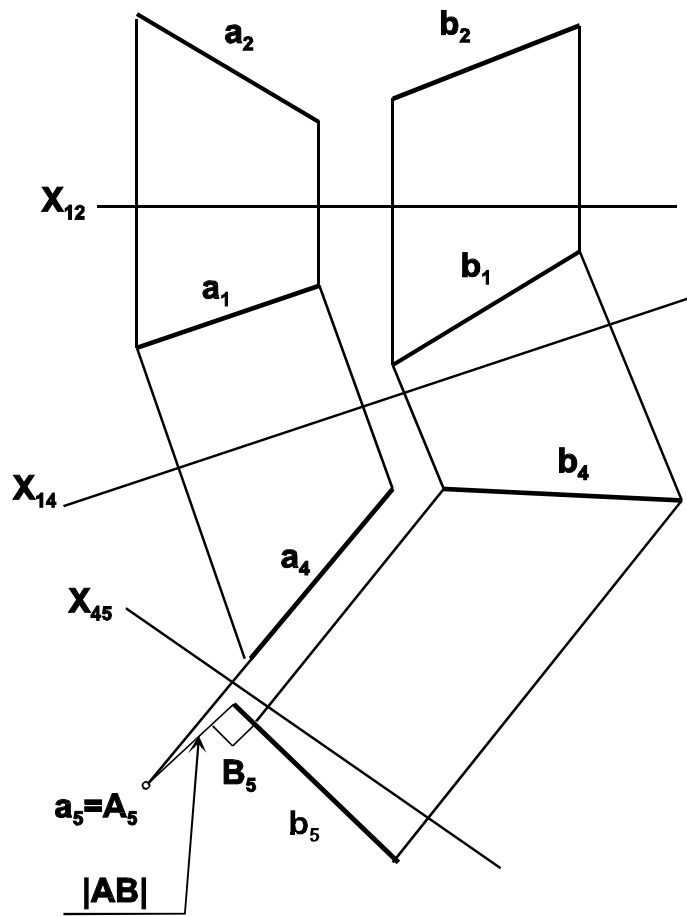


Рисунок 7

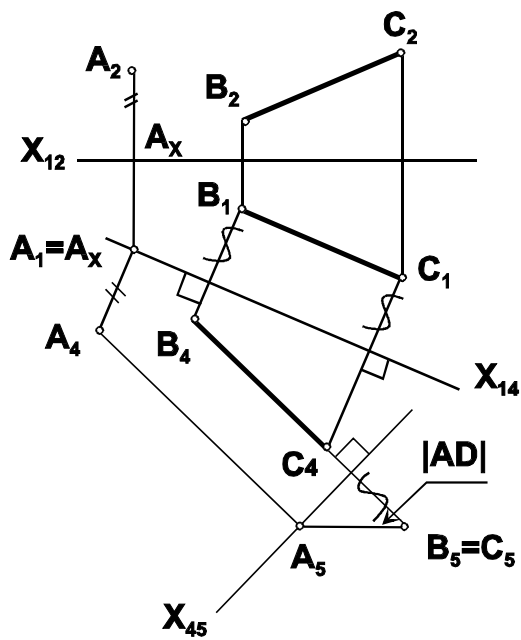


Рисунок 8

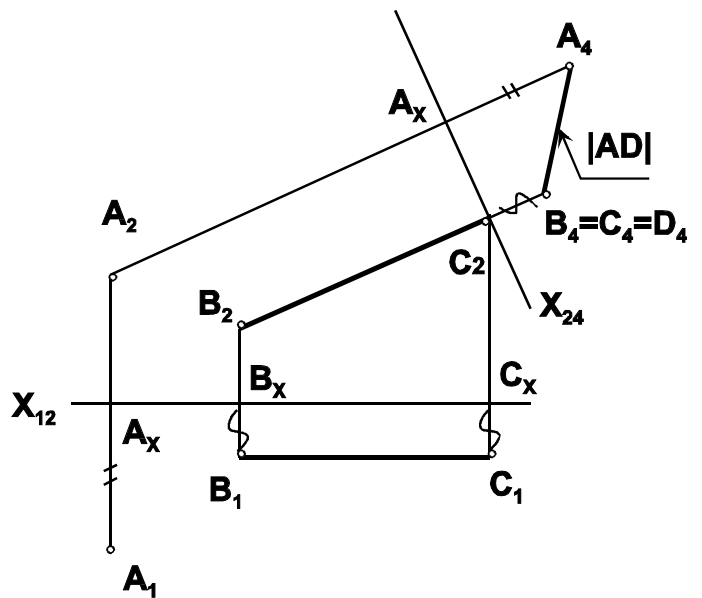


Рисунок 9



Задача 4. Определить величину двугранного угла. Решаем первую и вторую задачи преобразования для ребра этого угла. Помимо ребра необходимо спроецировать еще лишь по одной точке на каждой грани. На рисунке 10 ребром угла является прямая  $AB$ . Искомый угол определен прямыми  $A_5D_5$  и  $A_5C_5$ .

Если ребро не задано, его необходимо построить (рисунок 13, ребро  $MN$ ). Искомый угол между новыми следами плоскостей  $P_5$  и  $G_5$ .

Задача 5. Определить угол наклона плоскости  $ABC$  к  $\Pi_2$ . Заменить нужно  $\Pi_1$  на  $\Pi_4$ , используя фронталь ( $AD$  на рисунке 11). Решена третья задача преобразования. Искомый угол – между новой осью и проекцией плоскости.

Задача 6. Определить расстояние от точки до плоскости. На рисунке 14 решена третья задача преобразования. Плоскость  $\Pi_1$  заменена на  $\Pi_4$ . Решение сведено к определению расстояния от точки  $A_4$  до прямой – проекции данной плоскости  $G_4$ .

Задача 7. Определить расстояние между параллельными прямыми. Можно решить первую и вторую задачи преобразования для обеих прямых (рисунок 12), а можно решить третью и четвертую для плоскости, заданной этими прямыми (рисунок 15).

## 1.2 Вращение вокруг оси

Этот способ является одним из преобразований, в котором не меняются плоскости проекций.

Ось вращения  $i$  задается или выбирается. Траекторией точки  $A$  является окружность, плоскость которой перпендикулярна оси (наглядный рисунок 16). При решении задач необходимо следовать следующему алгоритму:

- провести через точку  $A$  плоскость траектории  $G$  перпендикулярно оси  $i$ . Положение плоскости представить в пространстве;
- найти центр  $O$  траектории как результат пересечения оси с плоскостью траектории;
- определить длину радиуса траектории  $|OA|$ .

Далее действия выполняются в соответствии с условием задачи.

### 1.2.1 Вращение вокруг проецирующей оси

На рисунке 17 точка  $A$  повернута против часовой стрелки на  $60^\circ$  вокруг горизонтально-проецирующей оси. Плоскость траектории  $G$  ( $G_2$ ) горизонтальна, поэтому траектория проецируется без искажения на  $\Pi_1$ .

Первая задача преобразования решена на рисунке 18. Целесообразно провести ось так, чтобы она пересекалась с прямой, т.к. точка пересечения  $B$  остается на месте и вращать нужно лишь одну точку  $A$  заданной прямой. Прямая  $AB$  замечает коническую поверхность, две образующие которой параллельны плоскости проекций ( $\Pi_2$  в примере, т.к. ось конуса перпендику-

лярна  $\Pi_1$ ). На рисунке обозначено одно из двух положений ( $B_1'A_1'$  параллельна оси  $OX$ , затем строим по алгоритму  $A_2'$  и  $A_2'B_2'$ ).

