

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет»



**М. В. Киселева, Е. З. Зевелева**

## **ПОЗИЦИОННЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭПЮР 1, ЭПЮР 2**

Методические указания  
для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение»

*Текстовое электронное издание*

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2021

Об издании – [1](#), [2](#)

УДК 514.18(075.8)

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией  
радиотехнического факультета в качестве методических указаний  
(протокол № 6 от 17.06.2016)

Кафедра прикладной механики и графики

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

канд. техн. наук, доц., зав. каф. автомобильного транспорта Т.В. ВИГЕРИНА;  
старший преподаватель каф. прикладной механики и графики А.Н. СЕЛИЦКИЙ

Содержат краткие теоретические сведения и примеры решения  
трех типовых задач по элюрам 1 и 2: «Пересечение плоскостей»,  
«Определение натуральной величины», «Сечение тела вращения».

Предназначены для студентов специальностей 1-43 01 03  
«Электроснабжение».

© Киселева М. В., Зевелева Е. З., 2021  
© Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Позиционные метрические задачи эпюр 1, эпюр 2» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

КИСЕЛЕВА Мария Владимировна  
ЗЕВЕЛЕВА Елена Зевельевна

## **ПОЗИЦИОННЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭПЮР 1, ЭПЮР 2**

Методические указания  
для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение»

Редактор *О.Ю. Тарасевич*

---

Подписано к использованию 12.03.2021.  
Объем издания: 3,73 Мб. Заказ 142.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,  
г. Новополоцк,  
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44  
<http://www.psu.by>

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
ЗАДАЧА 1 «Пересечение плоскостей» .....	6
Краткие теоретические сведения .....	6
Указания к решению задачи 1 .....	7
ЗАДАЧА 2 «Определение натуральной величины треугольника».....	13
Краткие теоретические сведения .....	13
Указания к решению задачи 2 .....	14
ЗАДАЧА 3 «Сечение тела вращения проецирующей плоскостью» .....	20
Краткие теоретические сведения .....	21
Указания к решению задачи 3 .....	23
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	34

## ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания предназначены для выполнения индивидуальных домашних заданий (расчетно-графической работы) студентами 1 курса специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» по курсу «Инженерная графика» раздел «Начертательная геометрия». Их цель: познакомить студентов с графическими методами отображения пространства, научить изображать геометрические формы на плоскости, а по изображениям представлять их в пространстве, привить навыки самостоятельного решения позиционных и метрических задач.

Объем работы: 3 задачи, решение которых необходимо выполнить на форматах с помощью чертежных инструментов и с соблюдением всех требований, предъявляемых к оформлению чертежей по ГОСТам ЕСКД. Номер варианта задания соответствует порядковому номеру в журнале группы.

- Задачи 1 и 2 выполняются на одном листе формата А3. Название листа: «Эпюр 1».

- Задача 3 выполняется на листе формата А3. Название листа: «Эпюр 2».

На лицевой стороне листа слева располагается поле для подшивки, равное 20 мм, а поле справа, сверху и снизу – 5 мм. Основная надпись выполняется в правом нижнем углу в соответствии с ГОСТ 2.104-2006.

Графу «Обозначение документа» основной надписи оформить шрифтом № 7 (например, КПМиГ.01.01.07.00.00), где:

- КПМиГ – кафедра прикладной механики и графики;
- 01 – номер семестра;
- 01 – номер задания в семестре;
- 07 – номер варианта.

В графе «Наименование документа» написать шрифтом № 7 название листа, например, Эпюр 1.

Эпюры вычерчиваются в масштабе и размещаются с учетом наиболее равномерного распределения изображения в пределах формата листа, масштаб указывается в соответствующей графе.

В графе «Наименование организации, разрабатывающей проектный документ» написать, например, Гр. 16-ЭС.

В графах «Разраб.», «Пров.» написать, соответственно, фамилию студента и преподавателя.

## **ЗАДАЧА 1**

### **«Пересечение плоскостей»**

**Условие задачи:** построить линию пересечения плоскостей, заданных треугольниками ABC и EDK, и показать их видимость в проекциях. Данные для своего варианта взять из таблицы 1.1.

### **Краткие теоретические сведения**

#### **Пересечение плоскостей**

Общим элементом пересечения двух плоскостей является прямая линия, принадлежащая обеим плоскостям. Положение любой прямой в пространстве определяется положением двух ее точек. Поэтому для построения линии пересечения плоскостей надо найти две точки, каждая из которых принадлежит обеим плоскостям.

При построении линии пересечения двух плоскостей общего положения, заданных непрозрачными треугольниками, воспользуемся способом построения точек пересечения прямой линии с плоскостью общего положения, т.е. в качестве прямых линий принимаем стороны одного из заданных треугольников, и определяем точки пересечения их с плоскостью другого треугольника.

Чтобы определить точку пересечения прямой общего положения с плоскостью общего положения, заданной треугольником необходимо выполнить следующее:

- провести через прямую вспомогательную плоскость частного положения (задать ее следами);
- определить линию пересечения вспомогательной плоскости и заданной;
- определить точку пересечения построенной линии пересечения плоскостей с заданной прямой.

Найдя точки пересечения двух прямых (в качестве которых выбраны стороны одного из треугольников) с плоскостью другого треугольника, проводим через них прямую, которая является линией пересечения плоскостей заданных треугольников.



Таблица 1.1.

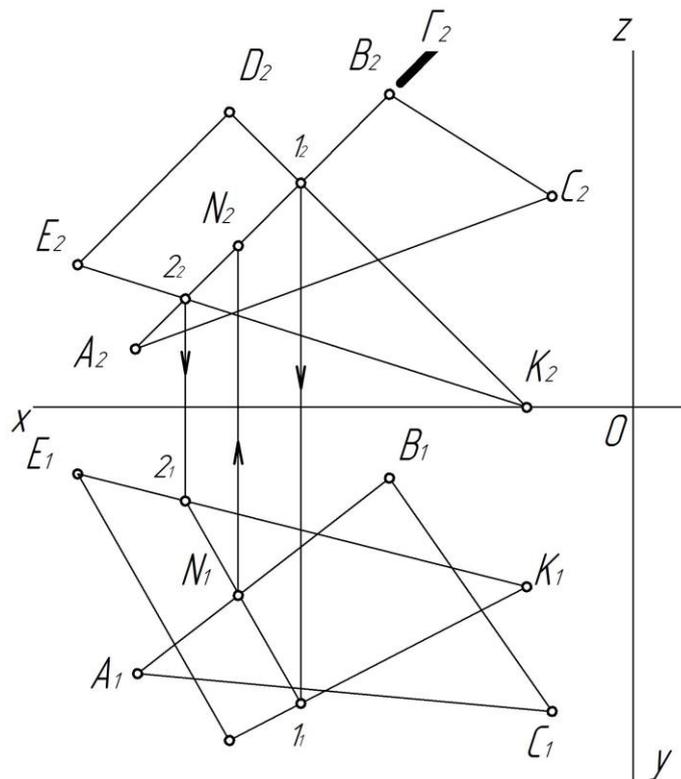
№	А			В			С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80
13	16	12	88	85	80	25	135	50	80
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38
17	18	79	40	83	6	107	135	38	47
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47
19	117	40	75	52	107	6	0	47	38
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48
27	18	9	46	83	79	111	135	48	47
28	115	9	90	50	79	25	0	48	83
29	20	10	90	80	80	25	135	48	83
30	125	38	75	50	100	5	0	45	40

Таблица 1.2.

№	D			E			K		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	65	105	80	130	18	35	12	50	0
4	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	70	80	108	0	35	20	120	0	50
13	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	67	20	0	0	111	48	121	78	86
17	67	0	20	0	48	111	121	86	78
18	135	0	20	68	48	111	15	86	78
19	135	20	0	68	111	48	15	78	86
20	135	20	0	70	110	50	15	80	85
21	140	20	0	70	110	50	20	80	85
22	70	20	85	0	110	35	120	80	0
23	70	85	20	0	35	110	120	0	80
24	68	20	85	135	111	36	14	78	0
25	68	85	20	135	36	111	14	0	78
26	67	20	85	0	111	36	121	78	0
27	67	85	20	0	36	111	121	0	78
28	68	85	110	135	36	19	15	0	52
29	67	85	110	0	36	19	120	0	52
30	135	20	0	70	110	50	20	80	85

При построении линии пересечения двух плоскостей общего положения, заданных непрозрачными треугольниками  $ABC$  и  $EDK$  (рисунок 1.2), воспользуемся способом построения точек пересечения прямой линии общего положения с плоскостью общего положения. В качестве прямых линий примем две стороны:  $DK$  треугольника  $EDK$  и  $AB$  треугольника  $ABC$ .

Для нахождения точки пересечения стороны  $AB$  треугольника  $ABC$  с треугольником  $EDK$  заключаем прямую  $AB$  во фронтально-проецирующую плоскость  $\Gamma$  (показан след  $\Gamma_2$ ). Эта плоскость пересекает треугольник  $EDK$  по линии  $12$  ( $1_22_2, 1_12_1$ ). На пересечении горизонтальной проекции стороны  $A_1B_1$  и горизонтальной проекции линии пересечения  $1_12_1$  находится горизонтальная проекция точки пересечения  $N_1$  стороны  $AB$  с треугольником  $EDK$ . Фронтальная проекция  $N_2$  этой точки определена при помощи линии связи (рисунок 1.2).



**Рисунок 1.2. – Построение линии пересечения двух плоскостей**

Точка пересечения стороны  $DK$  ( $D_1K_1, D_2K_2$ ) треугольника  $EDK$  с плоскостью, заданной треугольником  $ABC$ , определяется аналогичным образом.

Видимость треугольников определяется способом конкурирующих точек. Видимость треугольников относительно горизонтальной

плоскости проекций  $\Pi_1$  определена при помощи конкурирующих точек 5 ( $5_1, 5_2$ ) и 6 ( $6_1, 6_2$ ), принадлежащих сторонам  $BC$  ( $B_1C_1, B_2C_2$ ) и  $EK$  ( $E_1K_1, E_2K_2$ ) треугольников. Точка 5 ( $5_1, 5_2$ ) принадлежит стороне  $BC$  ( $B_1C_1$ ) треугольника  $ABC$ , а точка 6 ( $6_1, 6_2$ ) принадлежит стороне  $EK$  ( $E_1K_1, E_2K_2$ ) треугольника  $EDK$ . Горизонтальные проекции этих точек совпадают ( $5_1 \equiv 6_1$ ), т.к. находятся на одном проецирующем луче, перпендикулярном плоскости  $\Pi_1$ . Эти точки принадлежат двум скрещивающимся прямым  $EK$  и  $BC$ . При взгляде на горизонтальную проекцию в направлении стрелки  $\Pi_1$  по фронтальной проекции можно определить, что ближе к наблюдателю находится точка 5, лежащая на прямой  $BC$ , а точка 6, принадлежащая прямой  $EK$ , расположена ниже. Это значит, что на горизонтальной проекции прямая  $BC$  ( $B_1C_1$ ) расположена над прямой  $EK$  ( $E_1K_1$ ). Следовательно, горизонтальная проекция  $B_1C_1$  будет видимой на  $\Pi_1$  (рисунок 1.3).

