

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»



М. В. КИСЕЛЕВА, Е. З. ЗЕВЕЛЕВА

ПОЗИЦИОННЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭПЮР 3, ЭПЮР 4

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

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

Об издании – [1](#), [2](#)

УДК 514.18(075.8)

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией
радиотехнического факультета в качестве методических указаний
(протокол № 5 от 19.04.2017)

Кафедра прикладной механики и графики

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

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

Содержат примеры решения типовых задач по эпюрам 3 и 4.

Предназначены для студентов специальностей 1-43 01 03
«Электроснабжение» по курсу «Инженерная графика» раздел
«Начертательная геометрия».

© Киселева М. В., Зевелева Е. З., 2020
© Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Позиционные метрические задачи эпюр 3, эпюр 4» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Мария Владимировна КИСЕЛЕВА
Елена Зевельевна ЗЕВЕЛЕВА

ПОЗИЦИОННЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭПЮР 3, ЭПЮР 4

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

Редактор *О.Ю. Тарасевич*

Подписано к использованию 04.11.2020.
Объем издания: 4,31 Мб. Заказ 636.

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
1. ЭПЮР 3 ЗАДАЧА 4 «Сечение многогранника проецирующей плоскостью»	7
1.1 Краткие теоретические сведения	7
1.2. Указания к решению задачи 4	8
1.2.1. Сечение призмы плоскостью частного положения	9
1.2.2. Сечение пирамиды плоскостью частного положения	11
1.2.3. Построение разверток	13
2.1. Краткие теоретические сведения	19
2.2. Указания к решению задачи	20
ЛИТЕРАТУРА	38

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.

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

- Задача 4 выполняется на одном листе формата А3. Название листа: «Эпюр 3».
- Задача 5 выполняется на листе формата А4 или А3. Название листа: «Эпюр 4».

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 4.

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.

В указаниях к выполнению заданий содержатся ссылки на рекомендуемую литературу:

1. Начертательная геометрия и инженерная графика : учеб.-метод. комплекс для студ. спец. 1-70 02 01, 1-70 04 02, 1-70 04 03. Ч. 1 : Начертательная геометрия / М-во образования РБ, Полоцкий гос. ун-т ; сост. Т.Я. Артемьева, В.А. Лубченко, Т.С. Махова, С.В. Яромлович ; под общ. ред. С.В. Яромловича. - 2-е изд. - Новополоцк : ПГУ, 2004; 2005; 2009. - 203 с.

2. Гордон, В.О. Курс начертательной геометрии /В.О.Гордон, М.А.Семенцов-Огиевский. – М.: Высшая школа, 1988. – 272с.

1. ЭПЮР 3 ЗАДАЧА 4

«Сечение многогранника проецирующей плоскостью»

Условие задачи: построить сечение многогранника плоскостью частного положения (три проекции). Найти натуральную величину полученного сечения, используя метод замены плоскостей проекций или метод вращения вокруг следа плоскости (совмещения). Метод выбирает студент. Построить развертку усеченной части фигуры. Данные взять из таблицы 1.1 в соответствии со своим вариантом.

1.1 Краткие теоретические сведения

Одним из видов пространственных форм являются многогранники. Многогранником называется совокупность таких плоских многоугольников, у которых каждая сторона одного является одновременно стороной другого. Вершины и стороны многоугольников являются вершинами и ребрами многогранников, а сами многоугольники – гранями. Мы будем рассматривать только выпуклые многогранники, т.е. такие, которые расположены по одну сторону плоскости любой из его граней.

Наибольший практический интерес представляют призмы и пирамиды. Призмой называется многогранник, две грани которого представляют собой равные многоугольники с взаимно параллельными сторонами – основаниями. Ребра, не принадлежащие основаниям и параллельные между собой, называют боковыми ребрами. Пирамидой называется многогранник, одна грань которого – многоугольник со сколь угодно большим числом сторон (не менее трех), а остальные грани являются треугольниками с общей вершиной.

Форма и положение многогранника в пространстве могут быть определены заданием его ребер, основанием и вершиной, если это пирамида, основанием и высотой, если это призма.

Перед тем, как приступить к решению задачи рекомендуется изучить разделы [1] §8 стр.91, [2] глава 6 стр.107.

1.2. Указания к решению задачи

Таблица 1.1 – Варианты к задаче 4

Вариант	d	h	k	α°	Вариант	d	h	k	α°
1	50	55	37	45	2	70	65	45	30
3	55	60	60	30	4	55	70	30	45
5	60	65	46	45	6	60	60	30	45
7	50	56	38	45	8	65	65	36	45
9	56	62	66	30	10	50	65	45	30
11	60	65	42	45	12	55	70	30	45
13	52	55	36	45	14	60	60	33	45
15	55	60	66	30	16	65	65	35	45
17	60	70	35	45	18	60	65	45	30
19	54	56	38	45	20	55	70	30	45
21	55	62	65	30	22	60	60	30	45
23	62	65	40	45	24	65	65	38	45
25	50	55	37	45	26	50	65	45	30
27	56	60	60	30	28	55	70	30	45
29	60	70	35	45	30	60	60	30	45