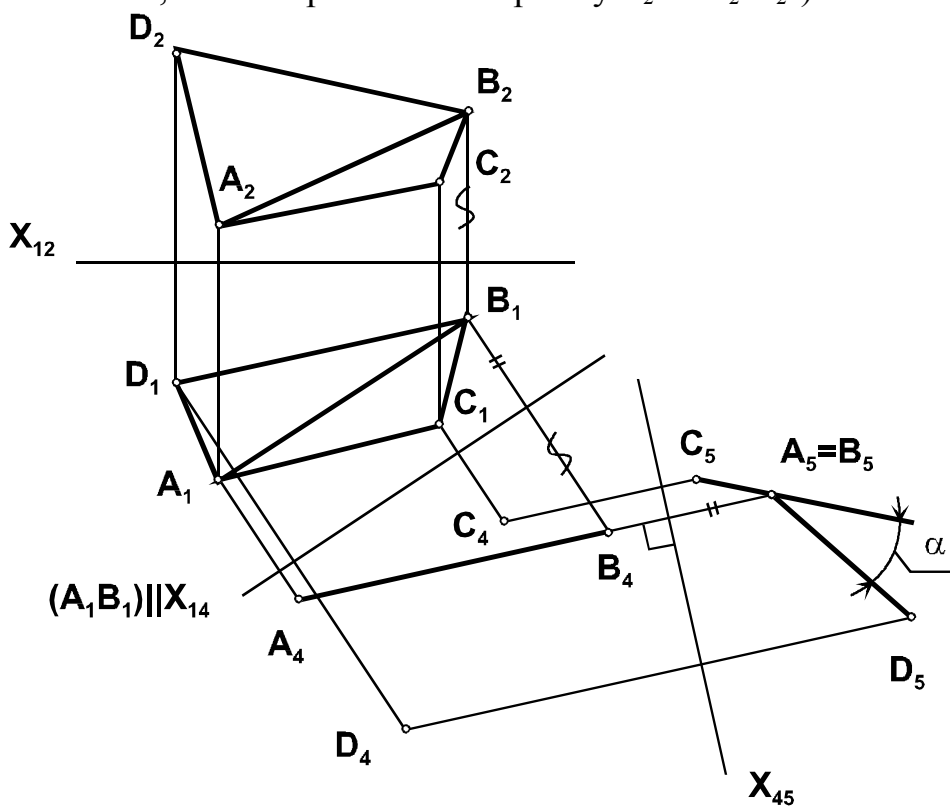


Рисунок 10

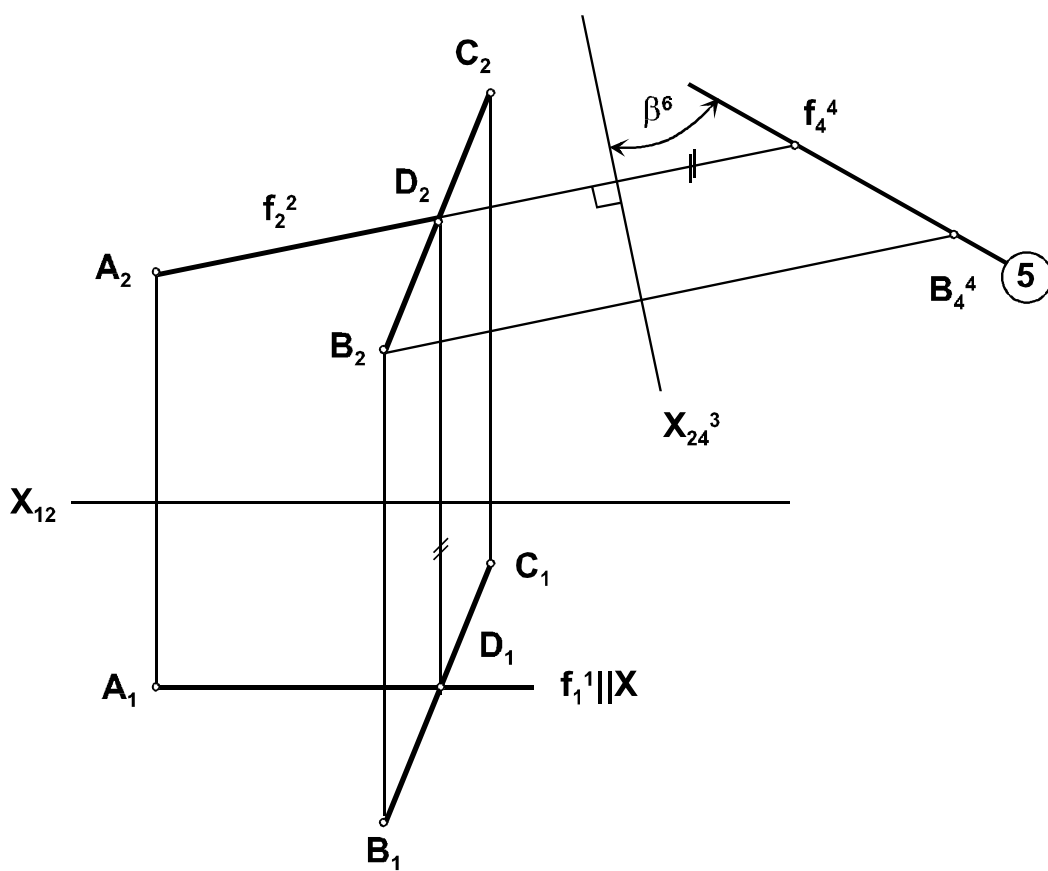


Рисунок 11

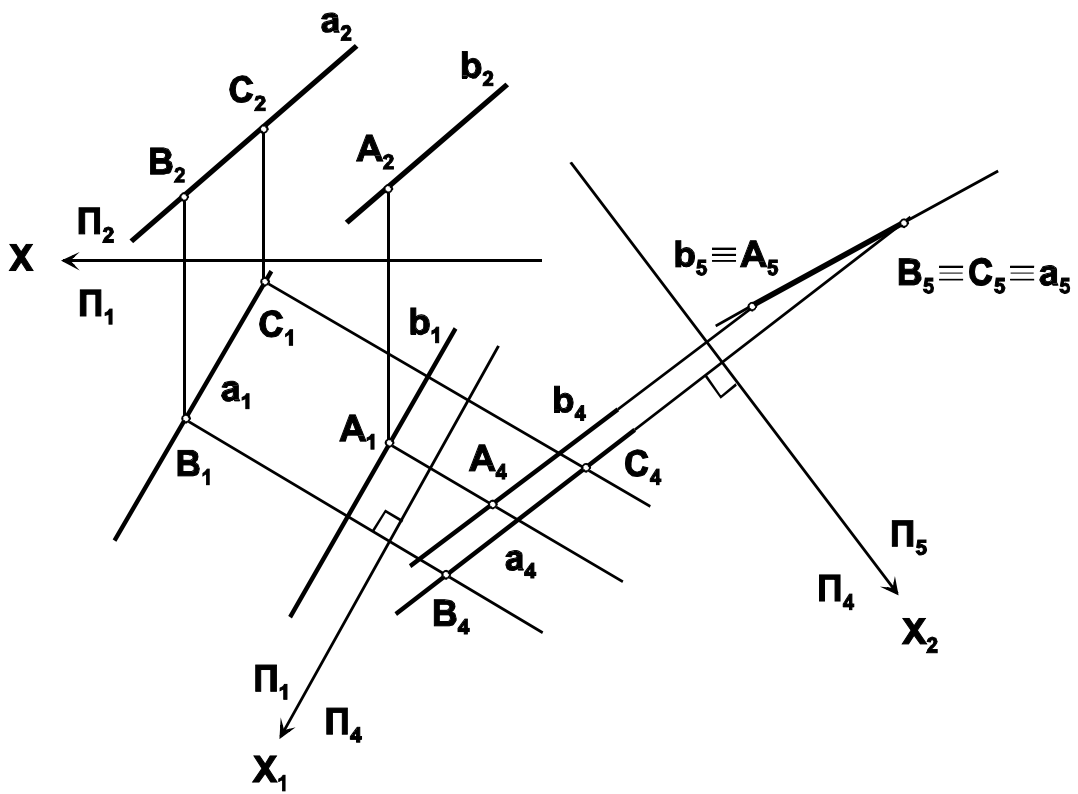


Рисунок 12

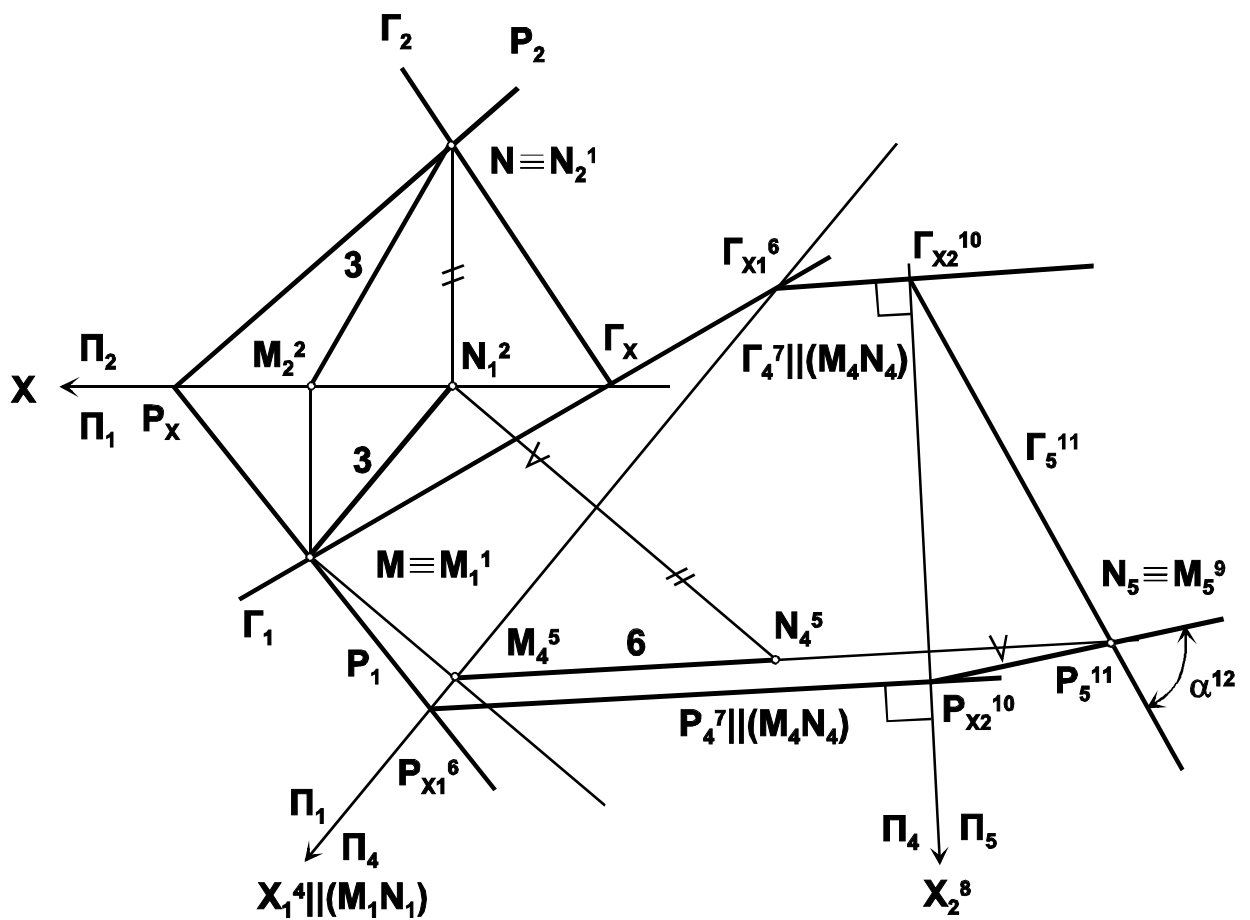
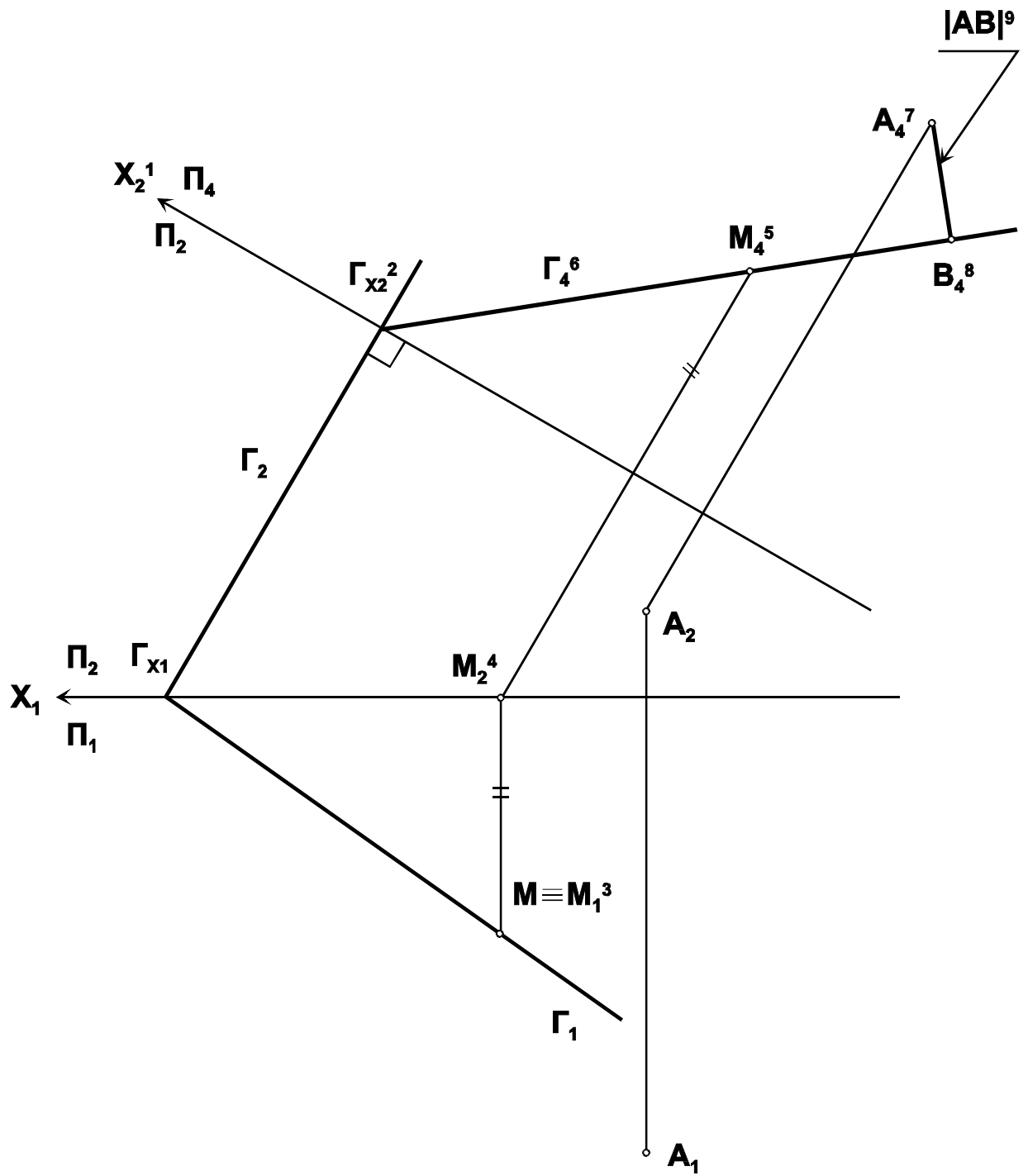
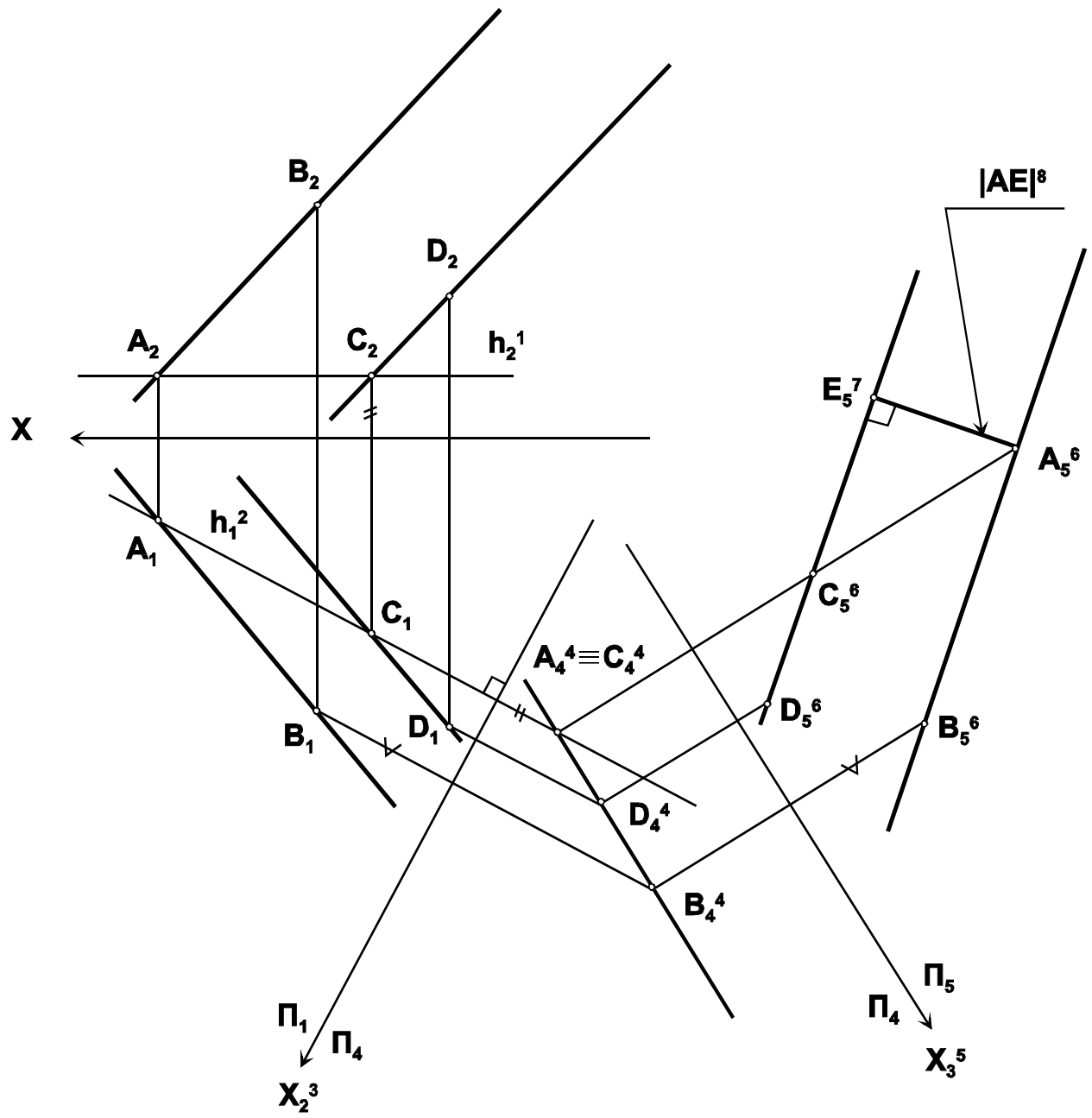


Рисунок 13



**Рисунок 14**



**Рисунок 15**

Вторая задача преобразования решена на рисунке 19. Прямая  $AB$  параллельна плоскости  $\Pi_2$ , чтобы это положение сохранить, выберем ось перпендикулярно  $\Pi_2$ . Прямая вместе с точкой  $A$  вращается во фронтальной плоскости. Расположим отрезок перпендикулярно  $\Pi_1$ , построив  $A_2^1$  по алгоритму вращения.