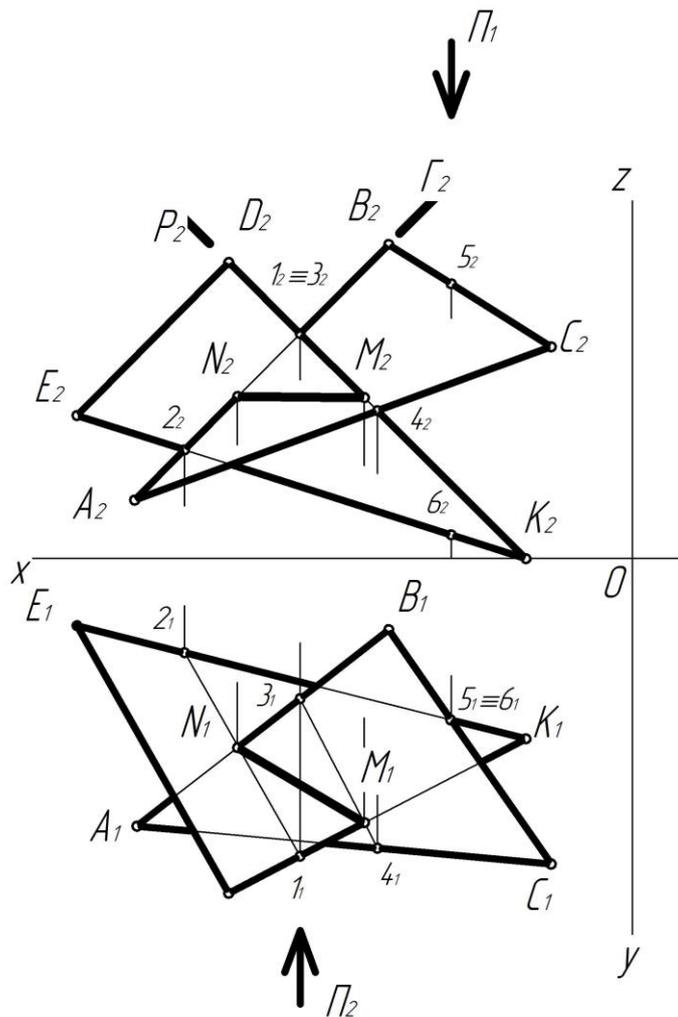


Рисунок 1.3. – Горизонтальная проекция  $B_1C_1$ , видимая на  $\Pi_1$



## **ЗАДАЧА 2**

### **«Определение натуральной величины треугольника»**

**Условие задачи:** определить натуральную величину треугольника  $ABC$ , данного в первой задаче, используя методы преобразования чертежа.

#### **Краткие теоретические сведения**

#### **Способы преобразования**

Более простое графическое решение задач будет в том случае, когда элементы пространства занимают частное положение относительно плоскостей проекций. Для этого используются методы преобразования чертежа. В зависимости от условия задачи для достижения поставленной цели необходимо одно или два преобразования.

При определении истинной величины треугольника, занимающего общее положение относительно плоскостей проекций необходимо сначала повернуть его так, чтобы он занял проецирующее положение (используем метод плоскопараллельного перемещения), а затем – положение плоскости уровня (используем метод вращения вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций).

Сущность метода вращения вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций, заключается в том, что предмет, занимающий общее положение относительно плоскостей проекций, вращают вокруг проецирующей оси, изменяя его положение в пространстве так, чтобы он занял частное положение относительно тех же плоскостей проекций, т.е. стал перпендикулярным или параллельным плоскости проекций  $\Pi_1$  или  $\Pi_2$ .

Частный случай способа вращения вокруг проецирующей оси – способ плоскопараллельного перемещения, когда предмет вращают без указания на чертеже осей вращения. Этот способ удобен тем, что повернутые вокруг предполагаемой проецирующей оси проекции предмета перемещают и располагают на свободном поле чертежа.

## Указания к решению задачи 2

Решение выполняется на листе 1 в правой части совместно с задачей 1. Для грамотного выполнения данного задания рекомендуется изучить разделы §6.2 стр.76 [1], §35 стр.86, §36 стр.90 [2].

Используя метод плоскопараллельного перемещения  $\Delta ABC$  приводится в положение проецирующей плоскости. Для этого в  $\Delta ABC$  проводим горизонталь, либо фронталь (предварительно оценив достаточность свободного места для последующего решения, чтобы в горизонтальной плоскости, построения не накладывались на основную надпись). Например, проведем фронталь: из вершины  $A(A_1)$  проводим горизонтальную проекцию фронтали  $f_1$  (параллельно оси  $X$ ) (рисунок 2.1), на пересечении с проекцией  $B_1C_1$  стороны  $BC$  получаем точку  $7_1$ . По линии связи определяем на  $B_2C_2$  фронтальную проекцию точки  $7_2$ , через  $A_2$  и  $7_2$  проводим фронтальную проекцию фронтали  $f_2$ .

Мысленно поворачиваем  $\Delta ABC$  вокруг мнимой оси, перпендикулярной плоскости проекций  $\Pi_2$ , до положения, когда  $f_2$  станет перпендикулярна оси  $X$  (т.е. фронталь займет положение прямой, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$ , и плоскость, заданная треугольником  $ABC$ , станет горизонтально-проецирующей) и одновременно, перемещая вправо, располагаем фронтальную проекцию  $\Delta ABC$  в произвольном месте (длина сторон и углы треугольника не изменяются). При построении  $\Delta A'_2B'_2C'_2$  рекомендуется сначала определить новое положение  $A'_2$ , провести  $f'_2$ , найти новое положение точки  $7'_2$ . Повернутую проекцию треугольника ( $A'_2B'_2C'_2$ ) строим относительно проекции  $f'_2$  с помощью дуговых засечек, на пересечении которых определяются вершины (рисунок 2.2). Так же переносится проекция линии пересечения  $M'_2N'_2$ .

Строим горизонтальную проекцию ( $A'_1C'_1B'_1$ ), переместив заданные горизонтальные проекции вершин треугольника, параллельно оси  $OX$  до пересечения с вертикальными линиями связи, проведенными от точек  $A'_2B'_2C'_2$ , повернутой проекции, горизонтальная проекция выродилась в линию, т.е. треугольник преобразовался в горизонтально-проецирующую плоскость (рисунок 2.3).

Для определения натуральной величины треугольника  $ABC$  преобразовываем полученную горизонтально-проецирующую плоскость в фронтальную плоскость уровня вращением вокруг оси  $i$ ,

перпендикулярной плоскости  $\Pi_1$ . Поворачиваем построенную вырожденную проекцию  $A'_1C'_1B'_1$  треугольника вокруг оси  $i \perp \Pi_1$ , проходящей через точку  $C$  ( $C'_1, C'_2$ ), чтобы эта проекция расположилась параллельно оси  $X$  ( $A''_1B''_1C''_1 \parallel X$ ) (рисунок 2.4).

Строим новую фронтальную проекцию  $A''_2B''_2C''_2$  треугольника, переместив фронтальные проекции  $A_2B_2C_2$  вершин треугольника параллельно оси  $X$  до пересечения с вертикальными линиями связи от горизонтальных проекций вершин  $A''_1B''_1C''_1$ . Построенная фронтальная проекция  $A''_2B''_2C''_2$  треугольника и есть его натуральная величина, так как после второго вращения треугольник преобразовался в фронтальную плоскость.

Удалив ненужные вспомогательные линии, закончить выполнение эпюра заполнением основной надписи. Пример выполненного первого эпюра представлен на рисунок 2.5.