1.2.1. Сечение призмы плоскостью частного положения

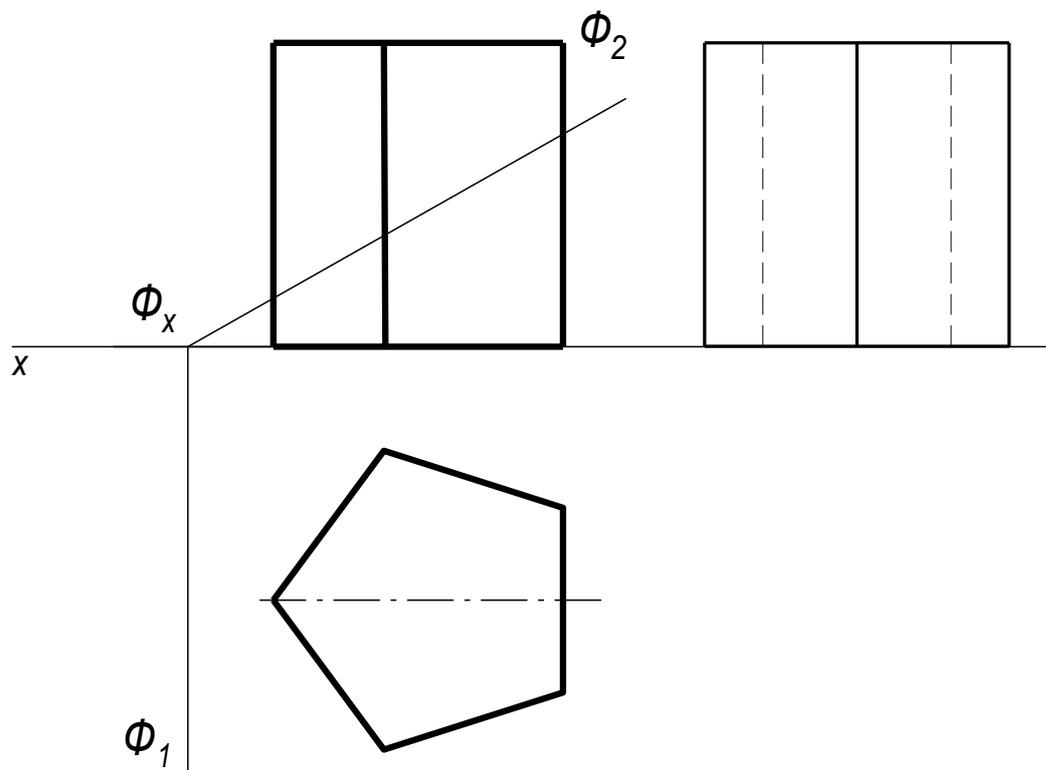


Рисунок 1.1

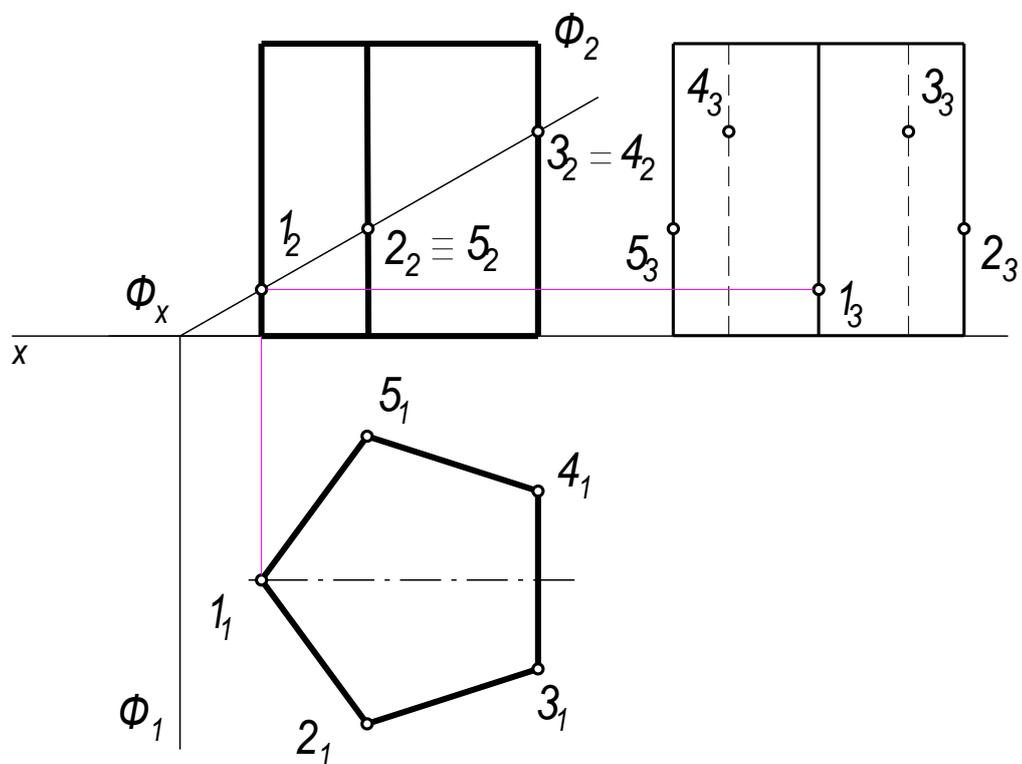


Рисунок 1.2

1.2.2. Сечение пирамиды плоскостью частного положения

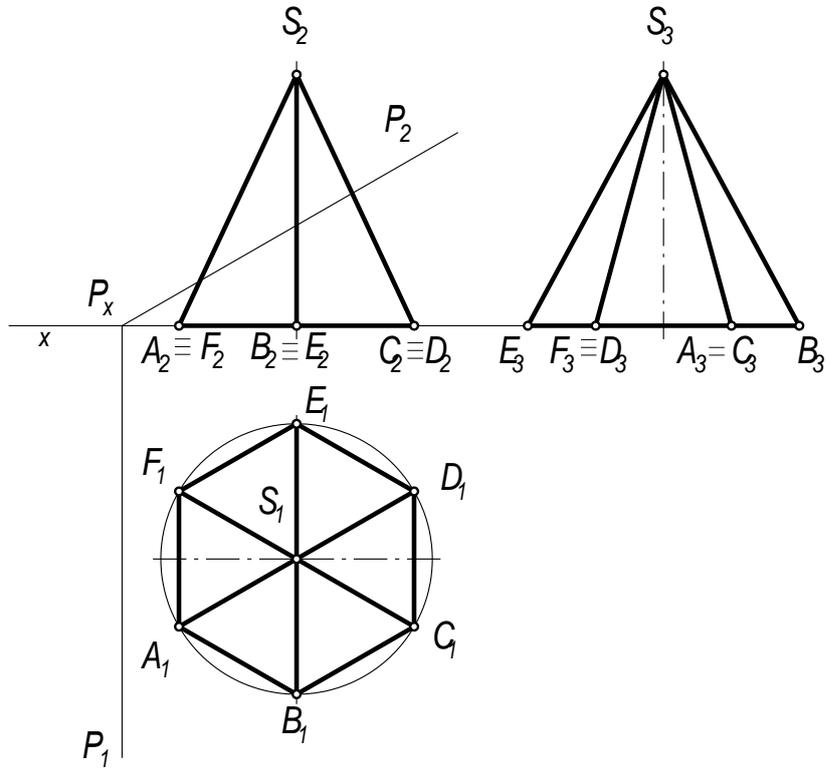


Рисунок 1.5

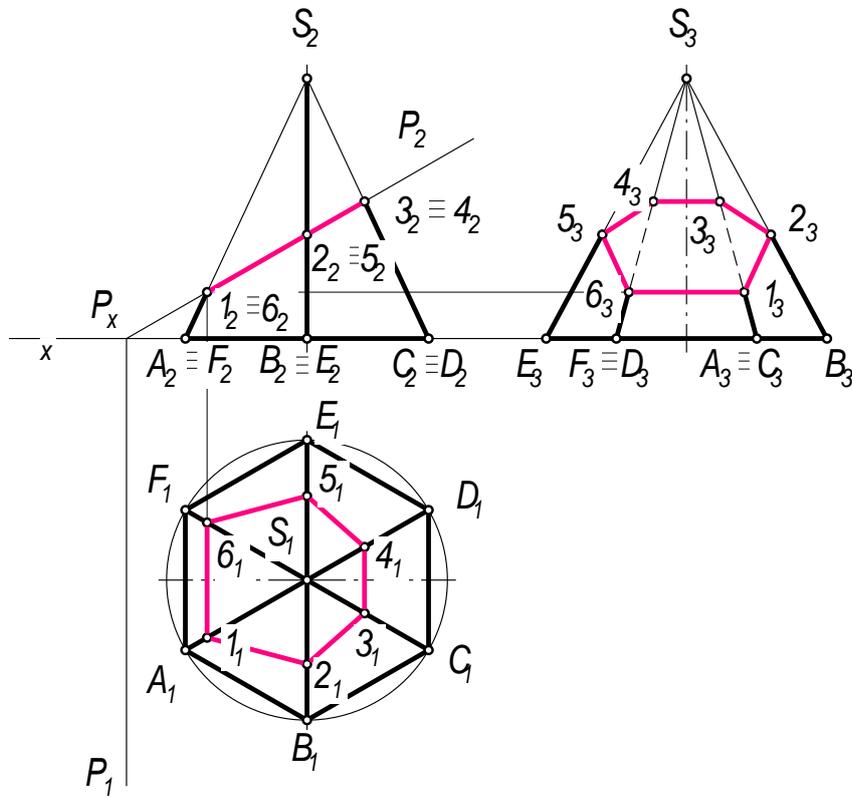


Рисунок 1.6

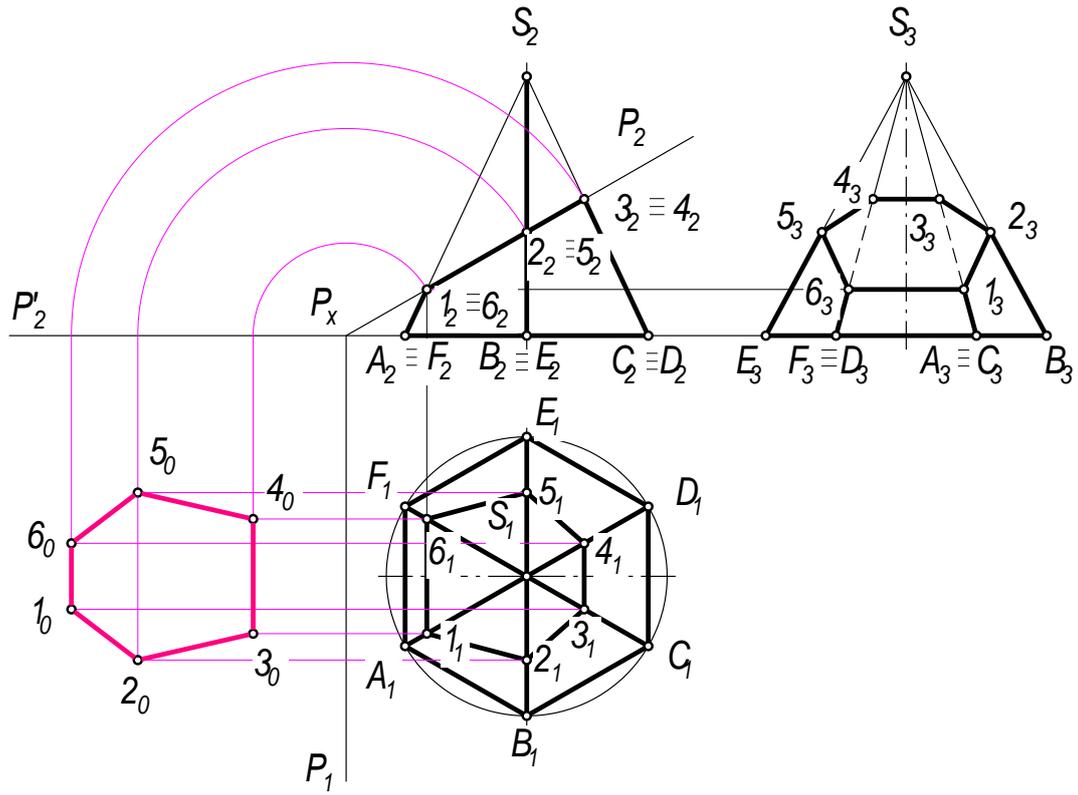


Рисунок 1.7

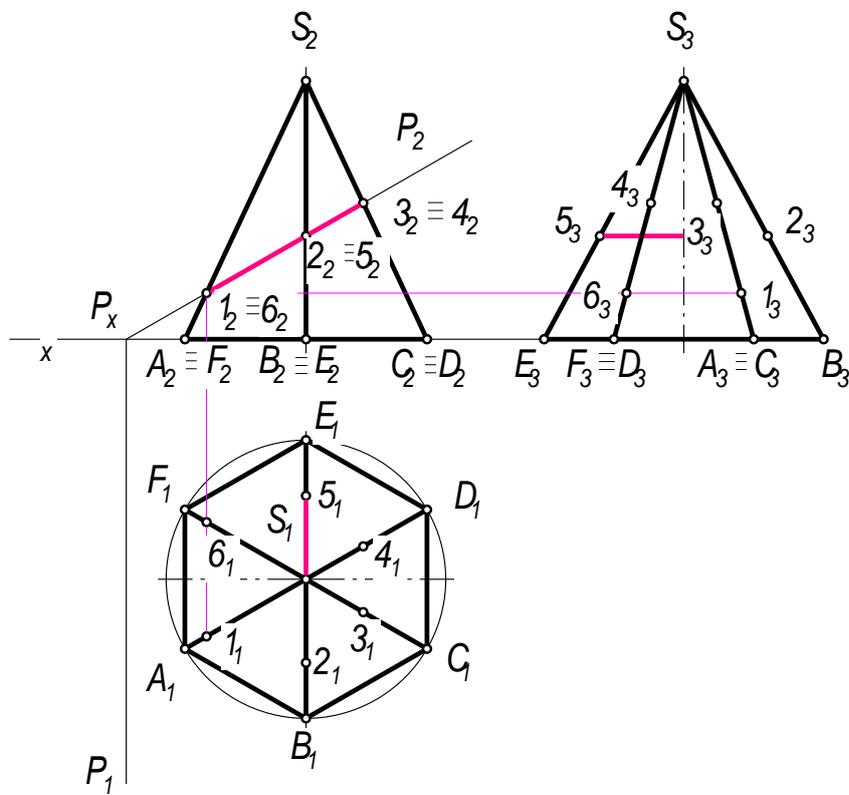


Рисунок 1.8

1.2.3. Построение разверток

Развертка усеченной призмы.