Третья задача преобразования решена на рисунке 20. Т.к. плоскость  $P$  задана следами, расположим ось вращения  $i$  в плоскости проекций ( $\Pi_2$  на рисунке). Точка  $N$  пересечения оси с фронтальным следом плоскости останется на месте. Плоскость общего положения при этом вращении можно расположить перпендикулярно фронтальной плоскости. Линия ската  $MN$  плоскости должна попасть в  $\Pi_2$ , т.е. горизонтальный след  $M$  линии ската расположим на оси  $OX$ , чтобы горизонтальный след плоскости оказался перпендикулярным оси  $OX$ . Новый фронтальный след плоскости определен точкой схода следов  $P_x'$  и точкой на оси вращения  $N$ .

Третья задача преобразования для случая, когда плоскость задана не следами, решена на рисунке 21.

В плоскости общего положения треугольника  $ABC$  проводится линия уровня  $AI$ , которая вращением вокруг оси  $i$  (в примере  $i$  перпендикулярна  $\Pi_1$ ) ставится в положение, перпендикулярное плоскости  $\Pi_2$ . Тогда плоскость данная станет проецирующей (в примере перпендикулярна  $\Pi_2$ ).

Последовательность решения ясна из рисунка. Точка  $O$  пересечения оси и горизонтали остается на месте. Вращаем точку  $I$  по алгоритму. Каждая вершина треугольника вращается в плоскости, перпендикулярной оси (в примере это горизонтальные плоскости  $\Gamma$ ). Угол наклона данной плоскости к  $\Pi_1$  не меняется, поэтому не меняется величина горизонтальной проекции. Изменилось лишь положение этой проекции. Затем строим фронтальную проекцию треугольника – это отрезок ( $C_2'B_2'$  в примере).

Четвертая основная задача преобразования решена на рисунке 22. Если данная плоскость перпендикулярна  $\Pi_2$ , то ось вращения тоже должна быть перпендикулярна  $\Pi_2$ . Данную плоскость вращения можно расположить горизонтально. Точка  $C$  пересечения оси вращения и плоскости остается на месте. Через  $C_2$  пройдет новый фронтальный след  $\Delta_2'$  плоскости параллельно оси  $OX$ . Все вершины треугольника вращаются во фронтальных плоскостях  $\Gamma$ . Сначала находим по алгоритму вращения новые фронтальные проекции вершин, затем горизонтальные.

Задача. Точку  $A$  повернуть вокруг заданной оси  $i$  так, чтобы она попала в плоскость  $\Delta$ , заданную следами.

Решение выполнено на рисунке 23. По алгоритму вращения необходимо через точку  $A$  провести плоскость траектории  $\Gamma$ , перпендикулярную оси. Эта плоскость  $\Gamma$  займет горизонтальное положение.

Затем следует построить линию пересечения данной плоскости с плоскостью траектории (горизонталь  $h$ ). На эту линию должна попасть точка  $A$ . Выполним второе и третье действия алгоритма, т.е. определим центр  $O$  вращения и радиус  $OA$ . Вычертим окружность  $a$  и найдем искомые точки ( $A'$  и  $A''$ ) как результат пересечения окружности с горизонталью.