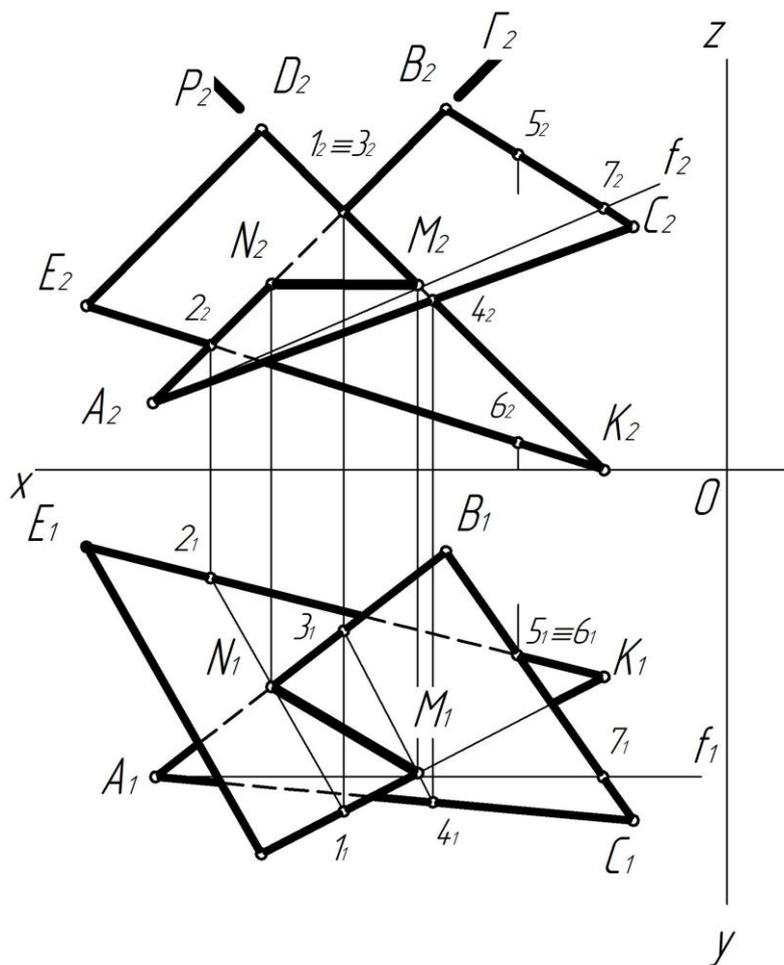


Рисунок 2.1. – Проведение фронтали  $f_1$

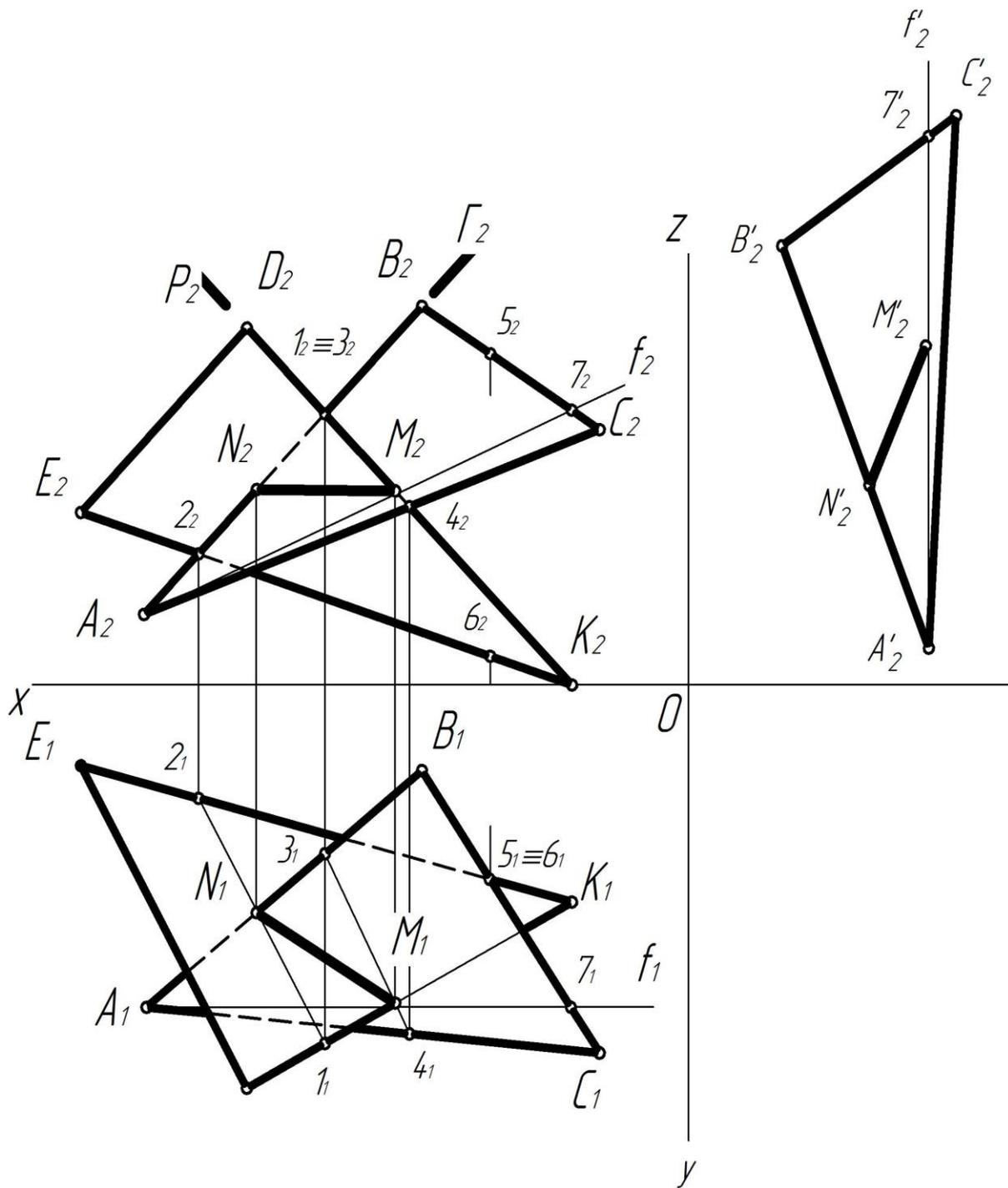


Рисунок 2.2. – Фронтальная проекция  $\Delta ABC$

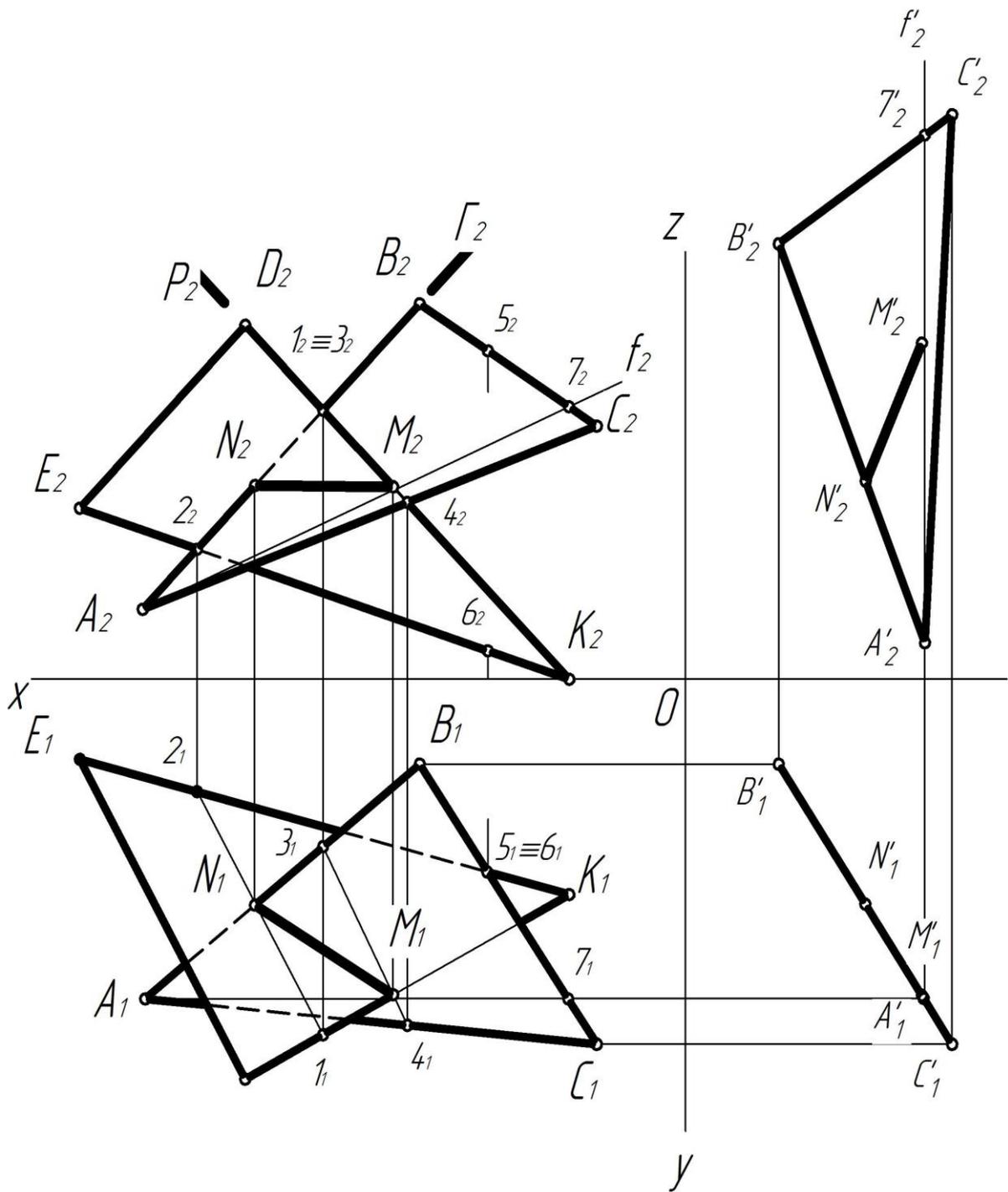


Рисунок 2.3. – Горизонтальная проецирующая плоскость  $\Delta ABC$

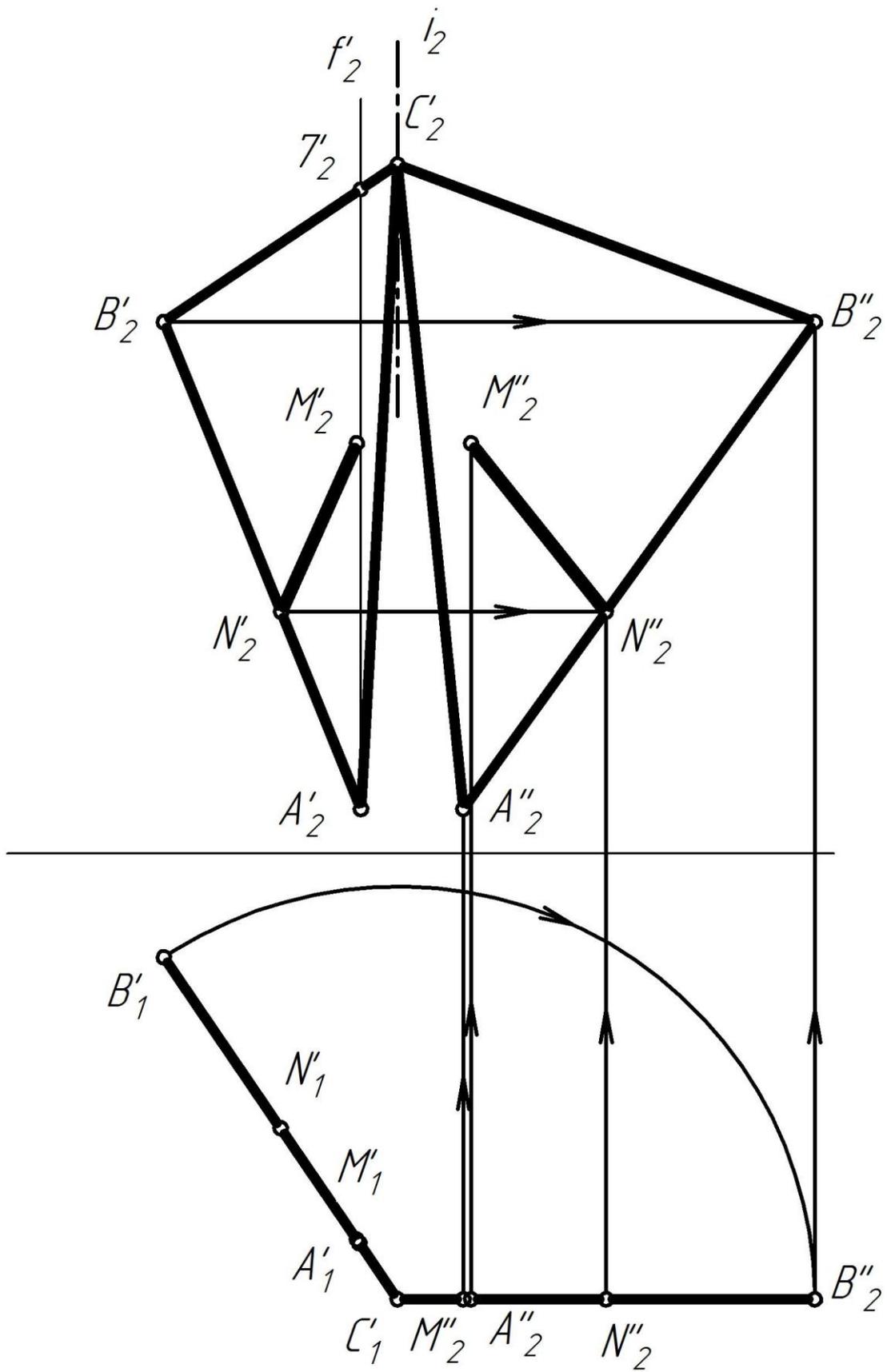


Рисунок 2.4. – Определение натуральной величины  $\Delta ABC$

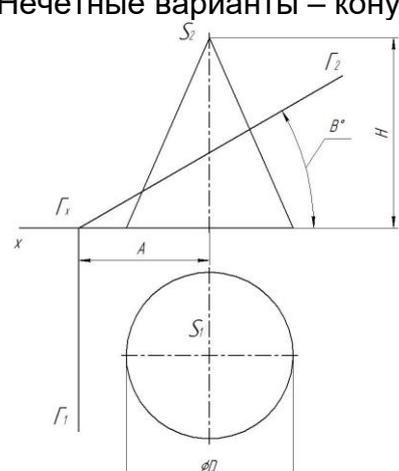
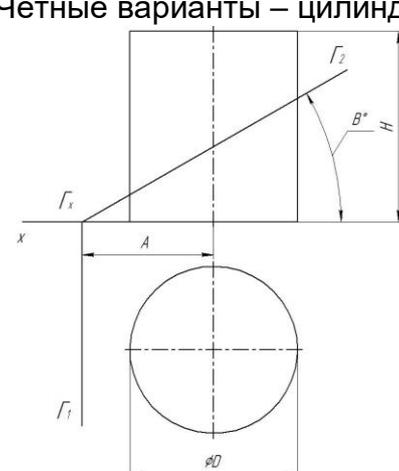