Для построения развертки необходимо знать натуральную величину ребер, основания и сечения призмы. Натуральную величину ребер призмы измеряем на фронтальной или профильной проекции, натуральную величину сторон основания – на горизонтальной проекции.

Сначала строим развертку боковой поверхности усеченной призмы. Для этого проводим вертикальную линию (рисунок 1.9), длина которой равна сумме длин сторон основания призмы.

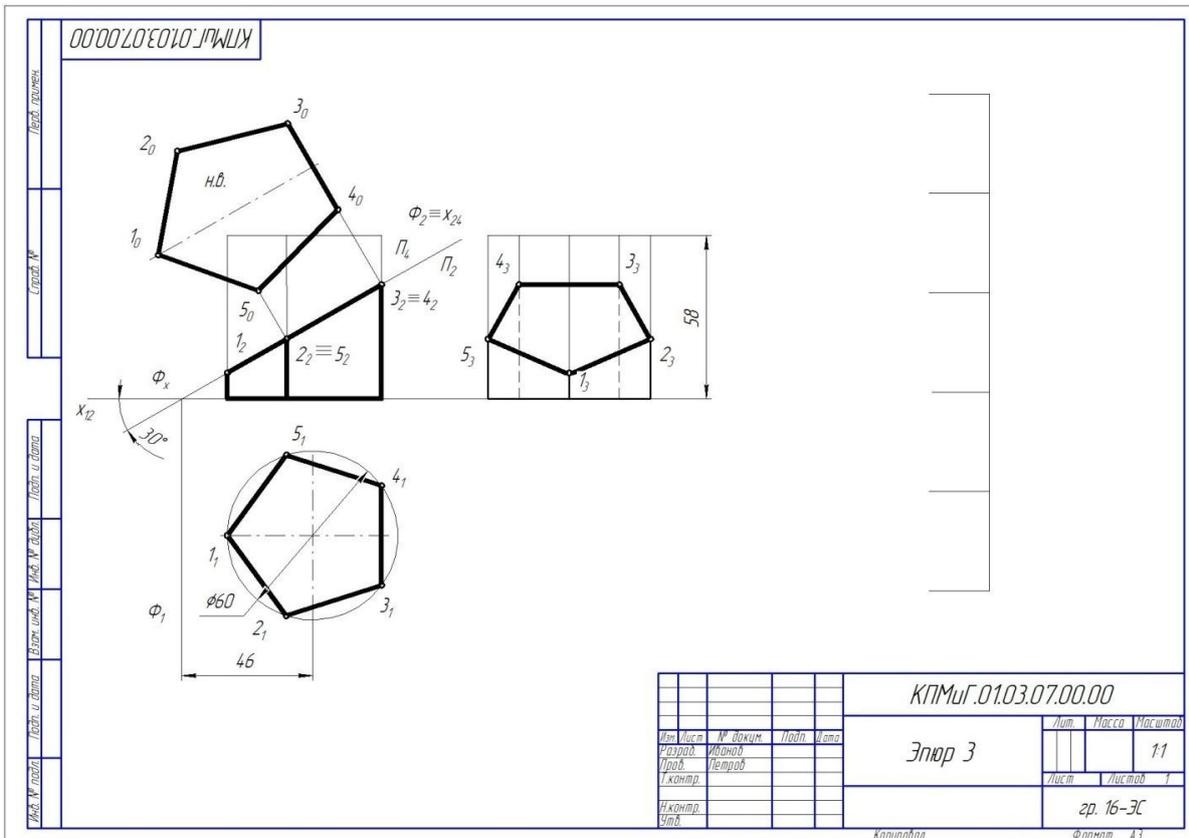


Рисунок 1.9. – Развертка боковой поверхности усеченной призмы

Затем строим ребра призмы, т.е. проводим прямые, перпендикулярные построенной вертикальной линии, и проставляем их обозначения (рисунок 1.10). Измеряем длину ребер на фронтальной или профильной проекции и откладываем на соответствующих ребрах на развертке (рисунок 1.11). Соединяем, получившиеся точки прямыми линиями (рисунок 1.12). К одному из отрезков основания, например, к 1-5, пристраиваем пятиугольник 12345 – основание призмы (рисунок 1.13).

К одному из звеньев ломаной, например, к отрезку 1-5, пристраиваем пятиугольник 12345 (натуральная величина сечения призмы) (рисунок 1.14).

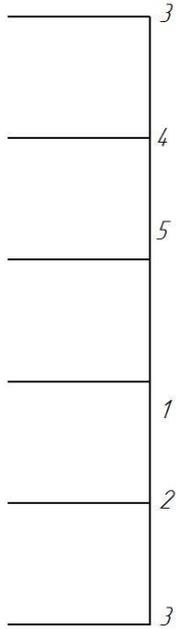


Рисунок 1.10

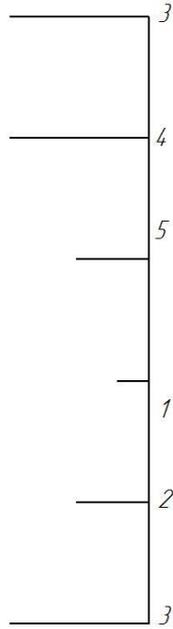


Рисунок 1.11

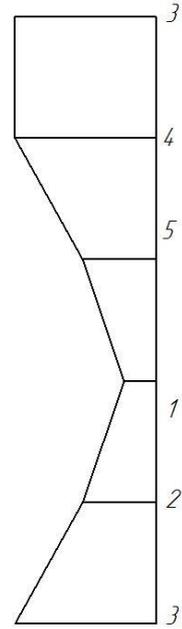


Рисунок 1.12

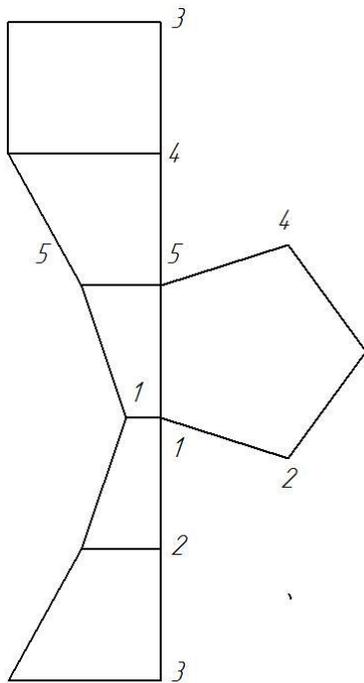


Рисунок 1.13

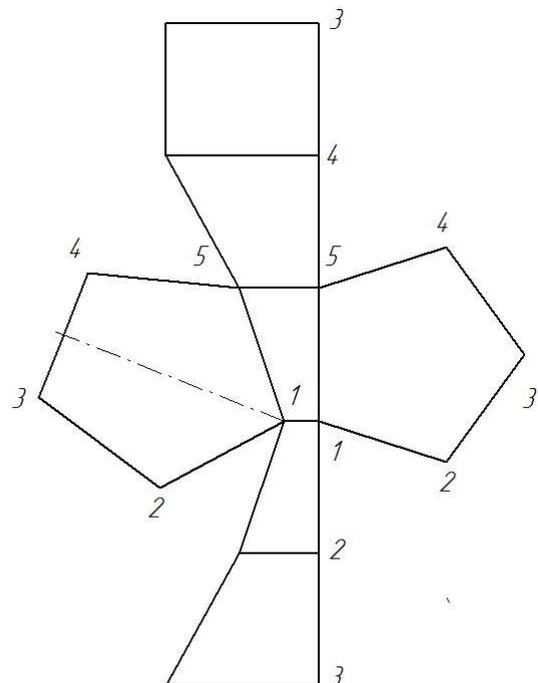


Рисунок 1.14

Обводим линии сгиба штрихпунктирной линией с двумя точками, линии контура – основной толстой линией (рисунок 1.15).

Развертка усеченной пирамиды.

Для построения развертки необходимо знать натуральную величину ребер, основания и сечения пирамиды.

Боковые грани пирамиды проецируются на плоскости Π_1 , Π_2 и Π_3 с искажением, поэтому для построения развертки следует определить их истинную величину. Поскольку данная пирамида прямая и в основании ее правильный шестиугольник, то все боковые грани пирамиды равны и имеют форму равнобедренных треугольников.

Натуральную величину сторон основания пирамиды измеряем на горизонтальной проекции. Натуральную величину ребер – на фронтальной по крайним ребрам, т.к. только они параллельны фронтальной плоскости проекций, следовательно, проецируются на нее в натуральную величину,

Построение развертки начинаем с боковой поверхности. Намечаем положение вершины S . Приняв ее за центр, проводим дугу радиусом, равным длине бокового ребра (S_2A_2).