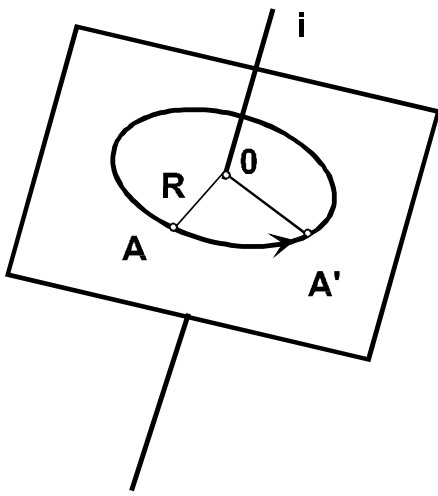


Рисунок 16

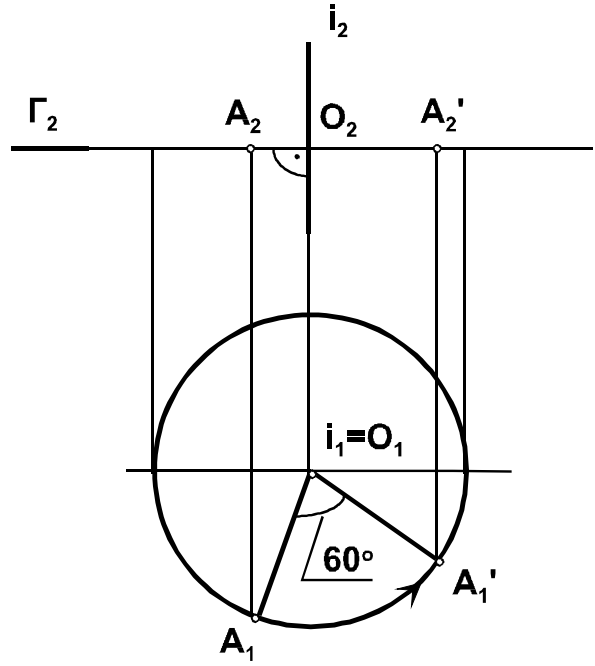


Рисунок 17

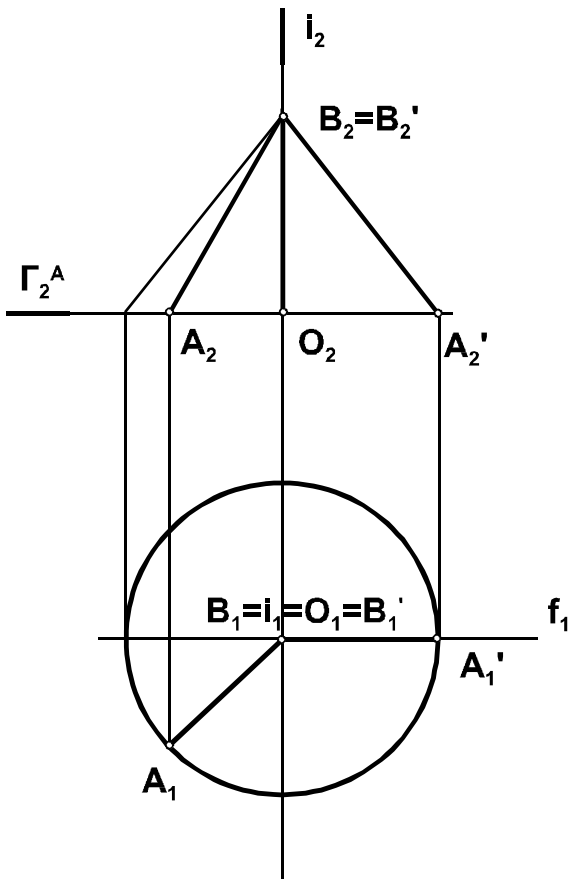


Рисунок 18

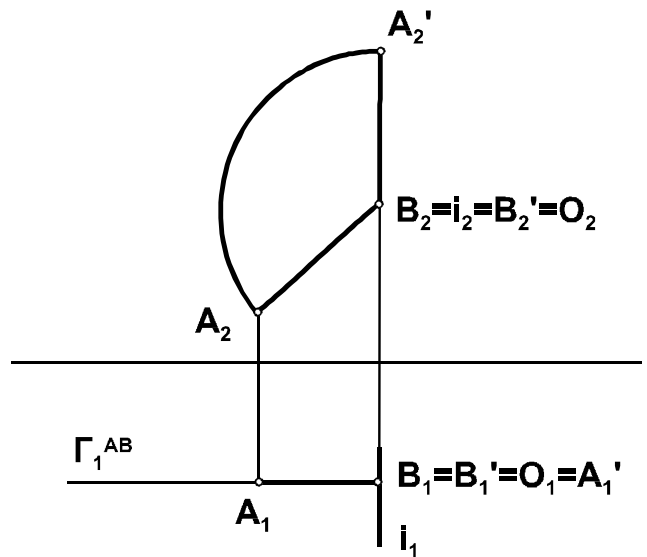


Рисунок 19

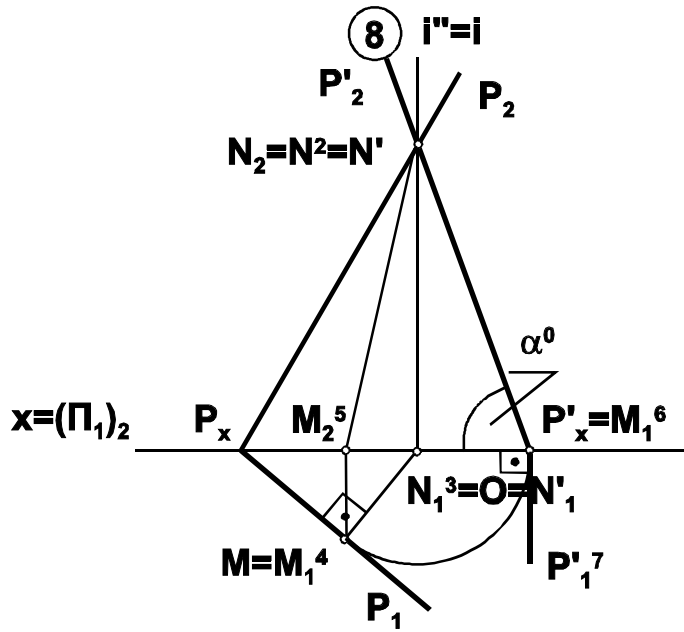


Рисунок 20

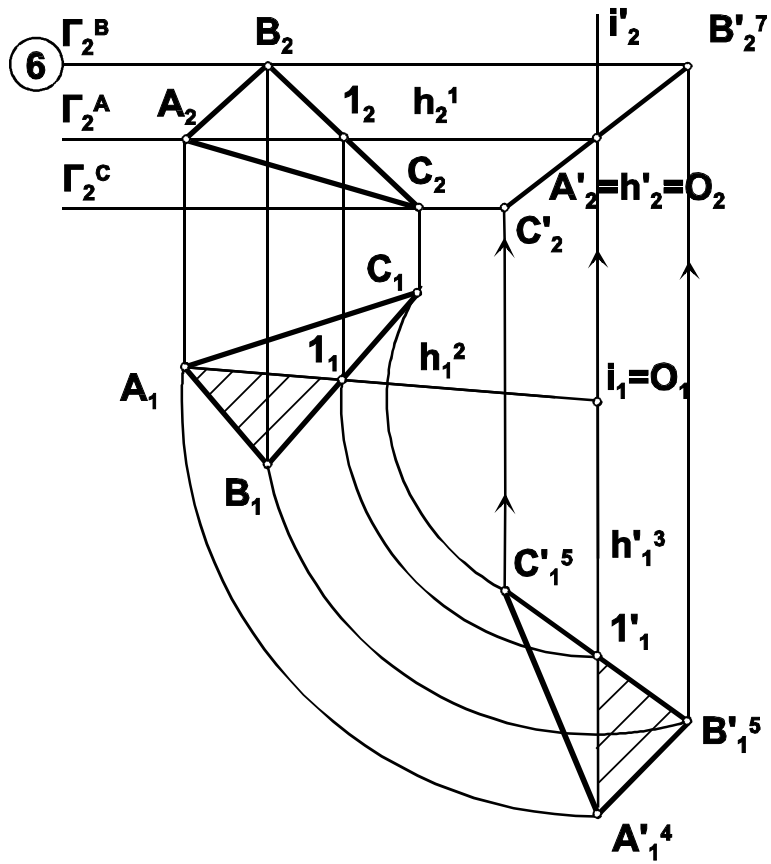
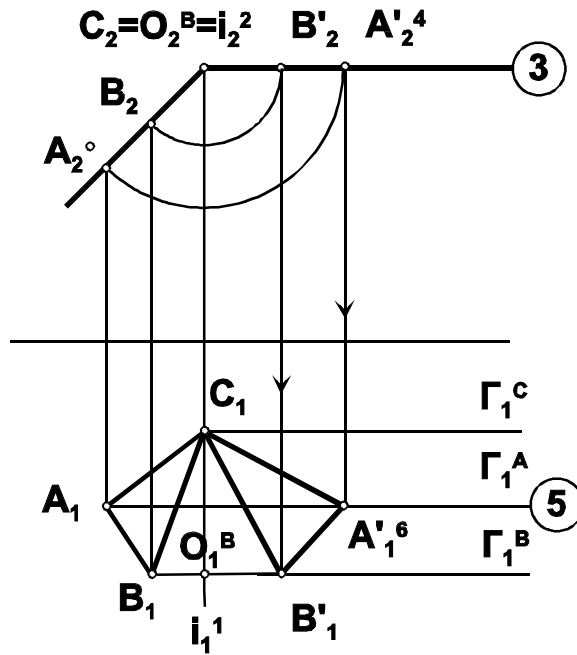
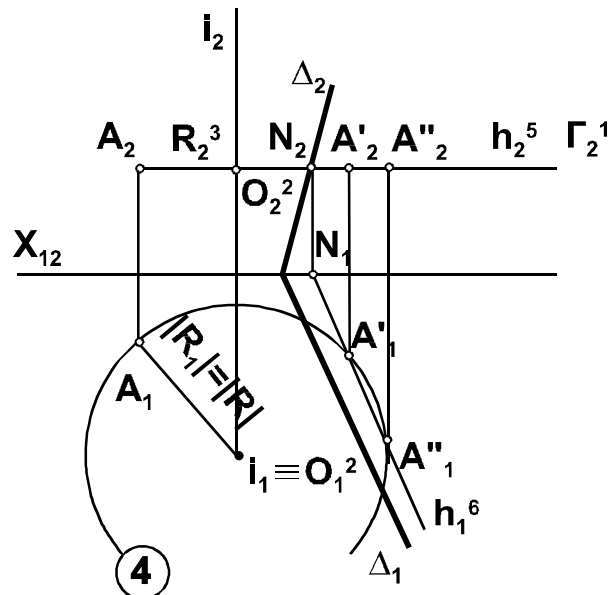


Рисунок 21





**Рисунок 22**



**Рисунок 23**

## 1.2.2 Вращение вокруг линии уровня

Вращение точки  $A$  вокруг горизонтальной линии уровня  $i$  показано на рисунке 24. Точку поместим в горизонтальную плоскость, содержащую ось вращения.

Выполним алгоритм вращения (пункт 26.2). Плоскость траектории  $\Gamma$  представим в пространстве, она перпендикулярна  $\Pi_1$ . Центр  $O$  найден в результате пересечения плоскости  $\Gamma$  и оси  $i$ . Радиус  $OA$  искажается при проецировании, поэтому его величину определяем по правилу прямоугольного треугольника (пункт 13.1).

Полученный отрезок  $O_1A_0$  отложим на следе  $\Gamma_1$  от точки  $O_1$ , искомая точка  $A_1'$  построена. Можно было бы расположить точку по другую сторону от оси, но предпочтительно не загромождать чертеж.

Вращением вокруг линии уровня решают четвертую задачу преобразования.

На рисунке 25 определена величина треугольника вращением вокруг его горизонтали. Чтобы повернуть плоскость общего положения вокруг оси, необходимо повернуть лишь одну точку, т.к. ось вращения не меняет своего положения. На рисунке 25 повернута вершина треугольника  $A$ , не принадлежащая оси. Для остальных точек плоскости нет необходимости выполнять все действия алгоритма вращения, кроме первого.

На рисунке 25 точка  $D$  пересечения оси со стороной  $BA$  осталась на месте, поэтому новое положение точки  $B$  определится в результате пересечения прямой  $AD$  в новом положении с плоскостью траектории точки  $B$ .

Треугольник  $A'B'C'$  занимает горизонтальное положение, задача решена. На рисунке 26 плоскость  $P$ , заданная следами совмещена с  $\Pi_1$  вращением вокруг  $P_1$ . Выполнено первое действие алгоритма вращения для точки  $N$ , затем использован отрезок  $|P_xN|$ . Построены совмещенный фронтальный след плоскости  $\bar{P}_2$ , горизонталь  $\bar{h}$  и фронталь  $\bar{f}$ , точка  $\bar{A}$ .

На рисунке 27 определена истинная величина эллипса совмещением его плоскости с  $\Pi_1$ .

## 1.3 Плоскопараллельное перемещение

Суть этого преобразования заключается во вращении геометрической фигуры вокруг проецирующей оси, причем ось и траектория не изображаются. Например, если точка вращается вокруг горизонтальнопроецирующей оси, то она перемещается в горизонтальной плоскости в любое место (рисунки 28, 29).

Первая задача преобразования решена на рисунке 30. Отрезок прямой  $AB$  общего положения перемещен во фронтальное положение. Зададим горизонтальные плоскости, в которых перемещаются концы  $A$  и  $B$  отрезка. Расположим новую горизонтальную проекцию отрезка в любом месте параллельно оси  $OX$ . Величина горизонтальной проекции отрезка неизменна, т.к. при пе-





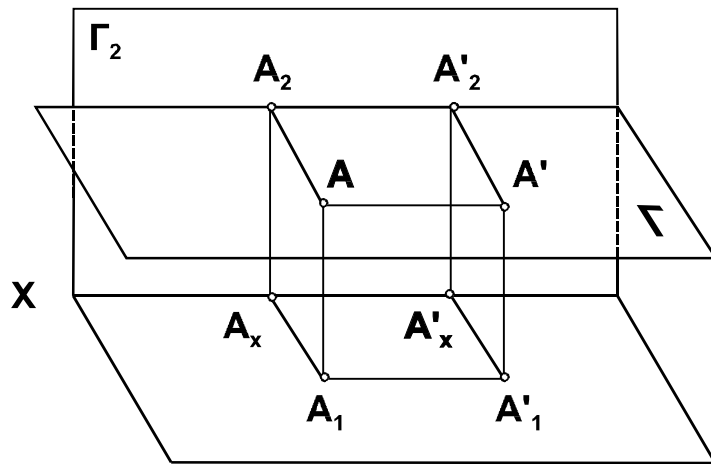


Рисунок 28

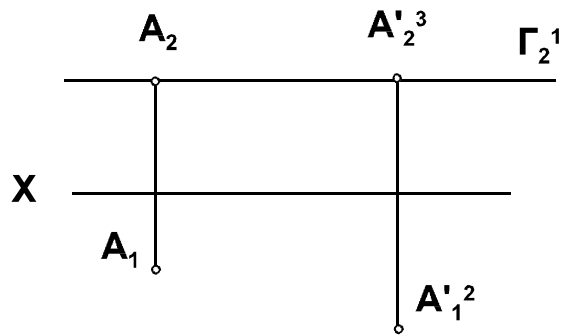


Рисунок 29

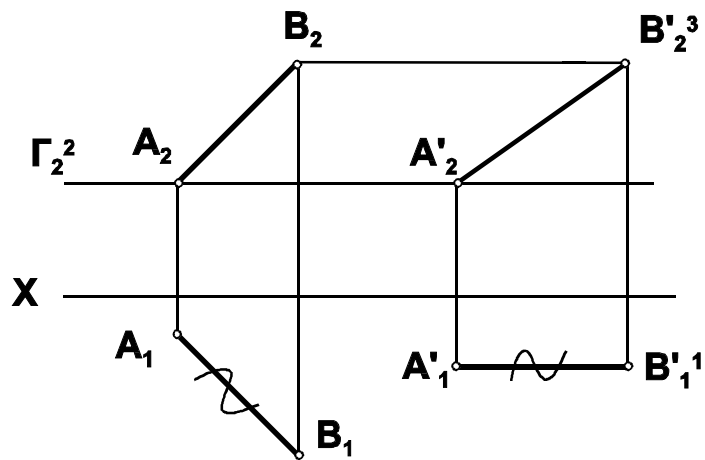


Рисунок 30

ремещении относительно горизонтальной плоскости неизменен угол наклона фигуры к ней.

Строим новые фронтальные проекции точек, а затем отрезка.

Вторая задача преобразования решена на рисунке 31. Прямую  $AB$  фронтальную переместили в горизонтальнопроецирующее положение. Оба конца отрезка расположены в одной фронтальной плоскости, которую задали горизонтальным следом. Новая фронтальная проекция отрезка расположена в любом месте перпендикулярно оси  $OX$ . Теперь величина фронтальной проекции отрезка неизменна. Находим горизонтальную проекцию отрезка в новом положении.

Третья задача преобразования решена на рисунке 32. Плоскость общего положения, заданная треугольником, перемещена во фронтальнопроецирующее положение. Треугольник перемещен относительно горизонтальной плоскости, т.е. каждая из вершин перемещалась в своей горизонтальной плоскости (на рисунке заданы фронтальными следами, параллельными оси  $OX$ ). Чтобы плоскость стала перпендикулярна  $P_2$ , необходимо чтобы она проходила через перпендикуляр к  $P_2$ , т.е. горизонталь треугольника нужно расположить в любом месте, но перпендикулярно  $P_2$ . Изобразим горизонтальную проекцию горизонтали перпендикулярно оси  $OX$ . Выберем на ней новое положение вершины  $A_1'$ . Отложим отрезок  $A_1D_1$  и построим левую и правую части треугольника, величина горизонтальной проекции которого не изменилась. Затем построим новую фронтальную проекцию треугольника – отрезок  $B_2'C_2'$ .

Задача. Определить расстояние от точки  $A$  до плоскости  $\Gamma$  ( $\Gamma_1, \Gamma_2$ ) перемещением.

Решение выполнено на рисунке 33. Перемещены фигуры относительно  $P_1$ . В плоскости проведена горизонталь, перемещенная в положение, перпендикулярное  $P_2$ .

Изобразим следы горизонтальных плоскостей, в которые перемещаются точка  $A$  и горизонталь.

Взаимное расположение горизонтальных проекций сохранится после перемещения. После построения фронтальных проекций искомое расстояние определяется в  $P_2$  как расстояние от точки до следа плоскости.



## **Список использованных источников**

1 Иванов Г.С. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1995. – 224 с.

2 Курс начертательной геометрии (на базе ЭВМ)/ А.М. Тевлин, Г.С. Иванов, Л.Г. Нартова, В.С. Полозов, В.И. Якунин. – М.: Высшая школа, 1983. – 175 с.

3 Фролов С.А. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1983. – 240 с.

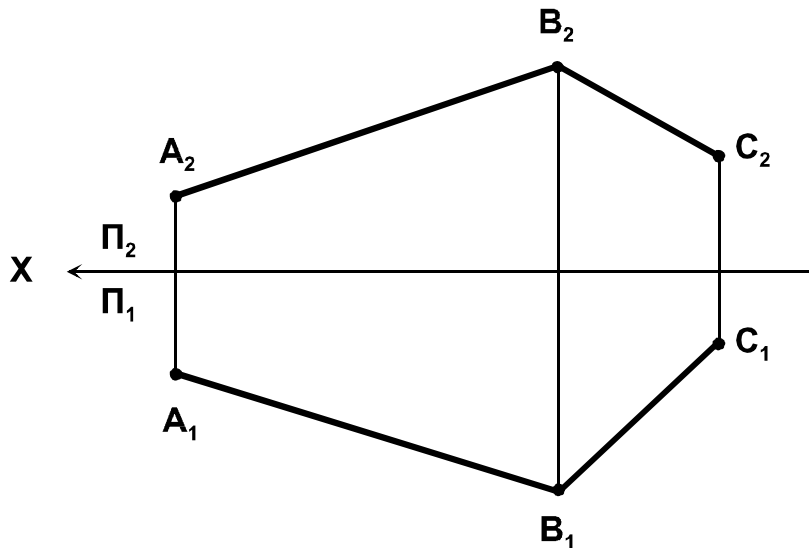
4 Начертательная геометрия/ Н.Ф. Четвертухин, В.С. Левицкий, З.И. Прянишникова, А.М. Тевлин, Г.И. Федотов. – М.: Высшая школа, 1963. – 420 с.