### ЗАДАЧА 3

#### «Сечение тела вращенияпроецирующей плоскостью»

**Условие задачи:** построить сечение тела вращения плоско-стью частного положения (три проекции). Найти натуральную величину полученного сечения методом замены плоскостей. Данные взять из таблицы 3.1 в соответствии со своим вариантом. Для четного варианта рассекаемое тело – цилиндр, для нечетного – конус.

Таблица 3.1.

Нечетные варианты – конус					Четные варианты – цилиндр				
									
Вариант	D, мм	H, мм	A, мм	B, град.	Вариант	D, мм	H, мм	A, мм	B, град.
1	65	80	55	30	2	70	80	65	45
3	60	75	55	45	4	70	85	60	40
5	75	70	55	25	6	80	85	55	45
7	60	75	60	45	8	80	85	60	40
9	65	80	60	25	10	80	85	60	45
11	60	75	65	40	12	70	70	55	30
13	75	80	60	25	14	80	85	65	40
15	60	75	65	45	16	80	80	55	30
17	65	85	60	40	18	80	85	65	45
19	70	80	55	45	20	70	80	60	25
21	75	80	55	30	22	60	80	55	45
23	70	80	60	45	24	80	80	60	25
25	65	70	55	25	26	60	80	60	45
27	70	80	65	40	28	75	85	60	40
29	80	70	55	25	30	60	80	60	50

## Краткие теоретические сведения

### Сечение тела вращения проецирующей плоскостью

При пересечении различных поверхностей плоскостью получаются плоские фигуры, называемые сечениями. Контуром сечения является линия среза, по которой плоскость разрезает поверхность. Такие линии среза, ограничивающие сечения можно наблюдать при построении рукояток, различных деталей строительных конструкций, при вычерчивании разрезов инженерных сооружений, машин и т.д.

В пересечении поверхностей вращения плоскостью получают различные плоские кривые линии, проекции которых строятся по проекциям ряда точек, определяемых соответствующими способами. При этом следует стремиться определить, прежде всего, так называемые характерные (опорные) точки фигуры сечения – верхние и нижние, т.е. точки наиболее и наименее удаленные от плоскостей проекций, и левые и правые, т.е. точки, лежащие на крайних образующих поверхностей. После этого определяется ряд промежуточных точек, которые затем соединяются с характерными плавной кривой линией.

В пересечении кругового цилиндра плоскостью в зависимости от положения секущей плоскости могут получаться: окружность, если секущая плоскость перпендикулярна к оси вращения цилиндра (рисунок 3.1, а); эллипс, если секущая плоскость наклонена к оси цилиндра под углом, отличным от прямого (рисунок 3.1, б); прямоугольник, если секущая плоскость параллельна оси цилиндра (рисунок 3.1, в).

В пересечении кругового конуса плоскостью в зависимости от положения секущей плоскости могут получиться: окружность, если секущая плоскость перпендикулярна к оси вращения конуса (рисунок 3.2, а); эллипс, если секущая плоскость наклонена к оси вращения конуса под углом, отличным от прямого и пересекает все образующие конуса (рисунок 3.2, б); гипербола, если секущая плоскость параллельна двум образующим конуса (рисунок 3.2, в); парабола, если секущая плоскость параллельна одной образующей конуса (рисунок 3.2, г); треугольник, если секущая плоскость проходит через вершину конуса (рисунок 3.2, д).

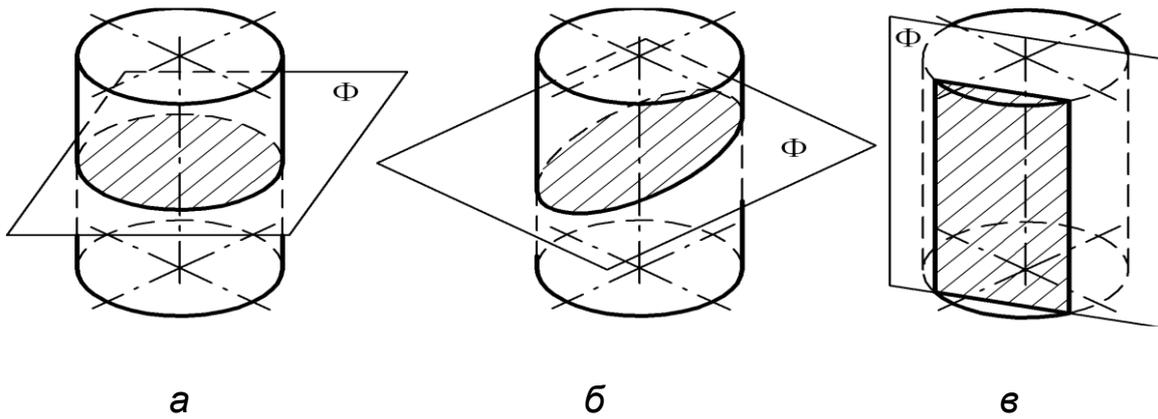


Рисунок 3.1. – Варианты пересечения кругового цилиндра плоскостью

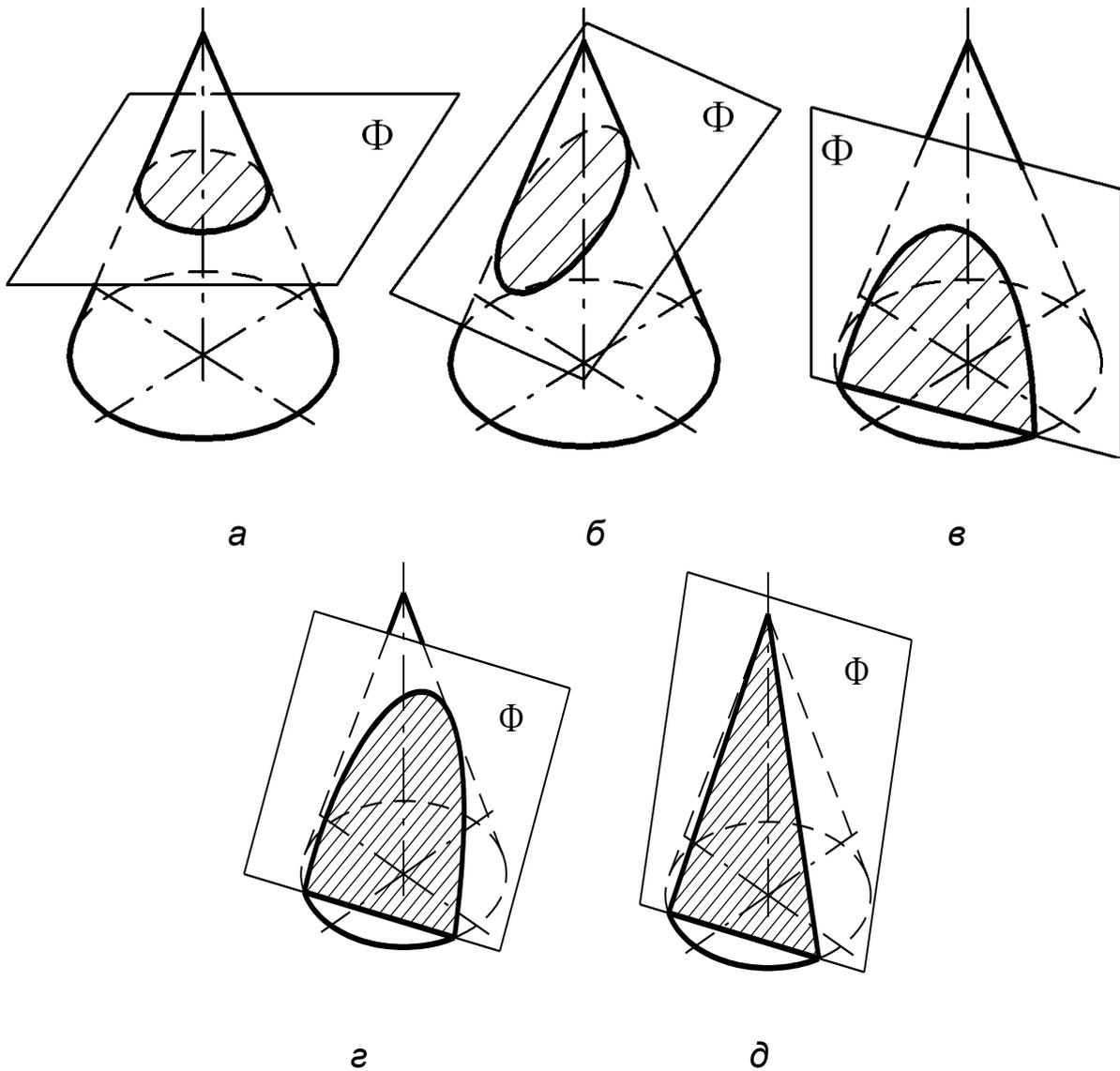


Рисунок 3.2. – Варианты пересечения кругового конуса плоскостью

При определении точек линии сечения в некоторых случаях можно пользоваться приемами, которые применяются при решении задач с многогранниками, т.е. находим точки встречи ребер многогранников, вписанных в цилиндр или конус, с секущей плоскостью, которые соединяем плавной кривой линией.

В других случаях лучше пользоваться введением вспомогательных плоскостей, рассекающих одновременно заданные секущую плоскость и поверхность.