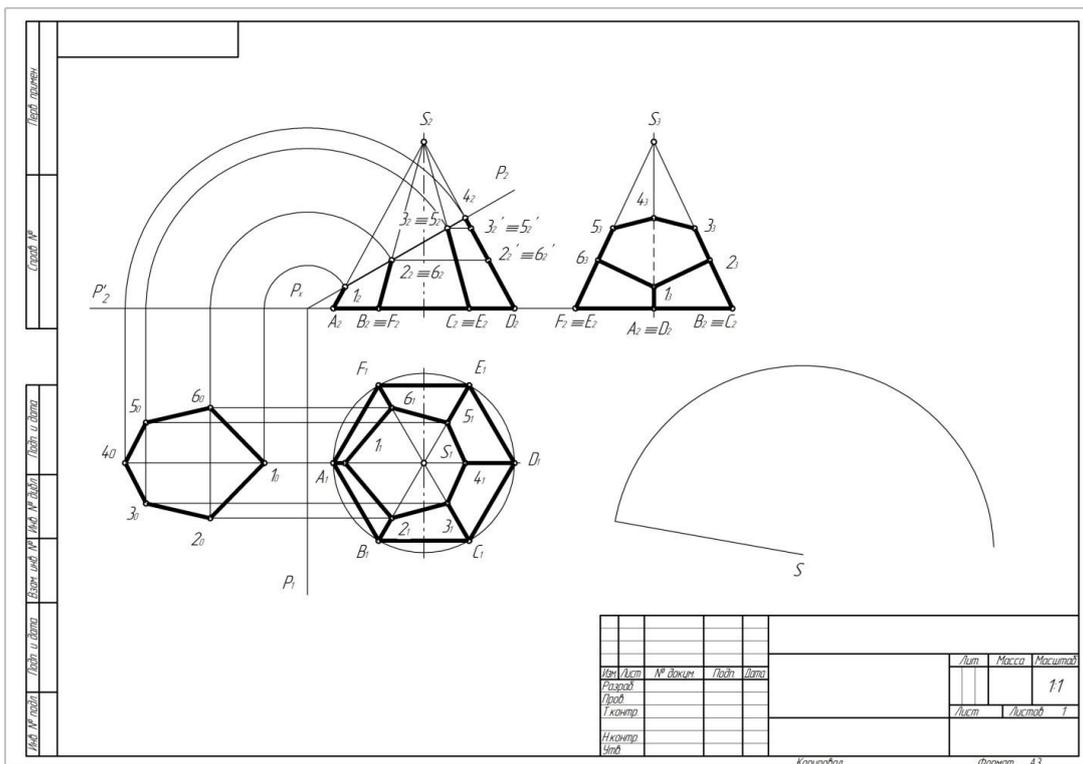


Рисунок 1.16

На дуге от произвольной точки D откладываем шесть хорд, равных длине стороны основания (C_1D_1). Соединив вершину S с концами хорд, получаем развертку боковой поверхности пирамиды (рисунок 1.17).

Измеряем длину каждого ребра усеченной пирамиды на фронтальной проекции (по крайнему ребру, т.е. переносим точки $2_2, 3_2, 5_2, 6_2$ на крайнее ребро, например, (S_2D_2) , являющееся натуральной величиной ребер пирамиды) (рисунок 1.17) и откладываем на соответствующих отрезках развертки (рисунок 1.18).

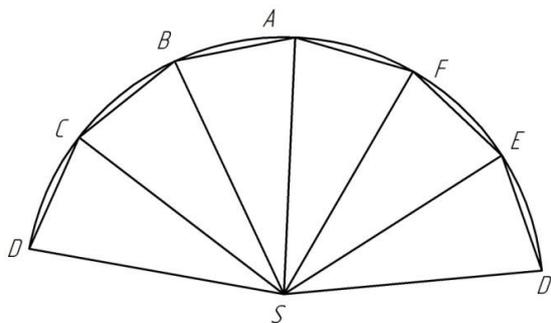


Рисунок 1.17

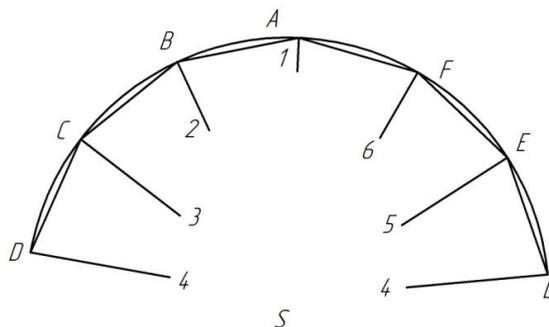


Рисунок 1.18

Соединяем получившиеся точки ломаной линией и удаляем дугу. Основание пирамиды — шестиугольник $ABCDEF$ — помещаем так, чтобы наиболее полно использовалось рабочее поле чертежа (рис.1.19). К одному из звеньев ломаной, например, к отрезку 1-2, пристраиваем шестиугольник 123456 (натуральная величина сечения пирамиды) (рис.1.20).

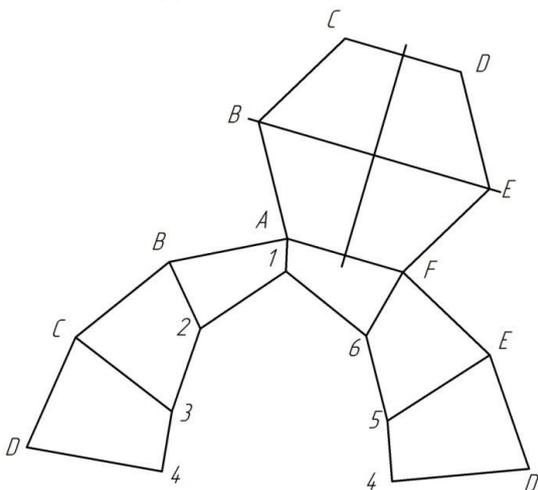


Рисунок 1.19

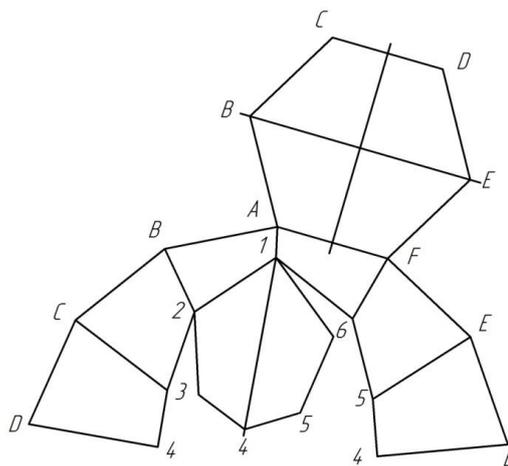
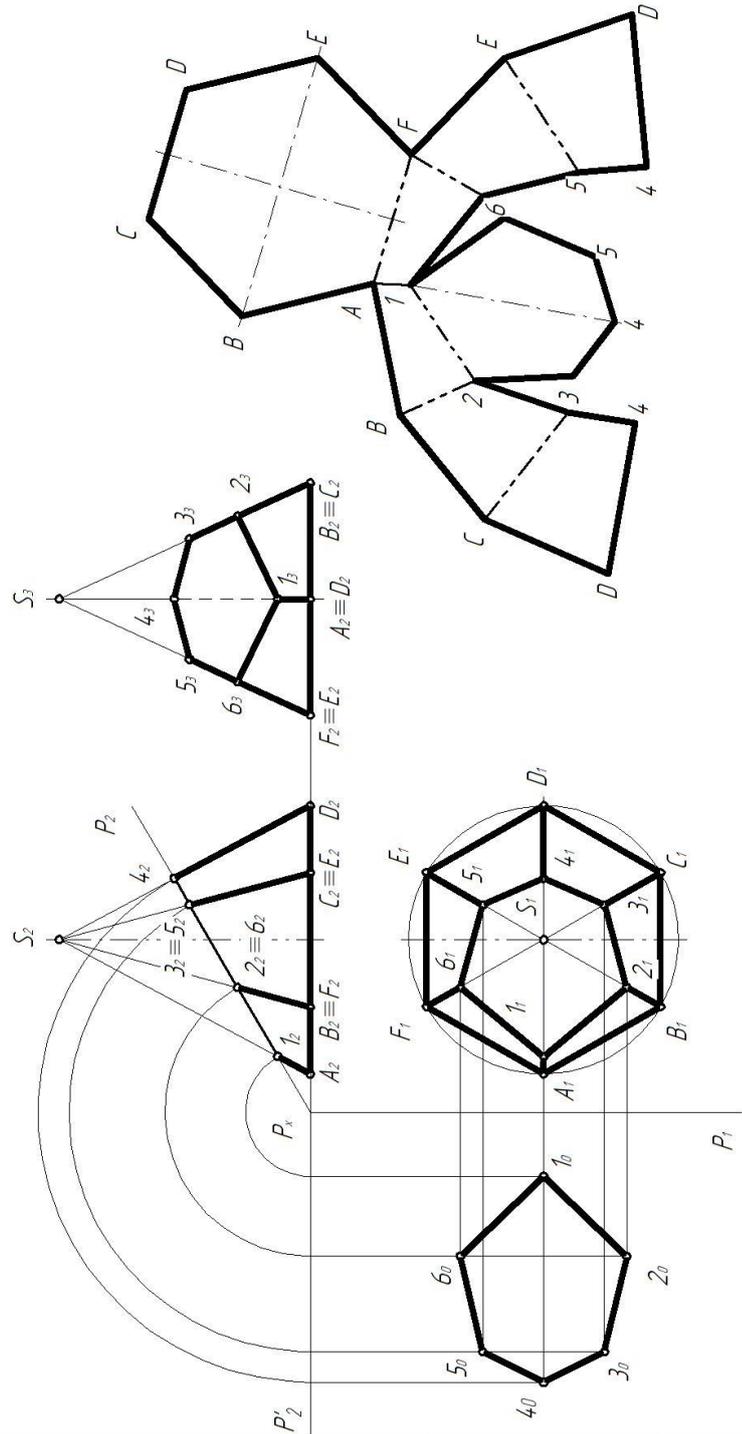


Рисунок 1.20

Обводим линии сгиба штрихпунктирной линией с двумя точками, линии контура — основной толстой линией, осевые линии — штрихпунктирной тонкой. (рисунок 1.21).