**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Комплект заданий**

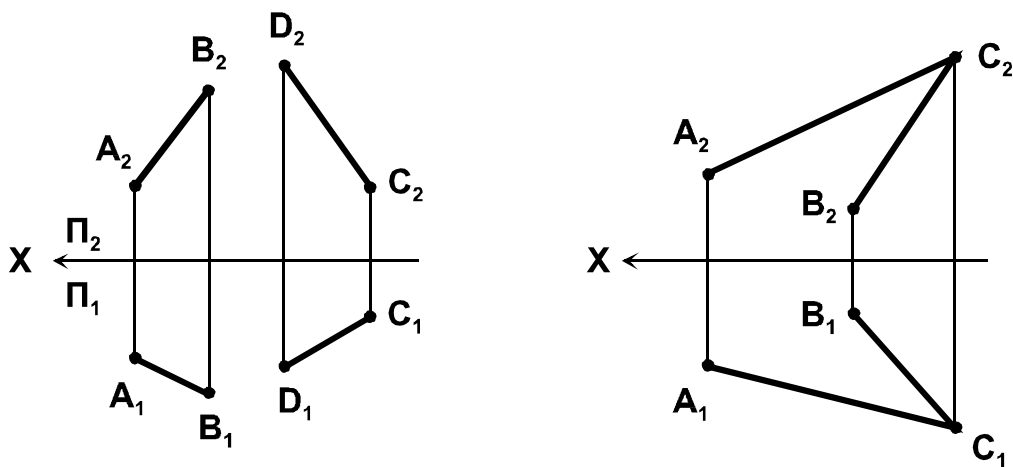
1

1. *Определить истинную величину угла ABC методом перемены.*
2. *Определить истинную величину угла ABC вращением вокруг линии уровня.*



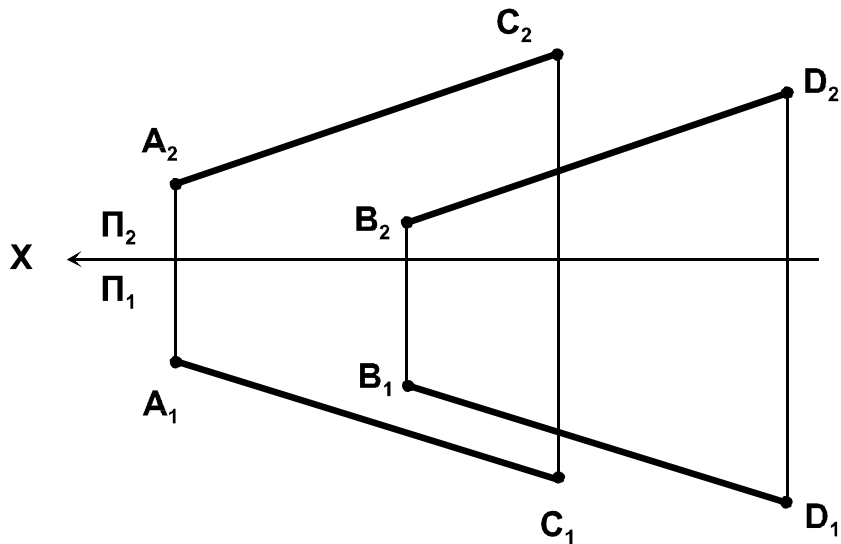
2

1. *Определить расстояние между прямыми AB и CD методом перемены.*
2. *Определить угол между прямыми AC и BC вращением вокруг линии уровня.*



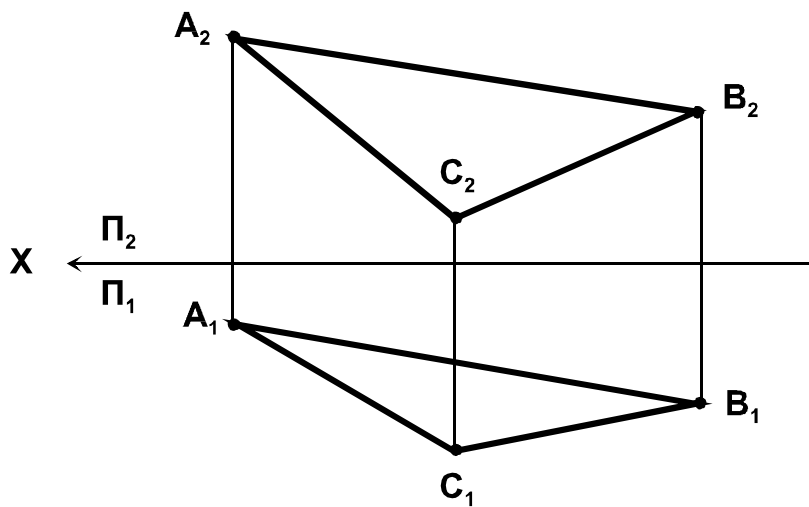
3

1. Определить расстояние между параллельными прямыми  $AC$  и  $BD$  методом перемены.
2. Определить расстояние между параллельными прямыми  $AC$  и  $BD$  методом вращения вокруг линии уровня.

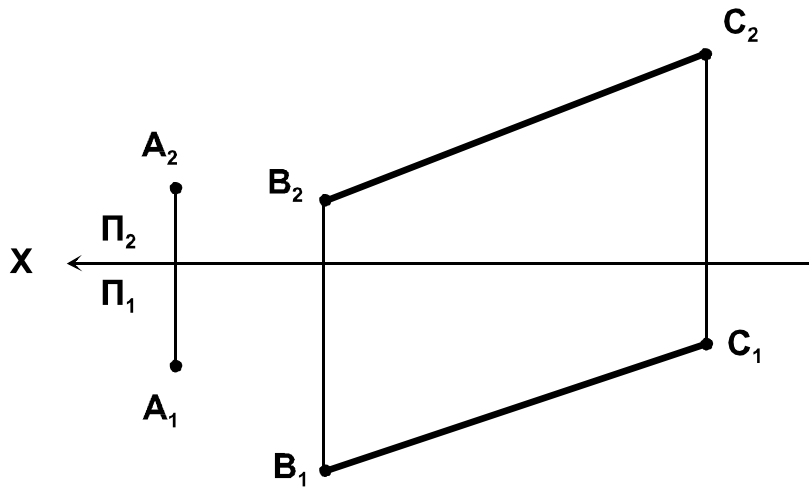


4

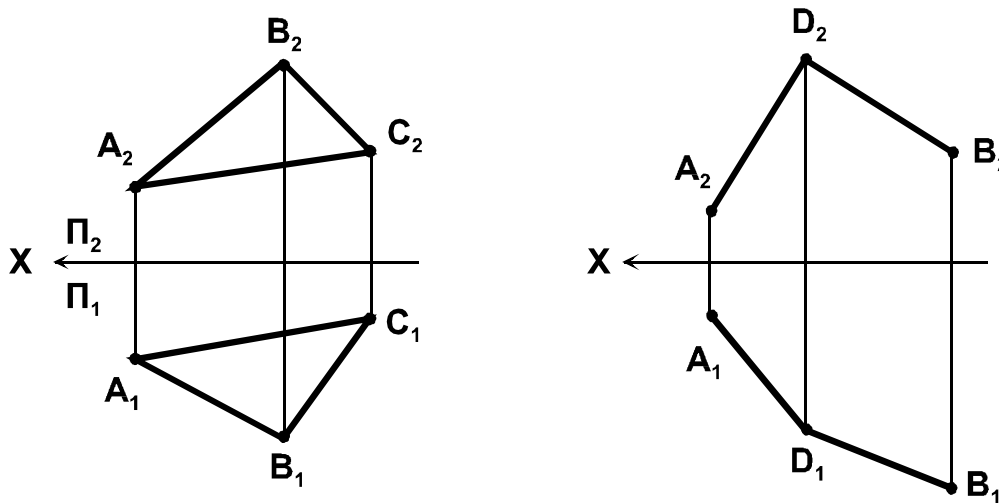
1. Определить угол наклона плоскости треугольника  $ABC$  к фронтальной плоскости проекций методом перемены.
2. Определить величину треугольника  $ABC$  вращением вокруг горизонтали.



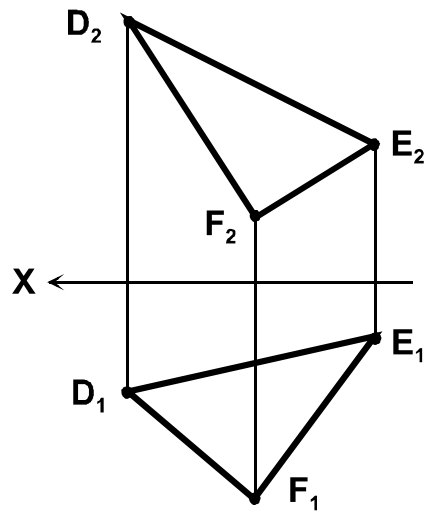
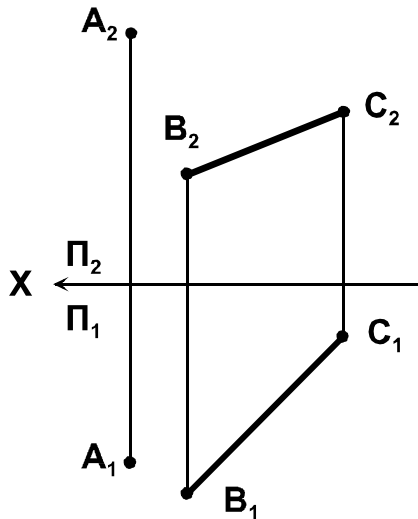
1. Определить расстояние от точки  $A$  до прямой  $BC$  методом перемены.
2. Определить расстояние от точки  $A$  до прямой  $BC$  методом вращения.



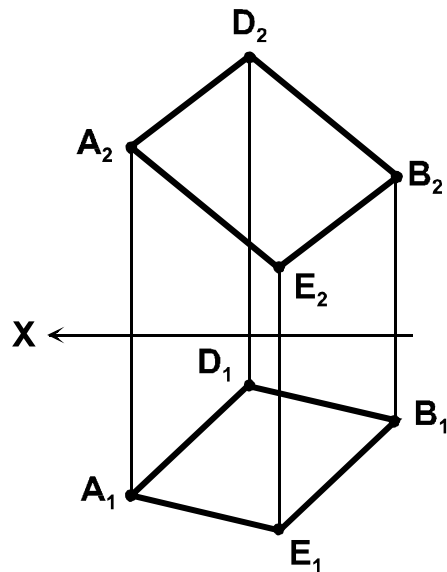
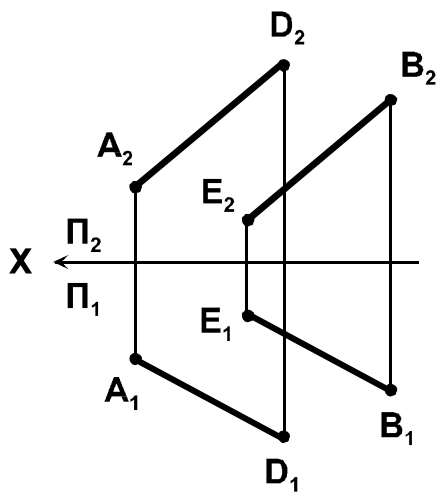
1. Определить истинную величину треугольника  $ABC$  методом перемены.
2. Определить истинную величину угла  $ADB$  вращением вокруг линии уровня.



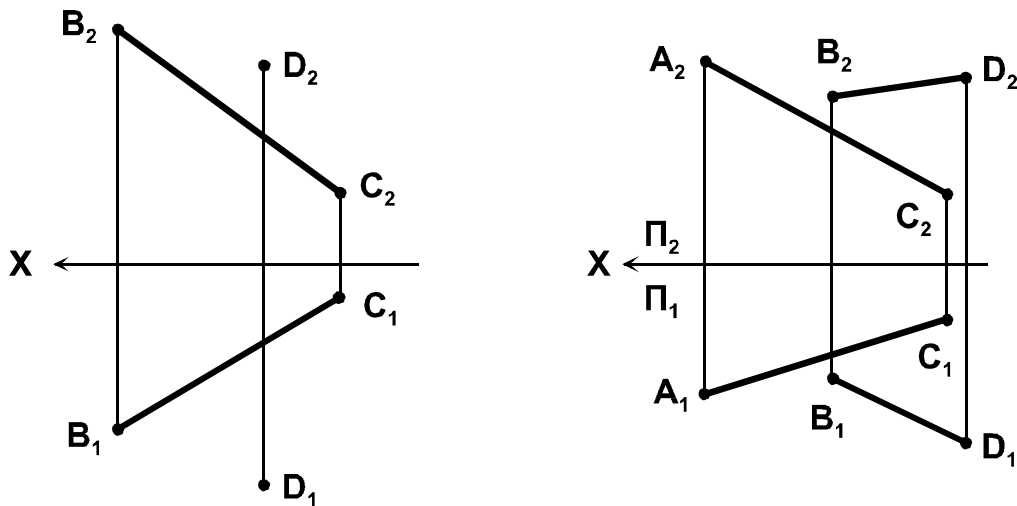
1. Определить расстояние от точки  $A$  до прямой  $BC$  методом перемены.
2. Определить истинную величину треугольника  $DEF$  вращением вокруг линии уровня.