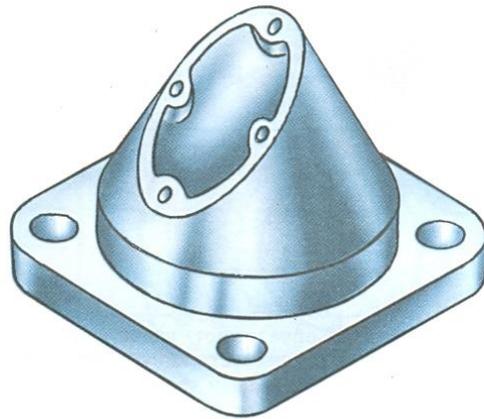
### **Натуральная величина сечения**

При решении задач на определение истинной величины отрезка прямой линии, плоской фигуры или наклона их к плоскостям проекций, а также на определение расстояний между точкой и прямой или плоской фигурой было замечено, что если эти прямые или плоские фигуры занимают частное положение относительно плоскостей проекций, то задачи имеют простые решения. Для определения натуральной величины сечения можно использовать любой из методов преобразования: метод замены плоскостей, метод вращения вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций и др.

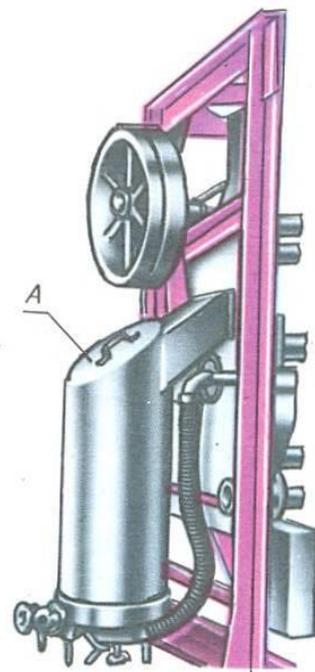
В данной задаче воспользуемся методом замены плоскостей проекций который заключается в том, что одна из основных плоскостей проекций,  $\Pi_1$  или  $\Pi_2$ , заменяется новой плоскостью проекций  $\Pi_4$ , перпендикулярной к незаменяемой плоскости проекций. Например, если заменяется плоскость проекций  $\Pi_2$ , то новая плоскость проекций  $\Pi_4$  должна быть расположена перпендикулярно  $\Pi_1$  и параллельно, например, проецируемому отрезку. При данном методе положение в пространстве отрезков прямых или плоских фигур не изменяется.

### **Указания к решению задачи 3**

Детали машин и приборов очень часто имеют формы, представляющие собой различные геометрические поверхности, рассеченные плоскостями. Задачи построения проекций таких сечений нередко встречаются при выполнении чертежей деталей машин и приборов: части всевозможных трубопроводов, вентиляционных устройств и т.д. (рисунок 3.3). Например, пылесборник машины для очистки литых деталей (рисунок 3.4) представляет собой усеченный цилиндр. Форма крышки  $A$  трубы пылесборника является фигурой сечения прямого кругового цилиндра и представляет собой эллипс.



**Рисунок 3.3. – Фланец**



**Рисунок 3.4. – Пылесборник машины для очистки литых деталей**

Перед тем, как приступить к решению задачи рекомендуется изучить разделы [1] §9.4 стр.109, [2] §56 стр.171 и §57 стр.176.

Согласно своему варианту из таблицы 2.1 выбираются данные для выполнения задания. Принимается соответствующий масштаб, исходя из удобства размещения чертежа в трех проекциях и последующего построения натуральной величины сечения. В тонких линиях проводят оси (рисунок 3.5). Далее вычерчивают в тонких линиях конус (цилиндр) и секущую плоскость согласно своему варианту

в трех проекциях (рисунок 3.6). Дальнейшее решение задачи рассмотрим на примере конуса.

Проекции фигуры сечения конуса плоскостью можно построить аналогично проекциям фигуры сечения пирамиды плоскостью (в конус вписывается многогранная пирамида). Построение линии пересечения проецирующей плоскости с конической поверхностью выполняется в следующем порядке. Основание конуса делится на равномерное количество частей (в нашем примере 12), проводятся горизонтальные проекции образующих (например,  $S_1A_1$ ) и строятся их фронтальные и профильные проекции (рисунок 3.7).

Затем, чтобы избежать затемнения чертежа, убираются все вспомогательные линии и приводятся к виду, показанному на рисунке 3.8.

На фронтальной проекции отмечаются фронтальные проекции точек пересечения построенных образующих на видимой и невидимой поверхности конуса с секущей плоскостью  $\Gamma$  ( $\Gamma_2$ ):  $1_2, 2_2, 3_2, \dots, 11_2, 12_2$ , включая крайние точки  $1_2$  и  $7_2$  (рисунок 3.9). Горизонтальные проекции строятся в проекционной связи на соответствующих проекциях образующих. На профильную проекцию точки переносятся также по линиям связи. Горизонтальные проекция точек  $4_1$  и  $10_1$  строятся после того, как они построены на профильной проекции (рисунок 3.10).

На фронтальной проекции большая ось эллипса  $1_27_2$  – линии пересечения фронтально-проецирующей плоскости с конусом – проецируется в натуральную величину. Малая ось  $13-14$  эллипса перпендикулярна большой и проецируется в точку  $13_2=14_2$  в середине фронтальной проекции  $1_27_2$  большой оси (для нахождения малой оси делим ось  $1_27_2$  пополам с помощью циркуля) (рисунок 3.11). Вспомогательные линии построения убираем.

Построение горизонтальной проекции малой оси эллипса выполнено с помощью горизонтальной плоскости уровня  $P$  ( $P_2$ ), проведенной через малую ось эллипса. Плоскость  $P$  пересекла конус по окружности радиуса  $r$ , точки  $13_2$  и  $14_2$  по линиям связи перенесены на горизонтальную и профильную проекции окружности (рисунок 3.12). Соединяем все полученные проекции точек плавной линией и убираем вспомогательные линии построения (рисунок 3.13).

Следующий этап – нахождение натуральной величины сечения. Воспользуемся методом замены плоскостей. Заменим плос-

кость проекций  $\Pi_1$  на новую плоскость проекций  $\Pi_4$ , которая должна быть расположена перпендикулярно  $\Pi_1$  и параллельно следу  $\Gamma_2$ . Чтобы избежать наложения изображения сечения на фронтальную проекцию конуса, принимаем новую ось  $OX_4$  мнимой. На удобном расстоянии проведем новую большую ось сечения параллельно  $\Gamma_2$  (рисунок 3.14). Для нахождения малой оси из проекций точек  $13_2 \equiv 14_2$  к новой большой оси восстанавливаем перпендикуляр, а новое положение точки  $14_0$  находим, отложив от нового положения большой оси эллипса (на соответствующем перпендикуляре) расстояние  $a$ , такое же, как от оси до точки  $14_1$  на горизонтальной плоскости. Так же находим точку  $13_0$ . Крайние точки  $1_0$  и  $7_0$  находим, отложив расстояние  $B$  от вертикальной оси сечения (рисунок 3.14). Аналогично производим построение всех остальных точек сечения. Соединив их плавной линией, получаем натуральную величину сечения. В заключение убираем ненужные линии построения, обводим основной контур и заполняем основную надпись. Пример выполненного второго эпюра представлен на рисунке 3.15. Построение сечения цилиндра плоскостью выполняется аналогично (рисунок 3.16).