КТМУГ.0103.07.00.00

И№, № подл.	Исх. и дата	Взм. и№, №	И№, № дѣл.	Исх. и дата
Грѣб. №	Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата
Исх. и дата				



КТМУГ.0103.07.00.00		Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата
Эпюр 3		Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата
зр. 16-ЭС		Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата
Формат А3		Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата	Исх. и дата

Рисунок 1.21

2. ЭПЮР 4 ЗАДАЧА 5.

Взаимное пересечение поверхностей

Условие задачи: построить линию взаимного пересечения двух поверхностей. Данные взять из таблицы 2.1 в соответствии со своим вариантом. Для нечетного варианта использовать метод вспомогательных секущих плоскостей, для четного – вспомогательных секущих сфер.

2.1. Краткие теоретические сведения

Линия пересечения двух поверхностей есть линия, принадлежащая обеим поверхностям. Следовательно, для построения линии пересечения поверхностей необходимо найти общие точки для данных поверхностей.

Линию пересечения поверхностей можно построить, применяя вспомогательные секущие поверхности (посредники).

Сформулируем общее правило построения линии пересечения поверхностей:

- выбираем вид вспомогательных поверхностей;
- строим линии пересечения вспомогательных поверхностей с заданными поверхностями;
- находим точки пересечения построенных линий и соединяем их между собой.

В качестве вспомогательных поверхностей выбирают такие, линии пересечения которых с заданными поверхностями проецируются в графически простые линии – прямые, окружности, т. к. при этих условиях задача решается проще и точнее. Вспомогательными поверхностями могут быть плоскости или сферы.

Решение задач на взаимное пересечение поверхностей следует вести в такой последовательности:

1. Анализ исходных данных. Устанавливается:
 - вид поверхностей;
 - их положение в системе плоскостей проекций;
 - их положение друг относительно друга.
2. Выбор поверхностей-посредников (на основании анализа исходных данных).
3. Определение области применения посредников (построение экстремальных точек).

4. Построение характерных и достаточного числа промежуточных точек, общих для обеих поверхностей.

5. Последовательное соединение построенных точек. Оформление видимости в проекциях.

Если поверхности участвуют в пересечении частично (врезаются), линия пересечения представляет собой один замкнутый контур. В случае проникания (одна из поверхностей полностью участвует в пересечении с другой) линия пересечения состоит из двух замкнутых контуров.

Следует обращать внимание на проецирующее положение поверхностей, которое упрощает решение задач.

Следует построить характерные точки линии пересечения – точки, определяющие границы видимости, самопересечения, излома и т. д., а также достаточное число промежуточных точек. Точки должны равномерно располагаться на линии пересечения и достаточно достоверно определять ее форму и характер.

2.2. Указания к решению задачи

Конструкции деталей можно рассматривать как сочетание различных геометрических тел. Необходимо уметь строить линии пересечения поверхностей этих тел (рисунок 2.1). Решение выполняем на листе формата А3. Перед решением данной задачи необходимо проанализировать, сколько видов необходимо для построения линии пересечения. От этого будет зависеть, как расположить лист: если достаточно 2 вида, то выбираем вертикальное расположение, если 3 вида – горизонтальное. Для грамотного выполнения данного задания рекомендуется изучить §10 [1, с. 121], §11 [1, с. 129], §60–§66 [2, с. 194–217], §80 [3, с. 217], [4, с. 386].

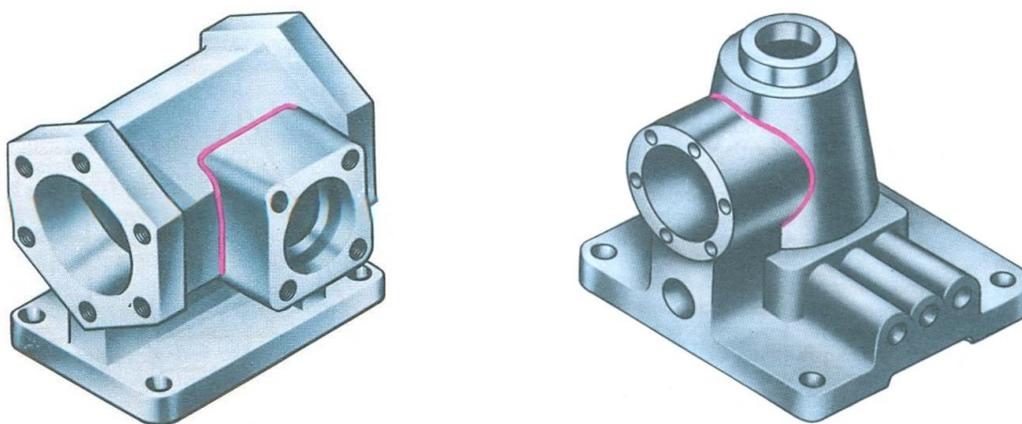
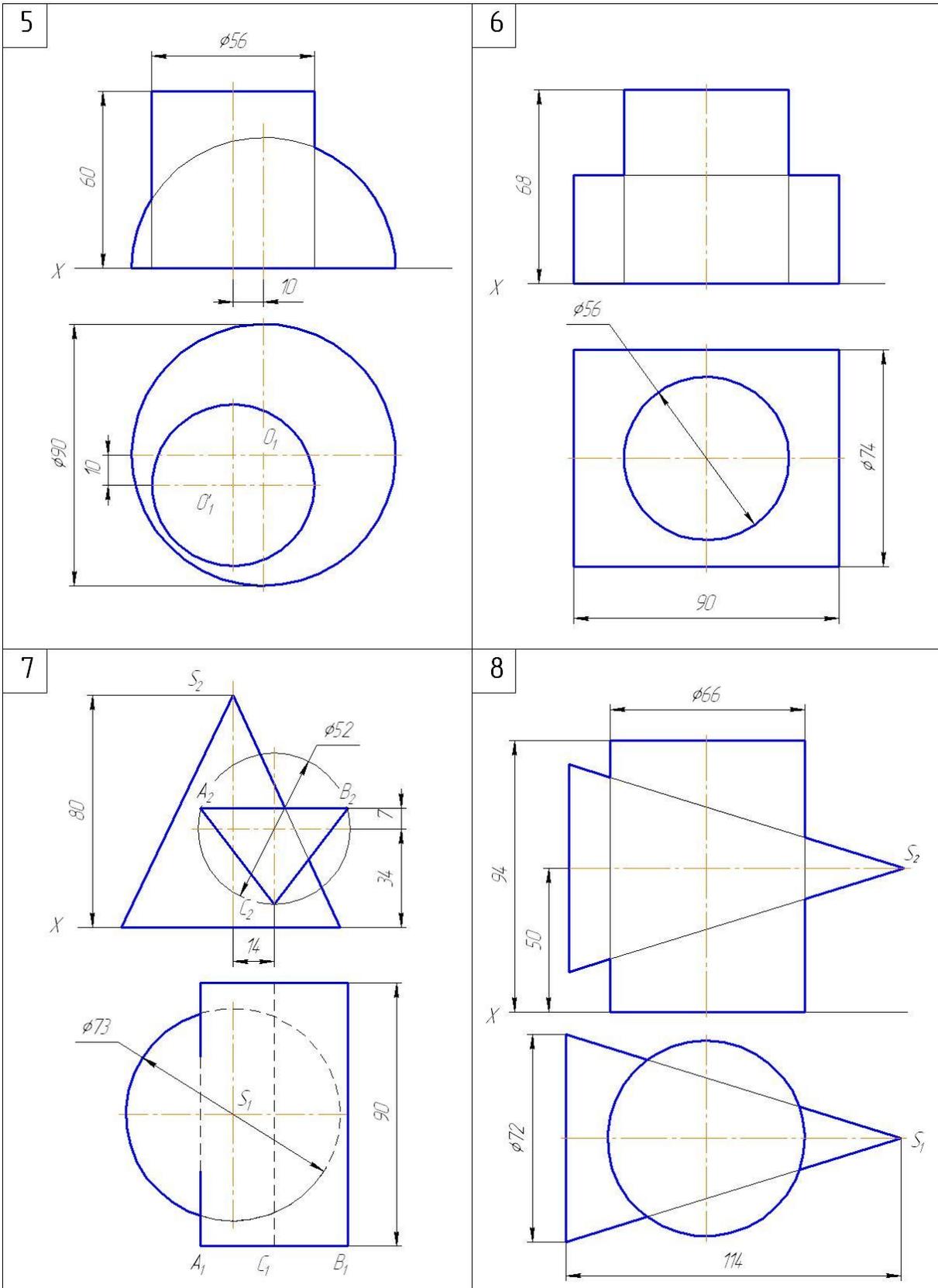
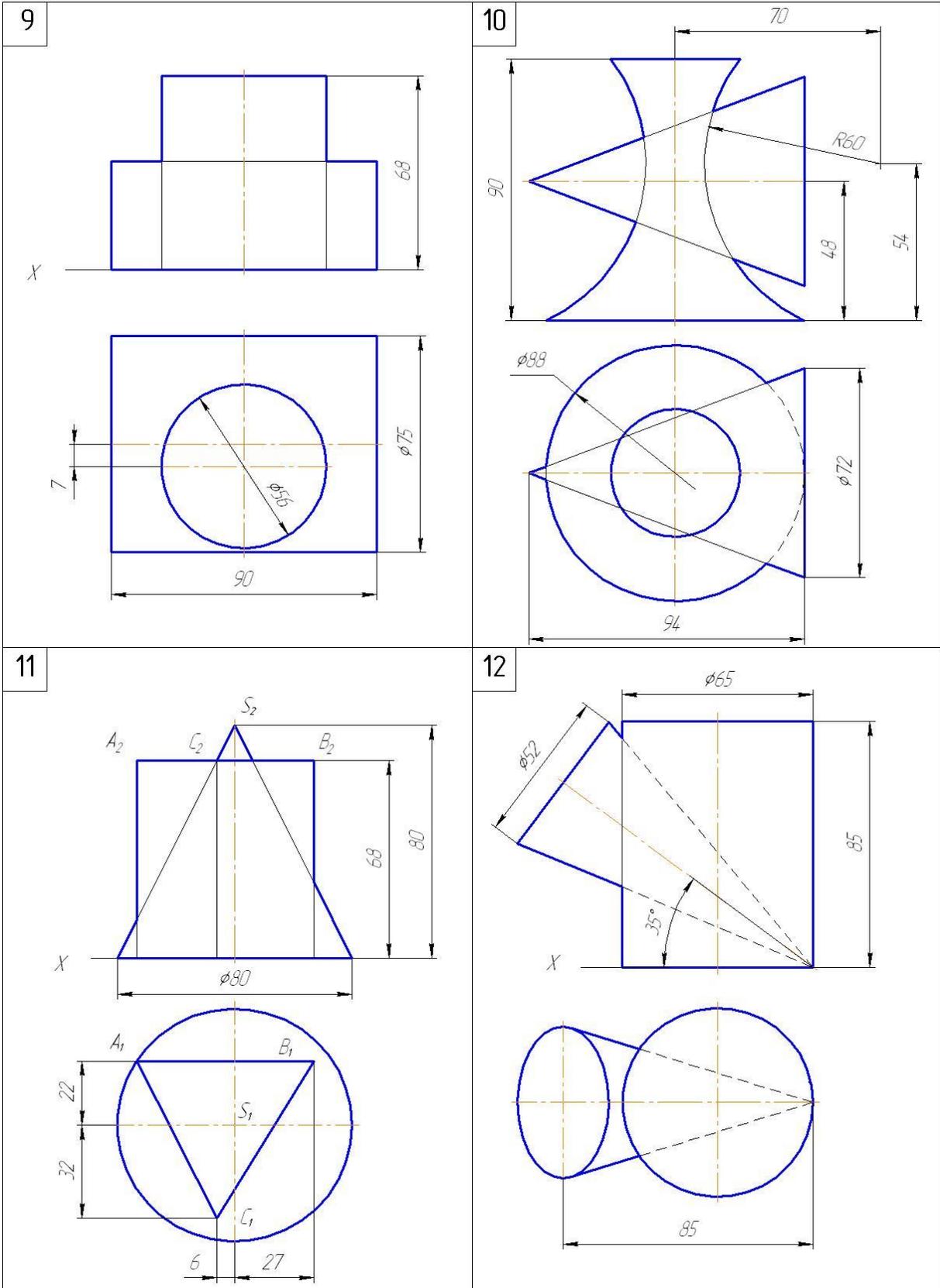