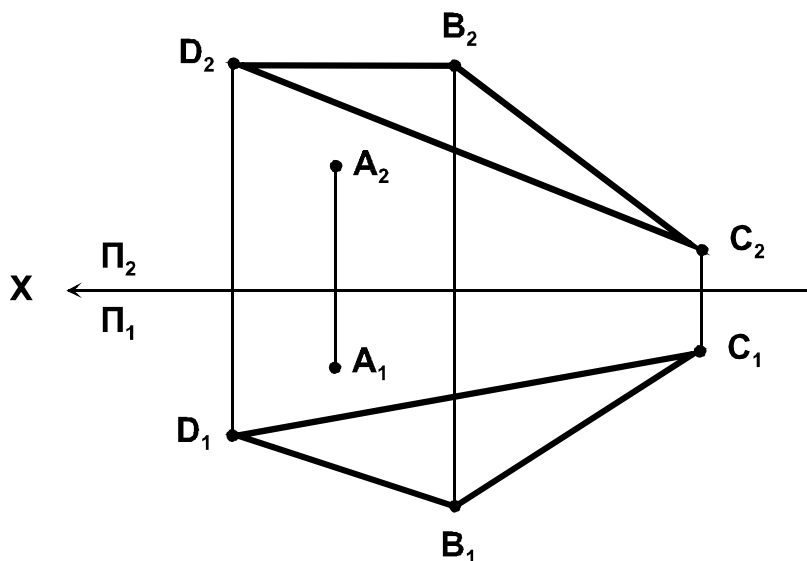
1. Определить расстояние между параллельными прямыми  $AD$  и  $BE$  методом перемены.
2. Определить истинную величину четырехугольника  $ADBE$  вращением вокруг линии уровня.



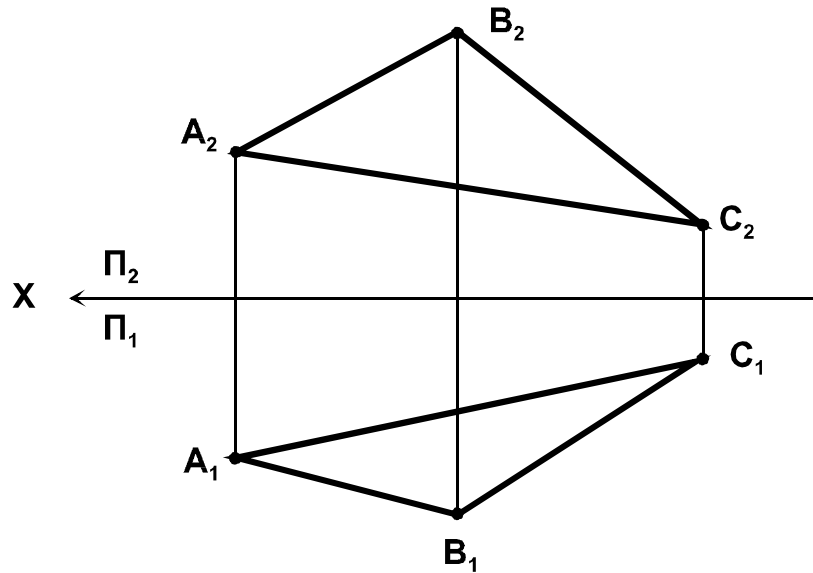
1. Определить расстояние от точки  $D$  до прямой  $BC$  вращением вокруг линии уровня.
2. Определить расстояние между прямыми  $AC$  и  $BD$  методом перемены.



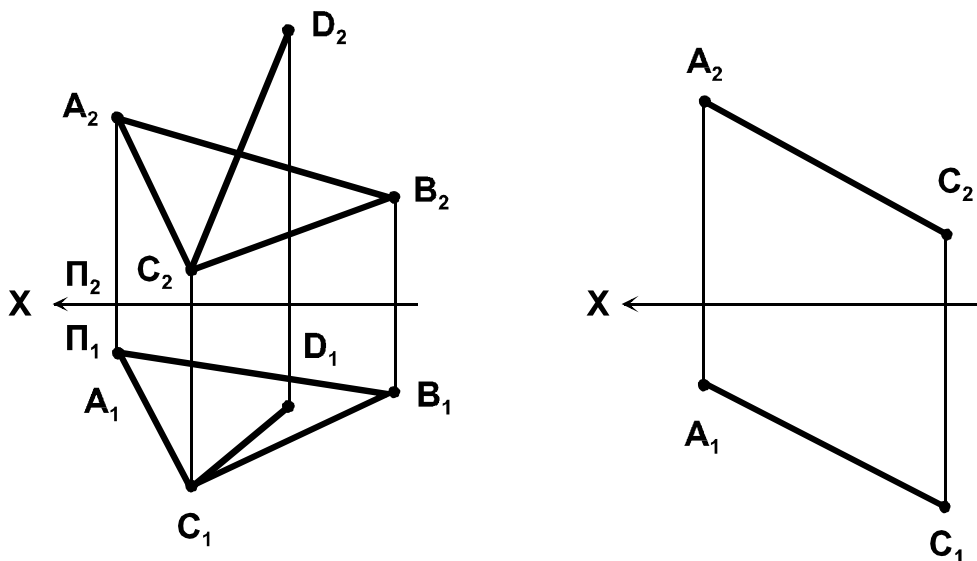
1. Определить расстояние от точки  $A$  до плоскости треугольника  $B_1C_1D_1$  методом перемены.
2. Определить величину треугольника  $B_1C_1D_1$  вращением вокруг линии уровня.



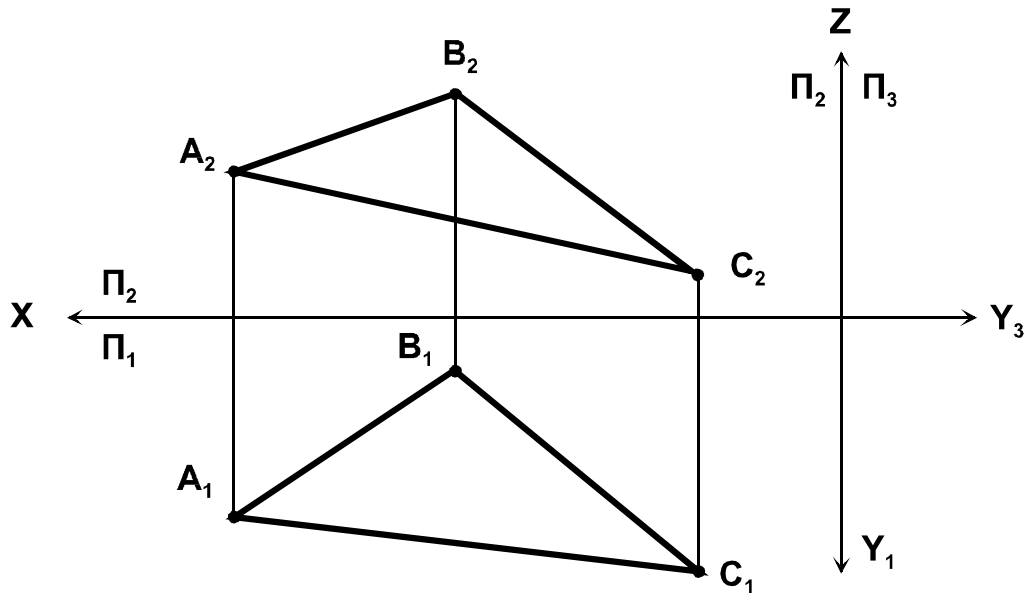
1. Определить угол наклона плоскости треугольника  $ABC$  к горизонтальной плоскости проекцией методом перемены.
2. Определить натуральную величину треугольника  $ABC$  вращением вокруг фронтали.



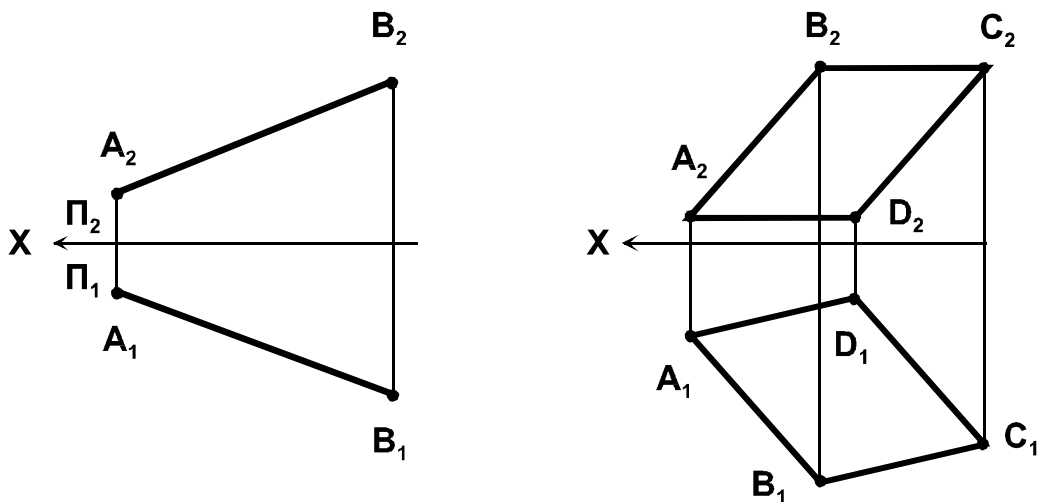
1. Определить угол наклона прямой  $CD$  к плоскости треугольника  $ABC$  методом перемены.
2. Определить натуральную величину отрезка  $AC$  методом вращения вокруг проецирующей оси.



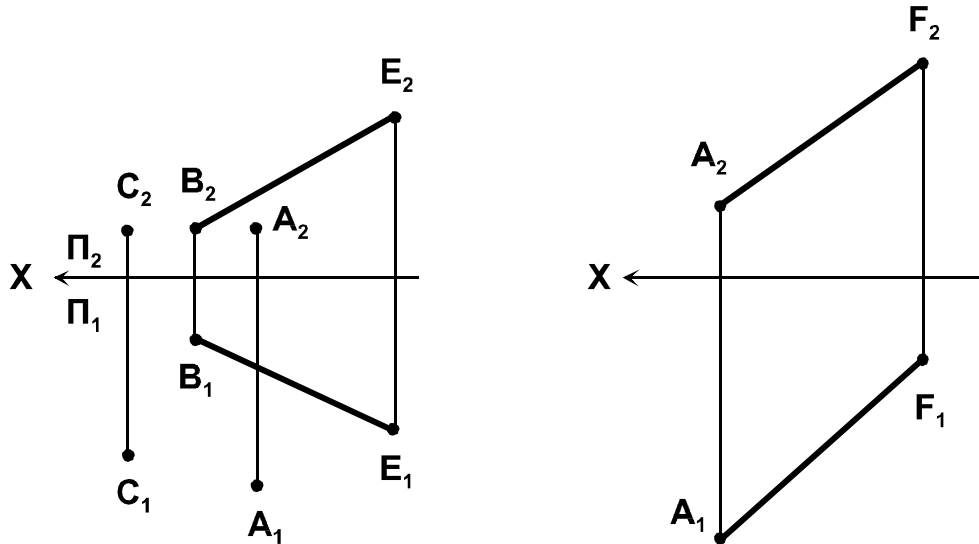
1. Определить угол наклона плоскости треугольника  $ABC$  к профильной плоскости проекций методом перемены.
2. Определить величину угла  $ABC$  вращением вокруг линии уровня.



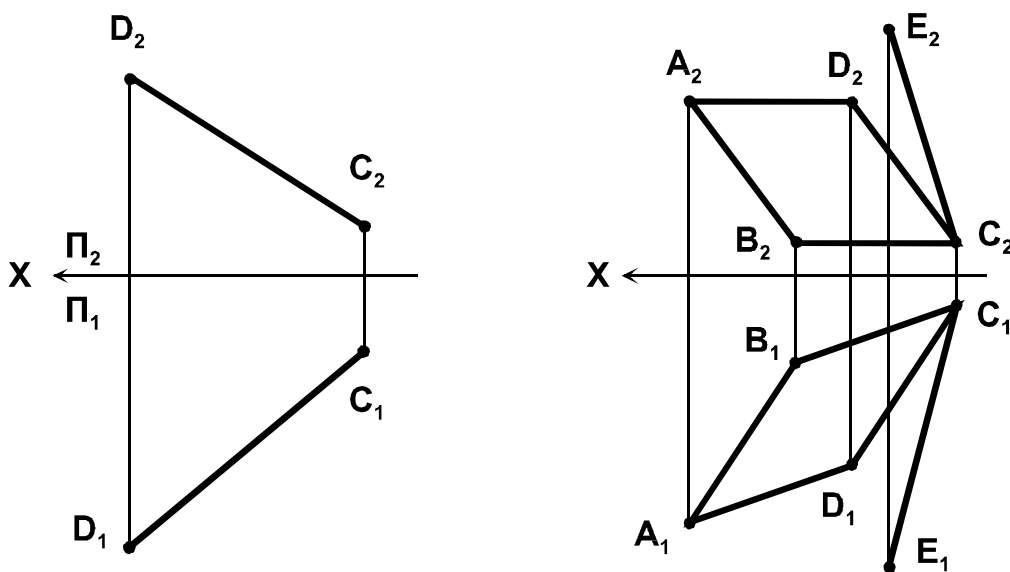
1. Определить угол наклона прямой  $AB$  к горизонтальной плоскости проекций методом перемены.
2. Определить истинную величину параллелограмма  $ABCD$  методом вращения.