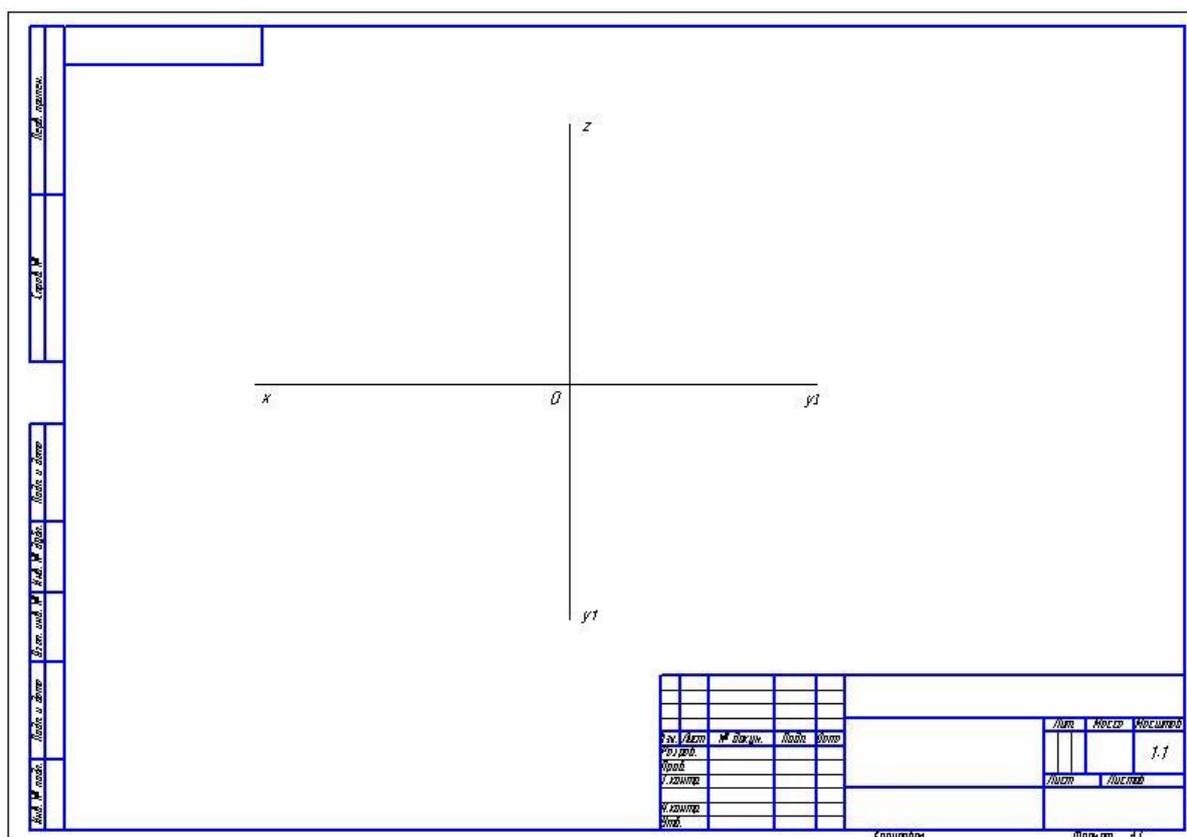


Рисунок 3.5. – Построение осей

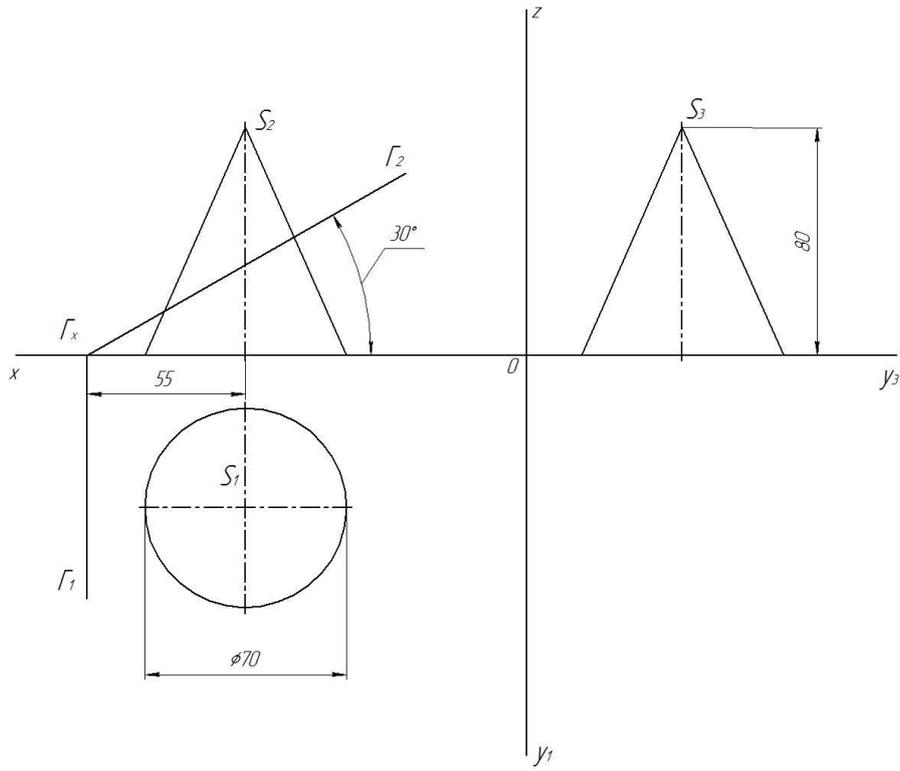


Рисунок 3.6. – Конус(цилиндр) и секущая плоскость в трех проекциях

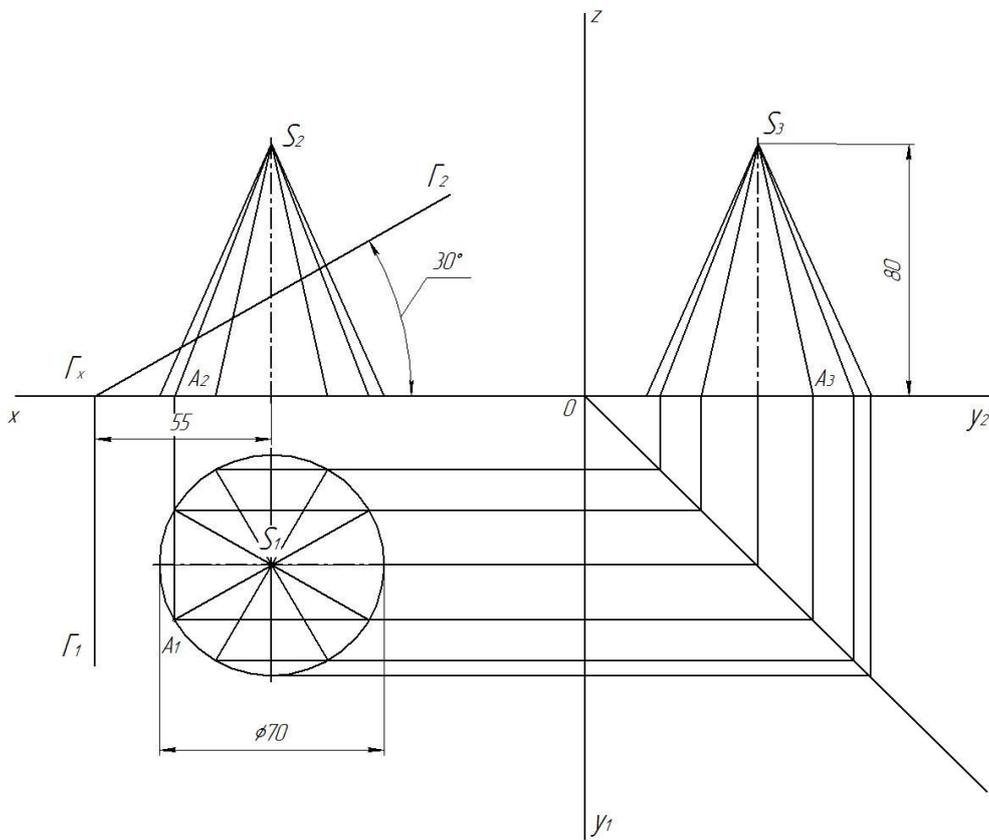


Рисунок 3.7. – Построение фронтальных и профильных проекций

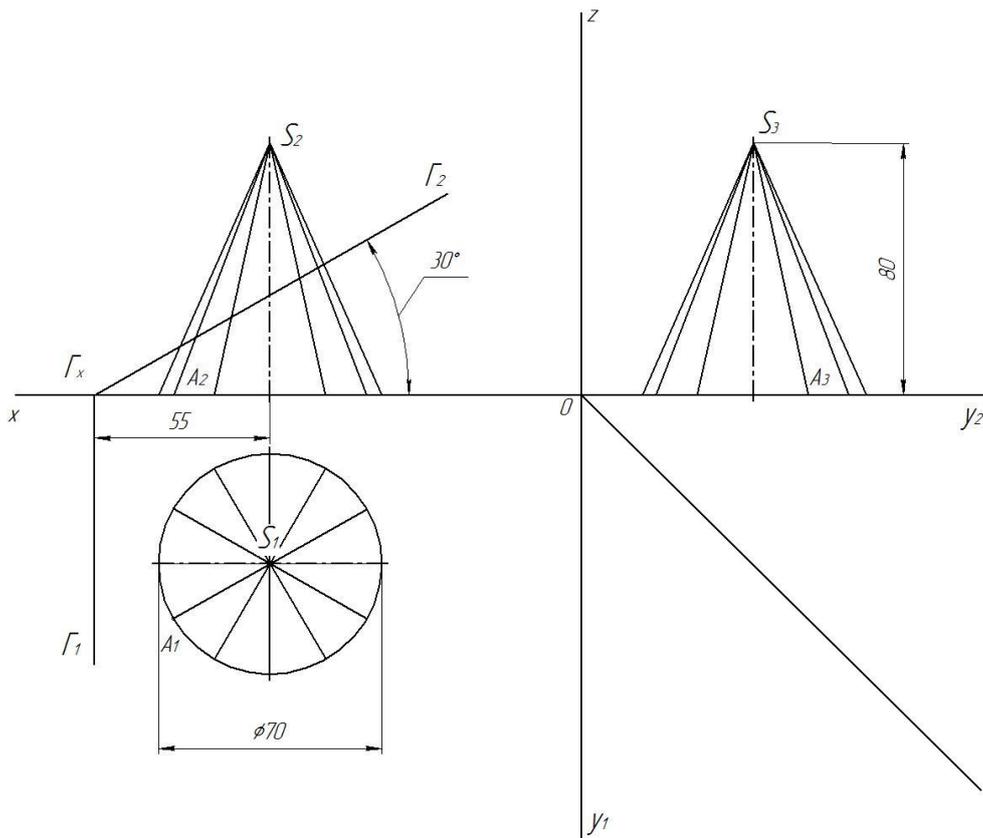


Рисунок 3.8. – Стирание вспомогательных линий

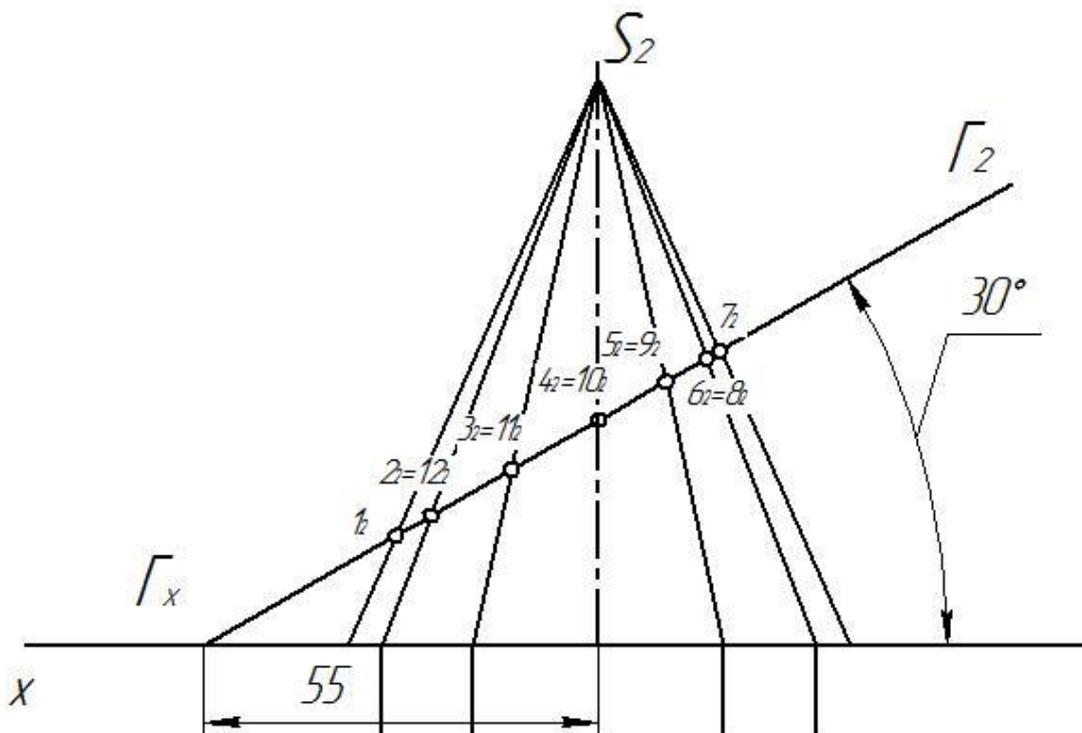


Рисунок 3.9. – Фронтальные проекции точек пересечения построенных образующих