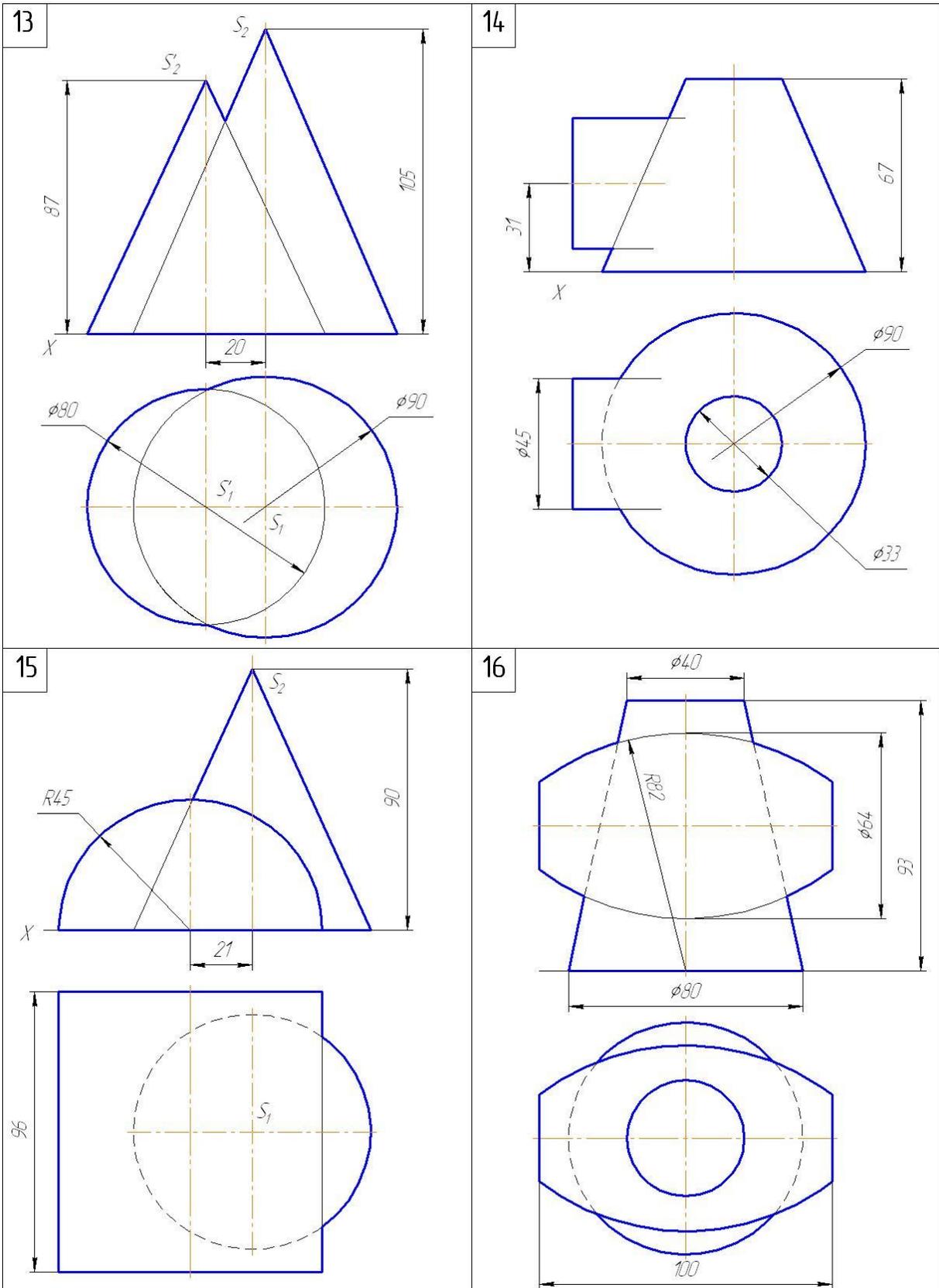
Рисунок 2.1. Линии пересечения поверхностей деталей