1. Определить истинную величину двугранного угла при ребре  $BE$  методом перемены.
2. Определить величину отрезка  $AF$  методом вращения вокруг проецирующей оси.

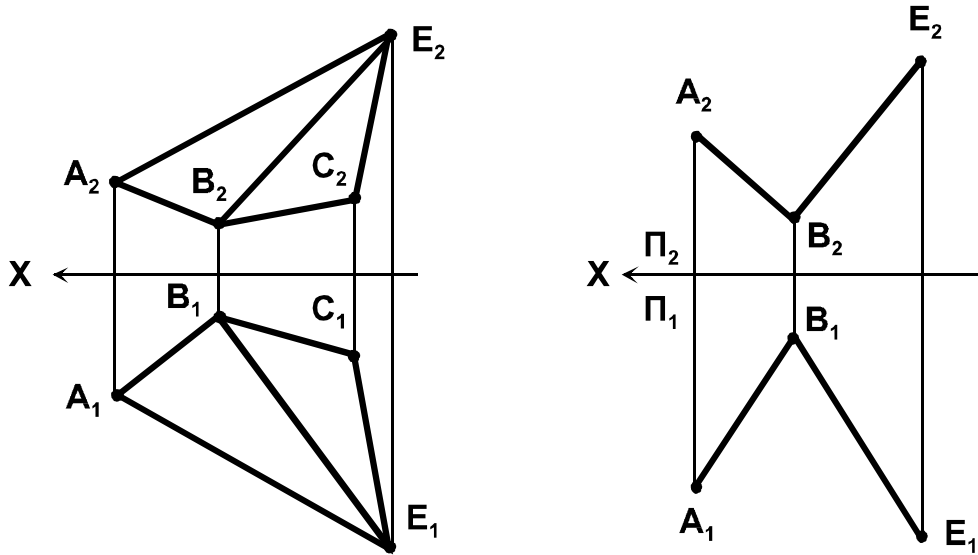


1. Определить угол наклона прямой  $DC$  к плоскости  $\Pi_2$  методом перемены.
2. Определить угол между прямой  $EC$  и плоскостью параллелограмма  $ABCD$  методом вращения.

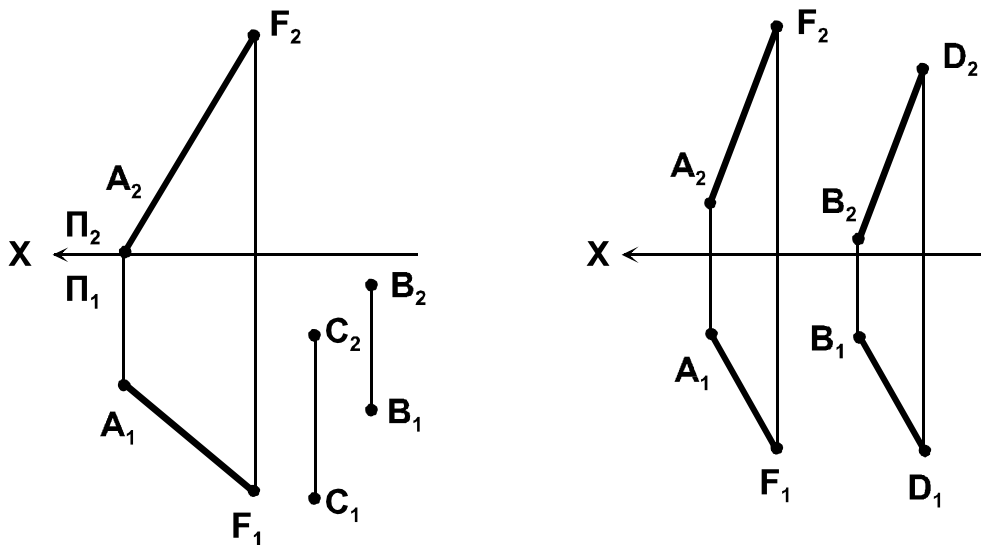




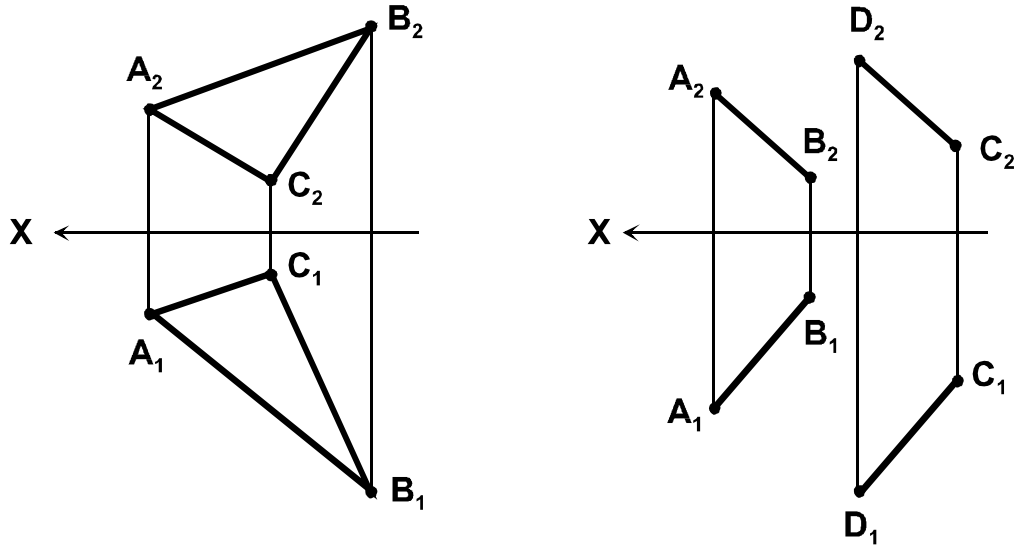
1. Определить натуральную величину двугранного угла при ребре  $BE$  вращением.
2. Определить величину угла  $ABE$  методом перемены.



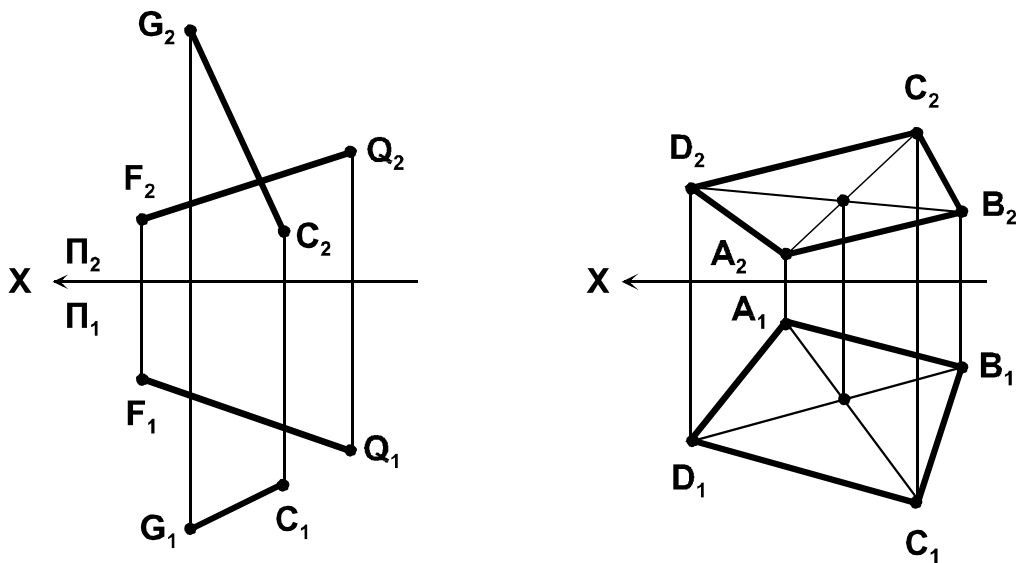
1. Определить истинную величину двугранного угла при ребре  $AF$  методом перемены.
2. Определить расстояние между параллельными прямыми  $AF$  и  $BD$  вращением вокруг линии уровня.



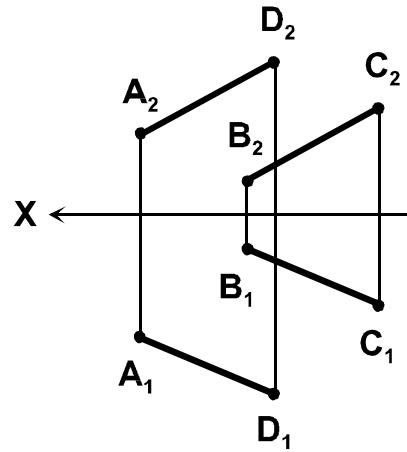
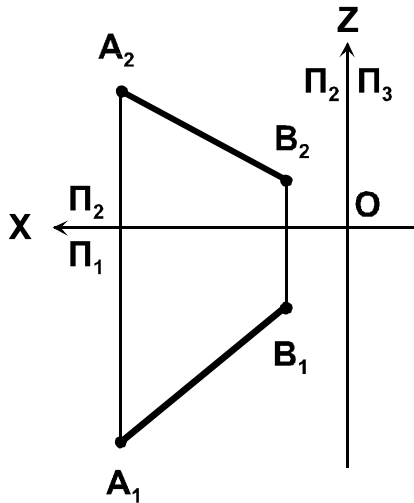
1. Определить угол наклона плоскости треугольника  $ABC$  к плоскости  $\Pi_2$  методом перемещения.
2. Определить расстояние между параллельными прямыми  $AB$  и  $CD$  вращением вокруг линии уровня.



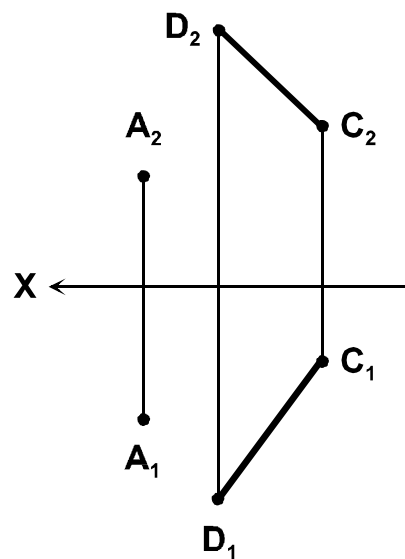
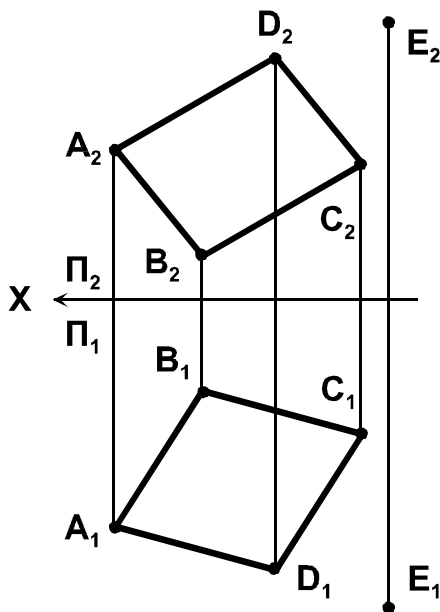
1. Определить расстояние между ребрами  $CG$  и  $FQ$  методом перемены.
2. Определить истинную величину четырехугольника  $ABCD$  методом вращения вокруг линии уровня.