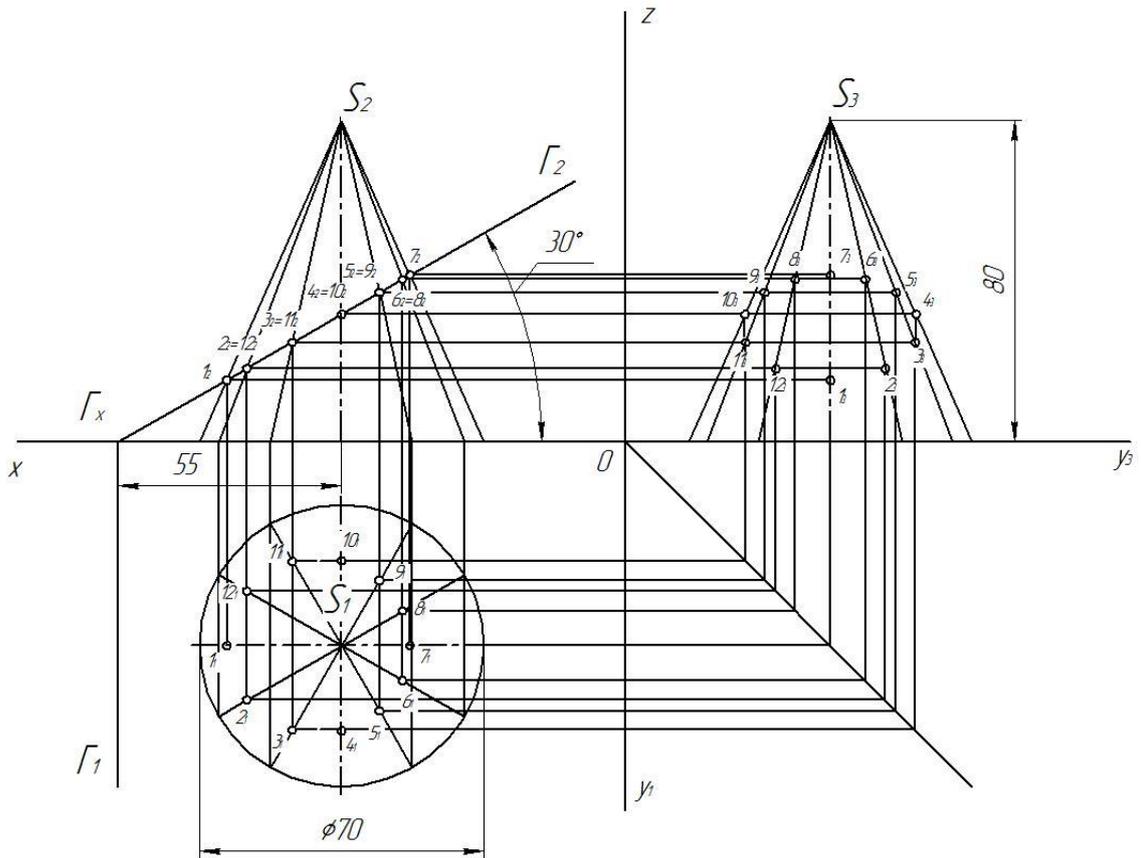


Рисунок 3.10. – Построение горизонтальных проекций точек

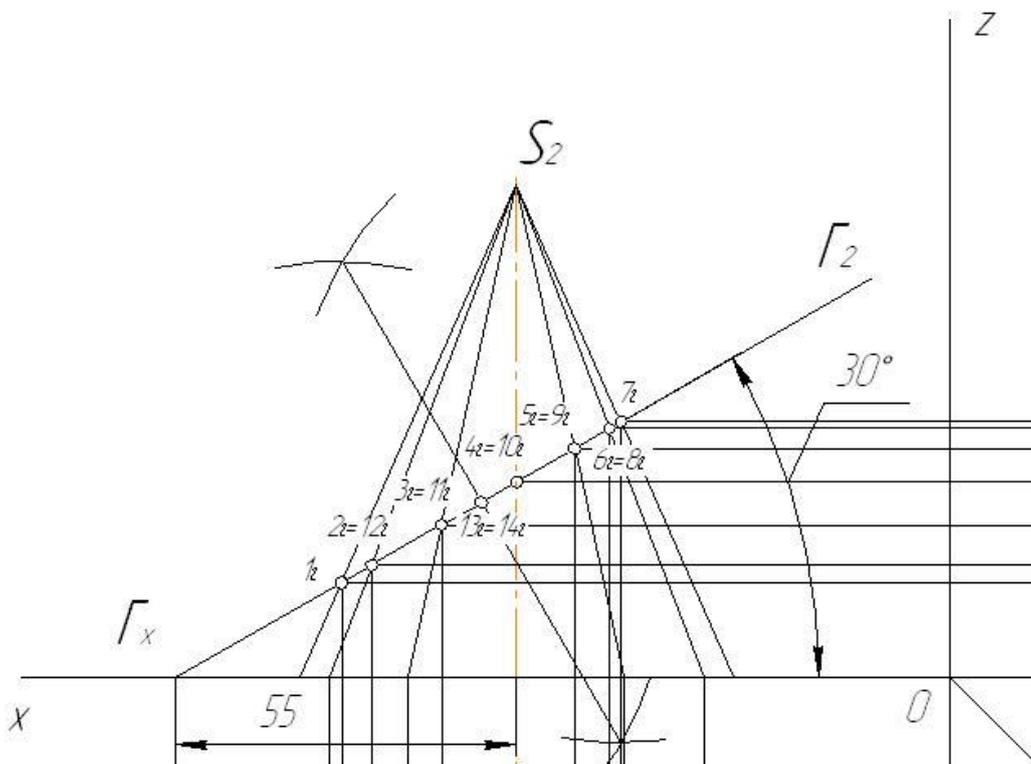
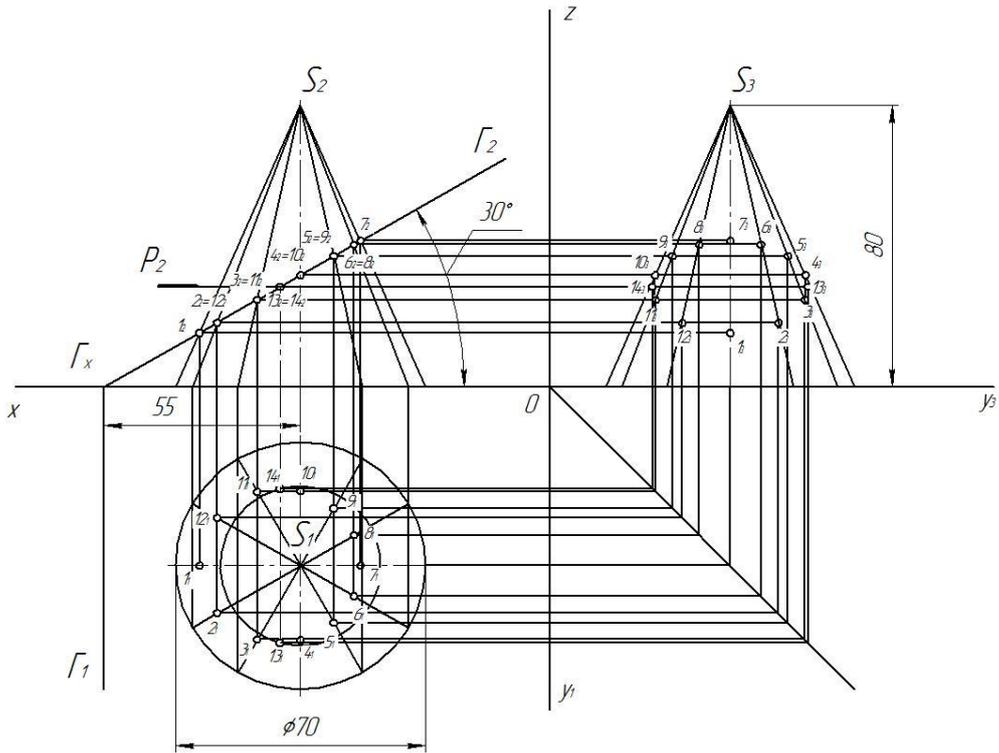
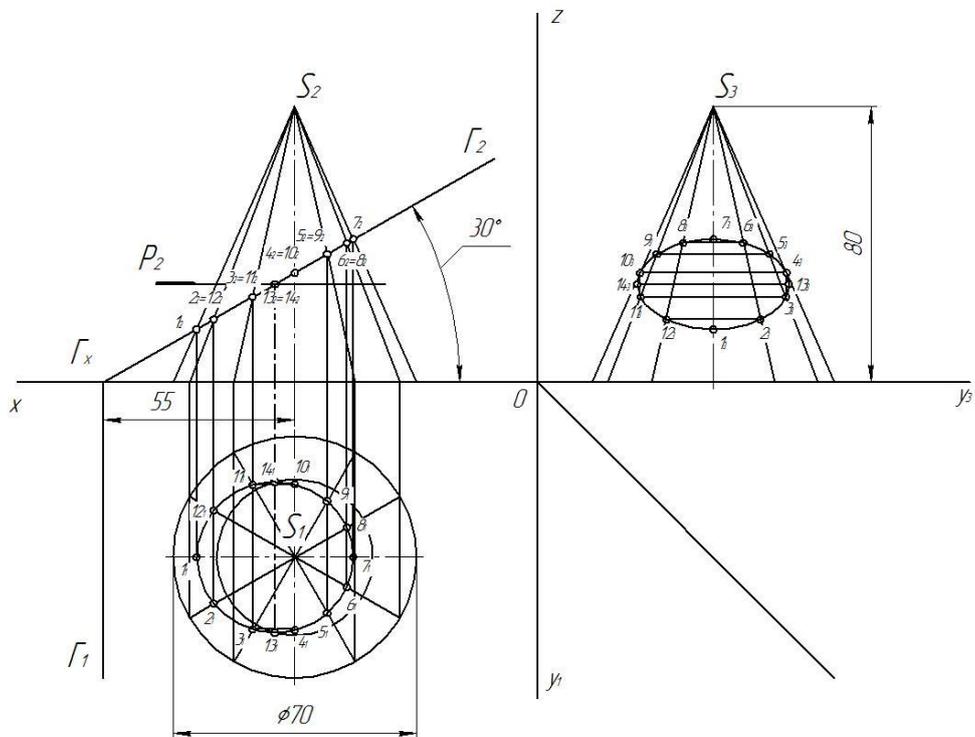


Рисунок 3.11. – Деление оси  $1_27_2$  пополам для нахождения малой оси



**Рисунок 3.12. – Пересечение конуса плоскостью  $P$ , перенесение точек  $13_2$  и  $14_2$  на горизонтальную и профильную проекции окружности**