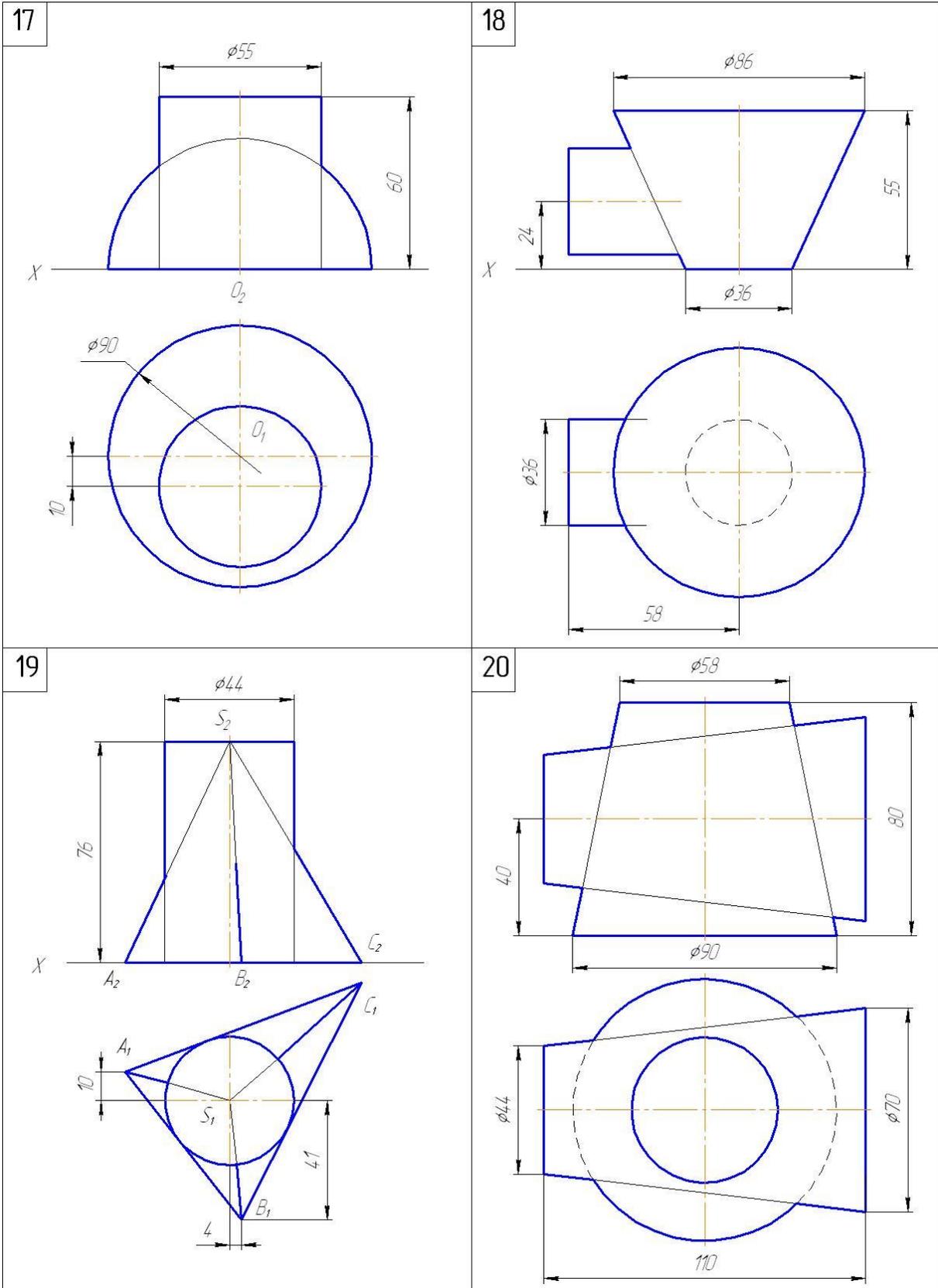
Таблица 2.1. – Варианты индивидуальных заданий к задаче 4