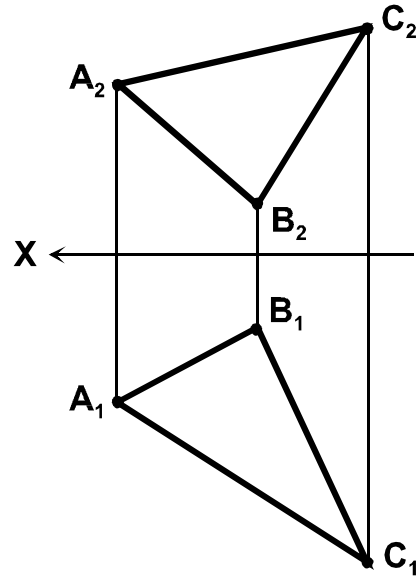
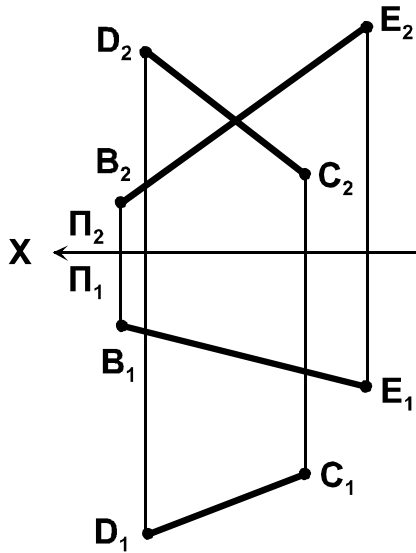
1. Определить истинную величину угла наклона прямой  $AB$  к плоскости  $\Pi_3$  методом перемены.
2. Определить истинную величину расстояния между параллельными прямыми  $AD$  и  $CB$  методом вращения.



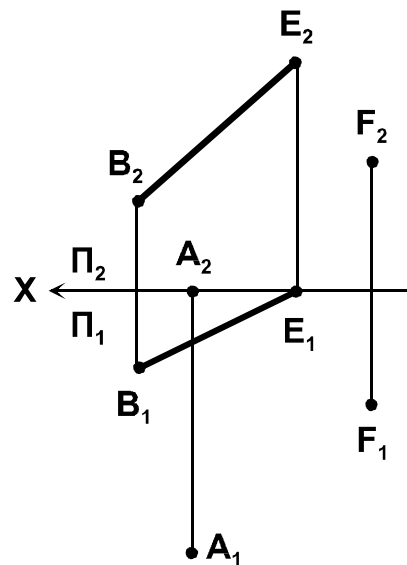
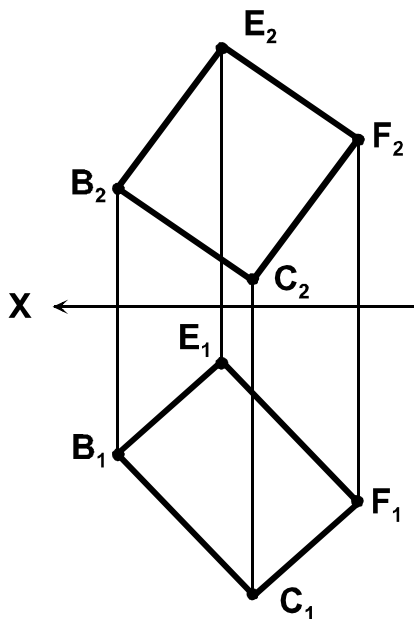
1. Определить расстояние от точки  $E$  до плоскости параллелограмма  $ABCD$  методом перемены.
2. Определить расстояние от точки  $A$  до прямой  $CD$  методом вращения вокруг линии уровня.



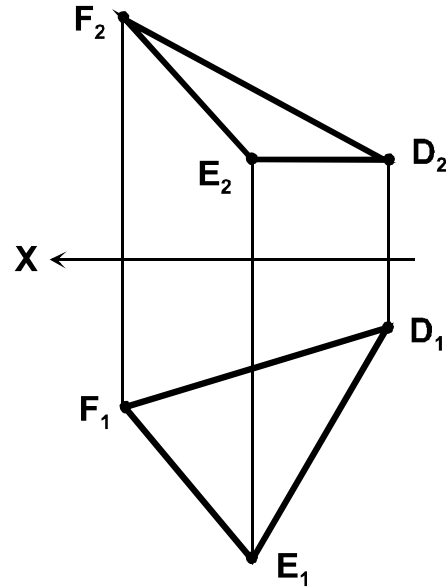
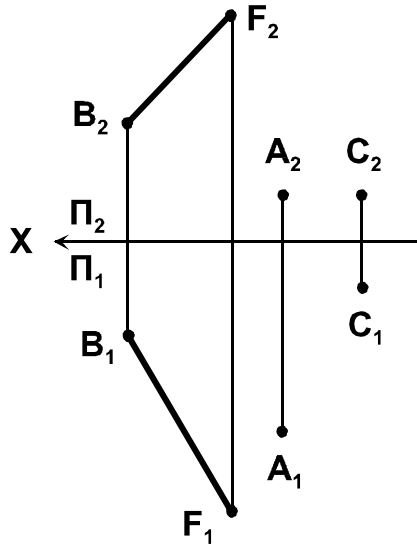
1. Определить расстояние между прямыми  $BE$  и  $CD$  методом перемены.
2. Определить истинную величину угла между треугольником  $ABC$  и плоскостью  $\Pi_1$  перемещением.



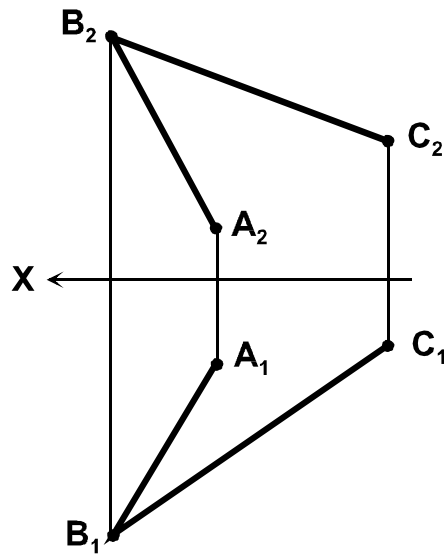
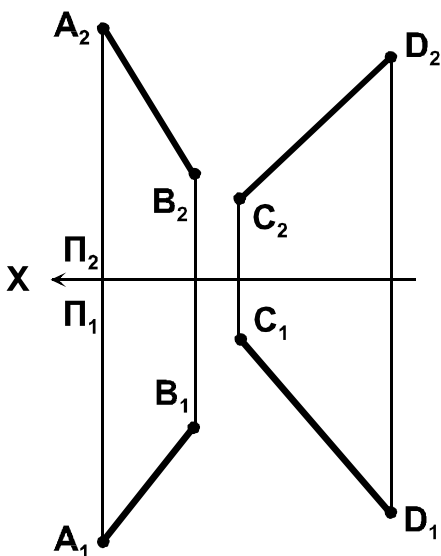
1. Определить величину параллелограмма  $BCFE$  вращением вокруг линии уровня.
2. Определить величину двугранного угла при ребре  $BE$  методом перемены.



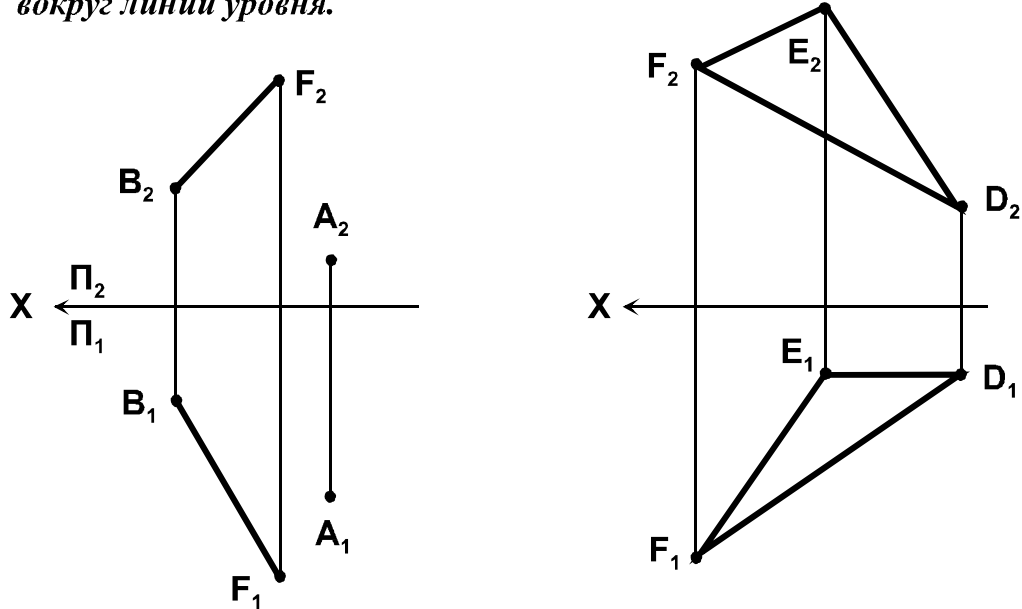
1. Определить истинную величину двугранного угла при ребре  $BF$  методом перемены.
2. Определить истинную величину треугольника  $DEF$  вращением вокруг линии уровня.



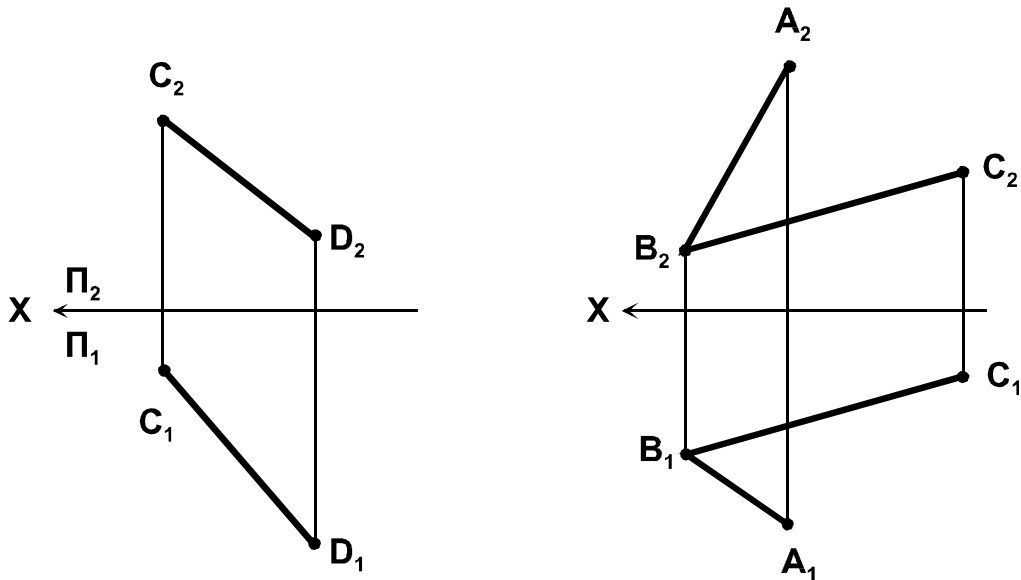
1. Определить расстояние между прямыми  $AB$  и  $CD$  методом перемены.
2. Определить истинную величину угла  $ABC$  вращением вокруг линии уровня.



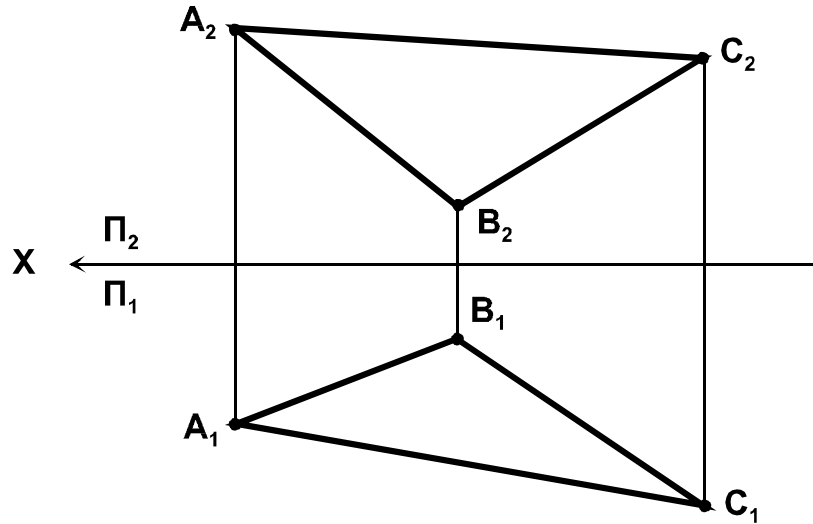
1. Определить расстояние от точки  $A$  до прямой  $BF$  методом перемены.
2. Определить истинную величину треугольника  $DEF$  вращением вокруг линии уровня.



1. Определить угол наклона прямой  $CD$  к фронтальной плоскости проекций методом перемены.
2. Определить истинную величину угла  $ABC$  вращением вокруг линии уровня.



1. Определить угол наклона плоскости треугольника  $ABC$  к фронтальной плоскости проекций методом перемены.
2. Определить натуральную величину треугольника  $ABC$  вращением вокруг горизонтали.



1. Определить угол наклона треугольника  $ABC$  к фронтальной плоскости проекций методом перемены.
2. Определить натуральную величину отрезка  $AC$  методом вращения вокруг проецирующей оси.