**Рисунок 3.13. – Соединение всех полученных проекций точек плавной линией**

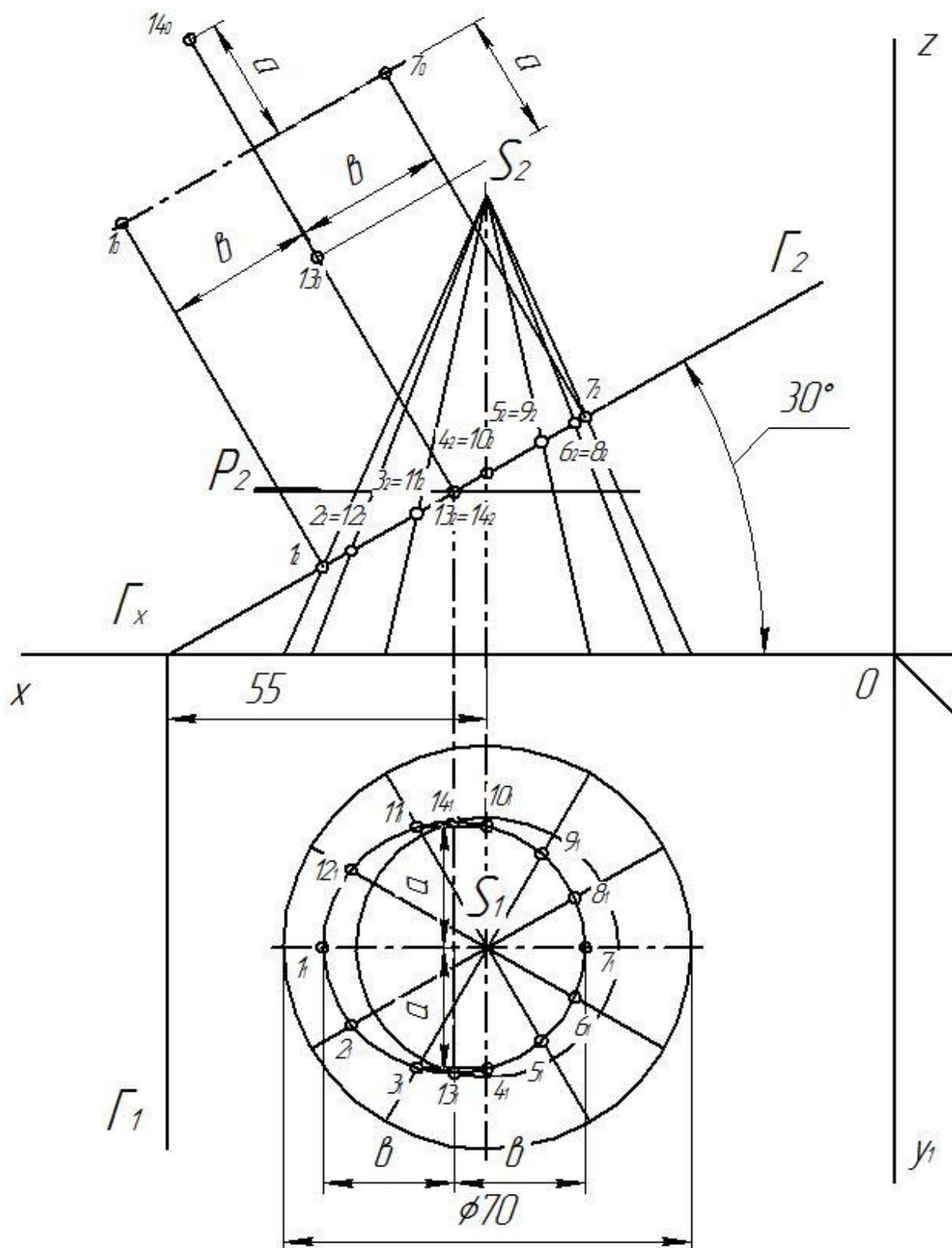


Рисунок 3.14. – Ось сечения, параллельная  $\Gamma_2$

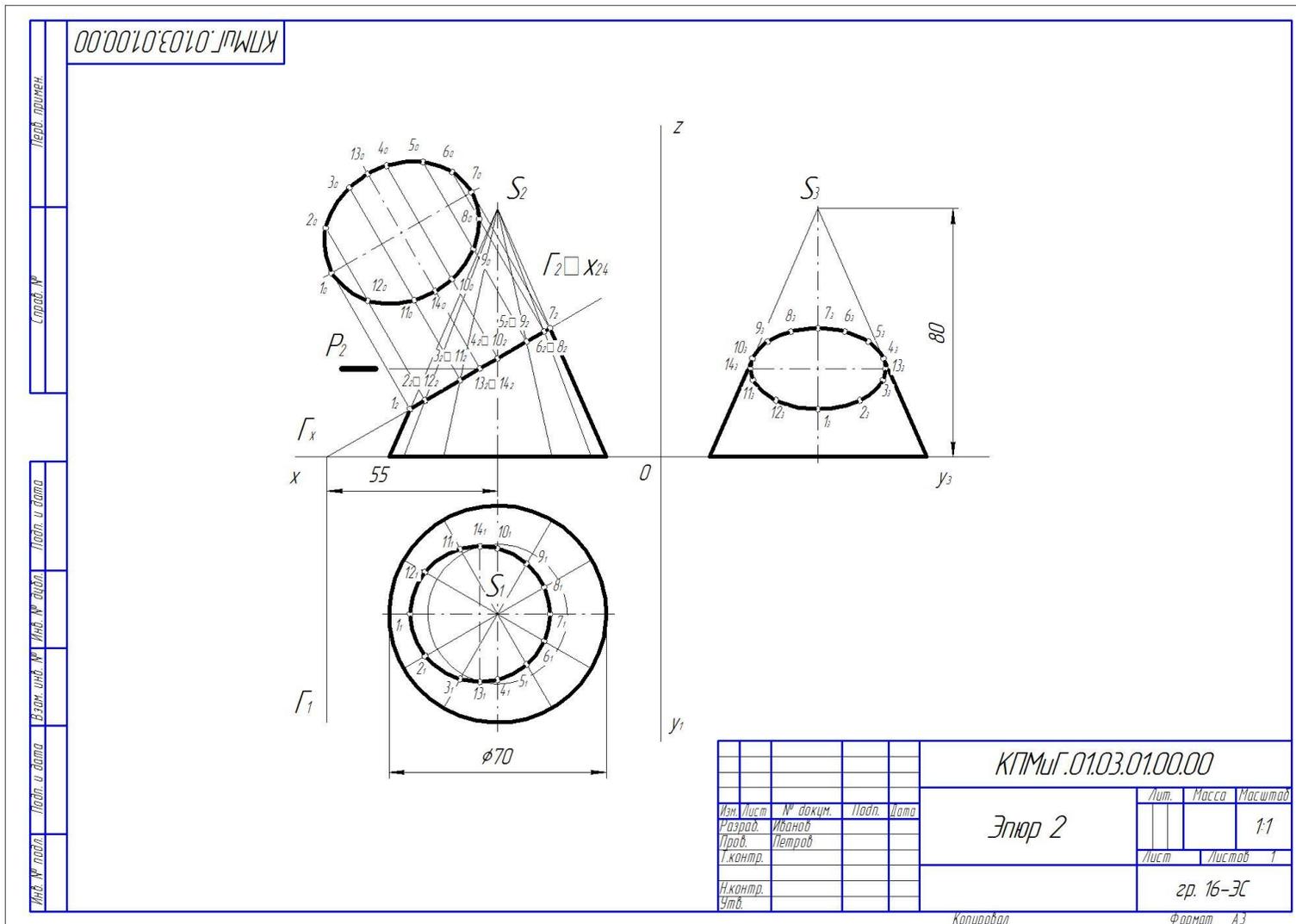


Рисунок 3.15. – Пример выполнения второго эюра

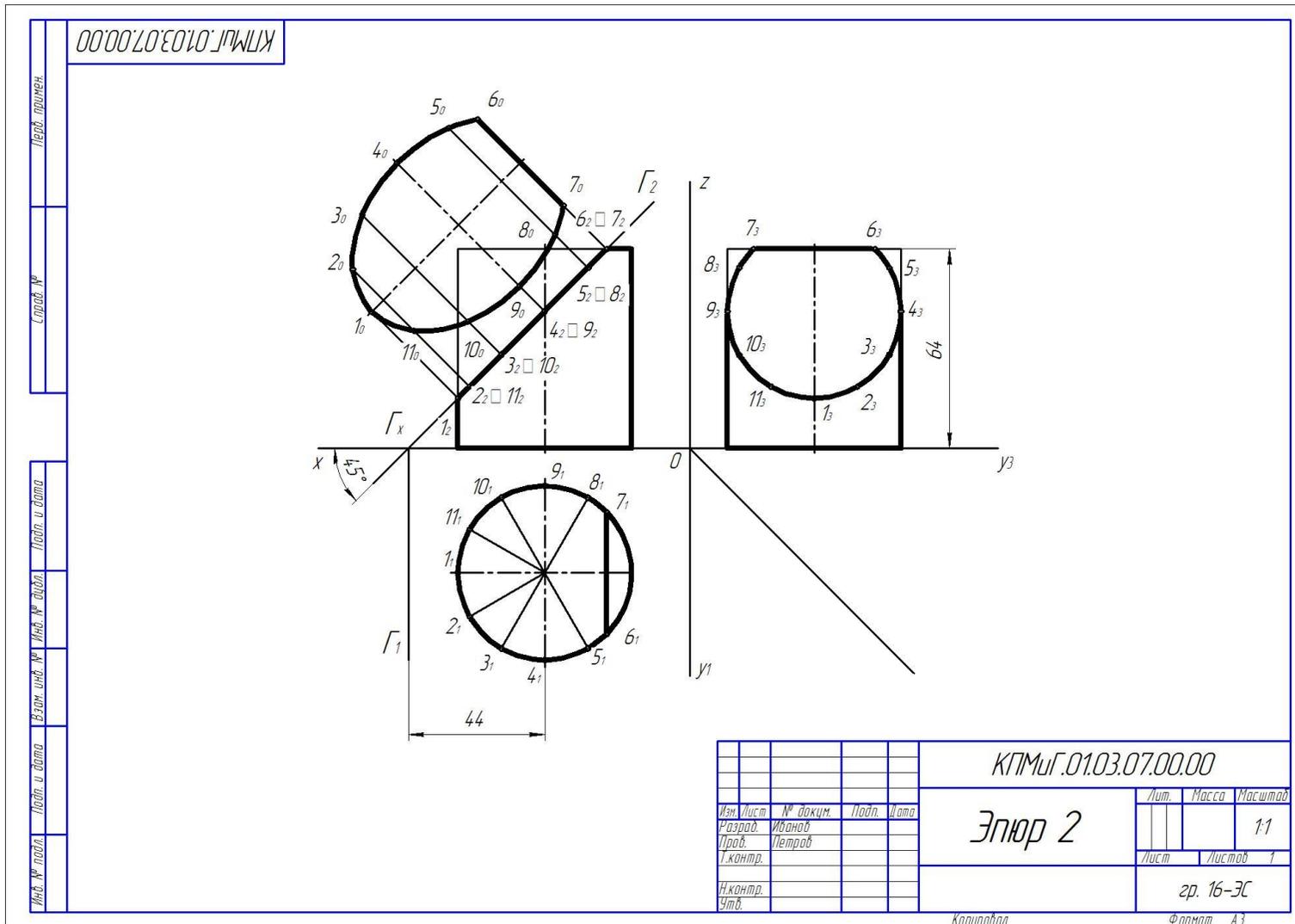


Рисунок 3.16. – Построение сечения цилиндра плоскостью

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Начертательная геометрия и инженерная графика : учеб.-метод. комплекс для студентов специальностей 1-70 02 01, 1-70 04 02, 1-70 04 03 : в 3 ч. / сост. Т. Я. Артемьева [и др.] ; под общ. ред. С. В. Ярмоловича. – 2-е изд. – Новополюцк : ПГУ, 2004. – Ч. 1 : Начертательная геометрия. – 203 с.
2. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии : учеб. пособие / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский ; под ред. Ю. Б. Иванова – 23-е изд., перераб. – М. : Наука, 1988. – 272 с.
3. Бубенников, А. В. Начертательная геометрия : учеб. для вузов / А. В. Бубенников. – М. : Высш. шк., 1985. – 288 с.
4. Арустамов, Х. А. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Х. А. Арустамов. – М. : Машиностроение, 1978. – 445 с.