<p>1</p>	<p>2</p>
<p>3</p>	<p>4</p>

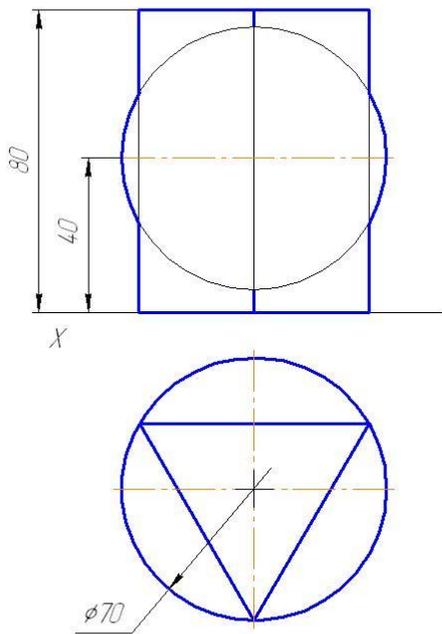




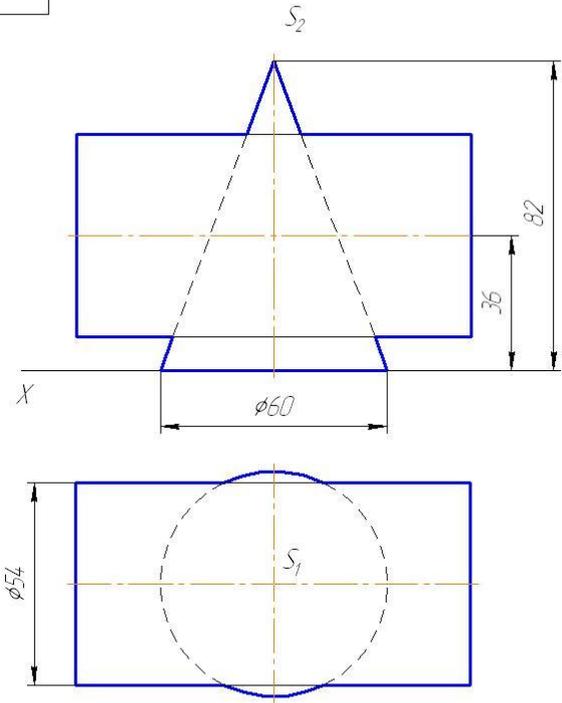




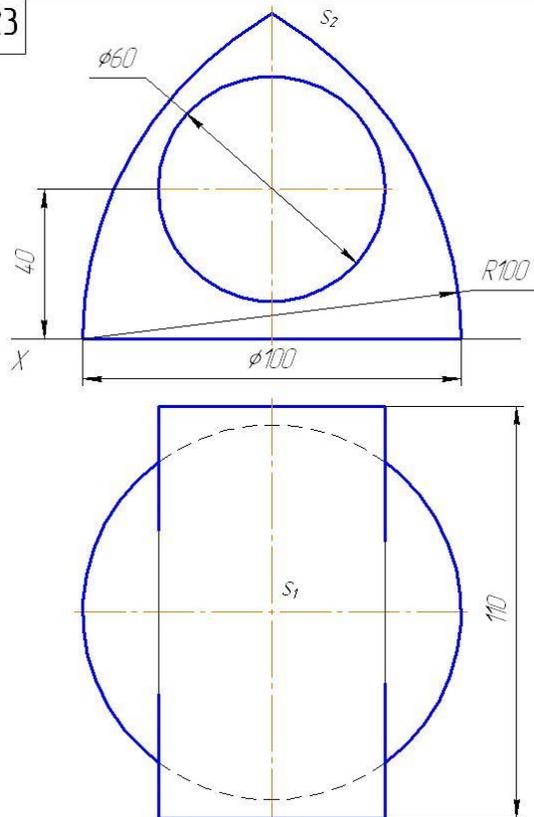
21



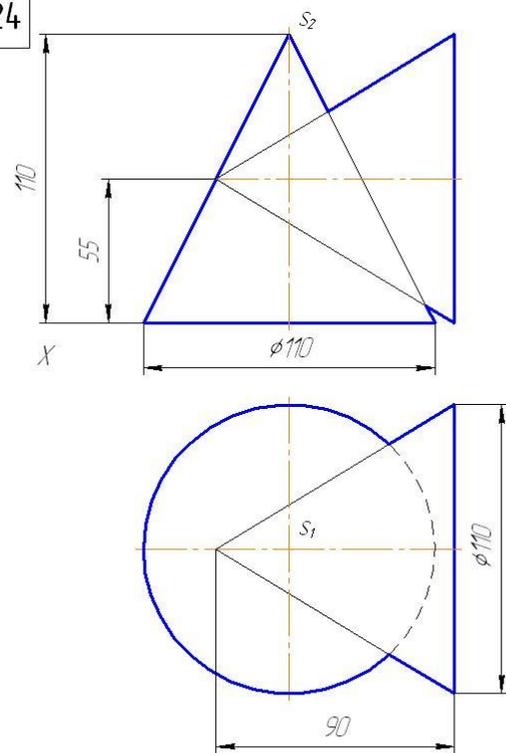
22



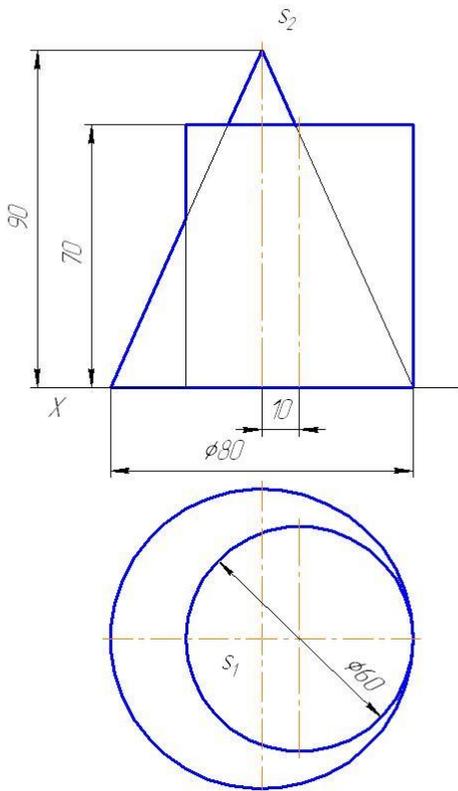
23



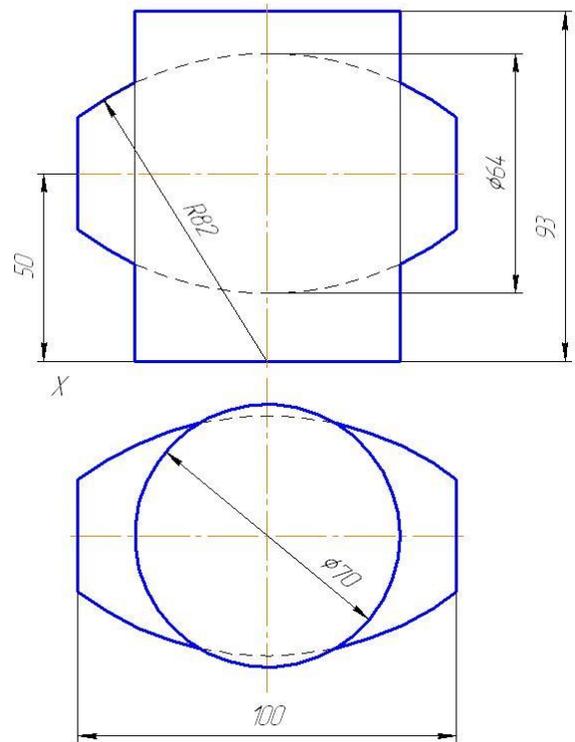
24



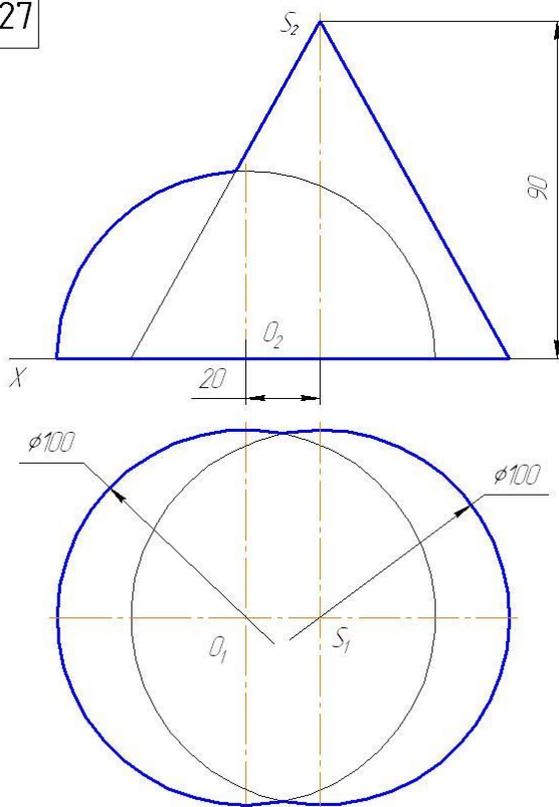
25



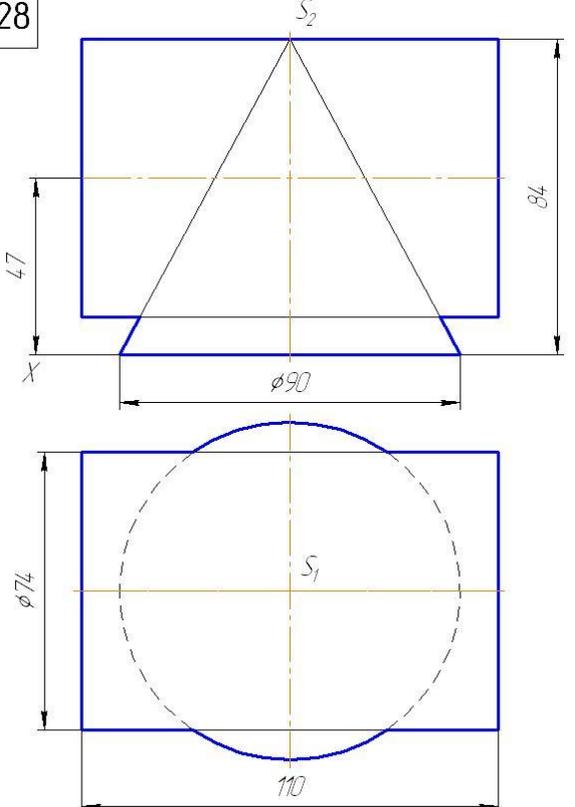
26



27



28



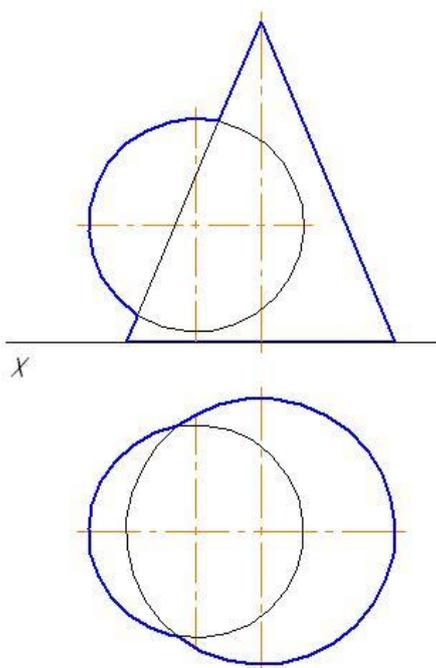
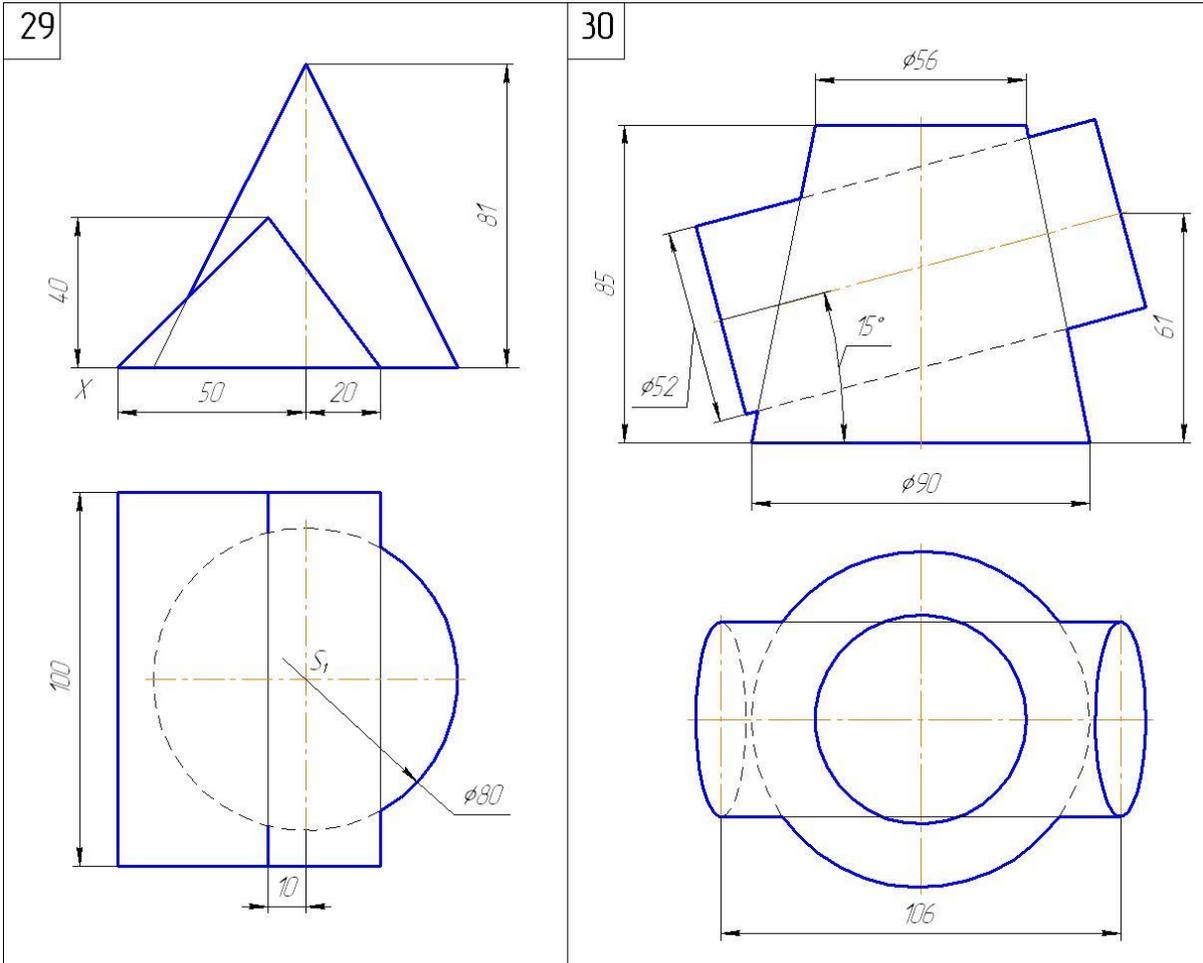


Рисунок 2.2

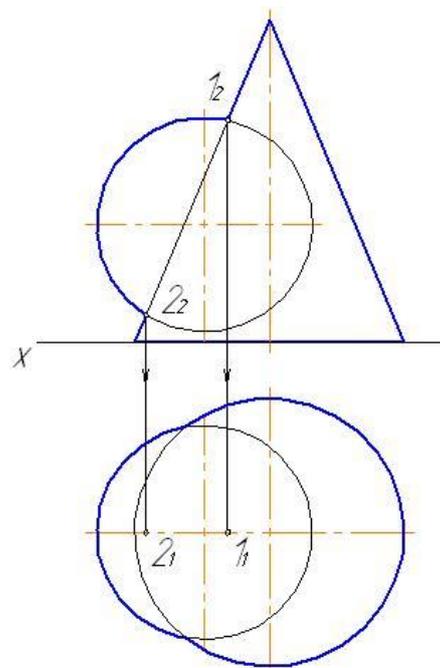


Рисунок 2.3

1. Рассмотрим применение *метода вспомогательных секущих плоскостей* на примере построения линии пересечения сферы с конусом вращения (рисунок 2.2). При построении точек линии пересечения поверхностей вначале находим проекции явных точек (наивысшую и наинизшую) на фронтальной плоскости 1_2 и 2_2 . По линии связи проецируем эти точки на горизонтальную плоскость: 1_1 и 2_1 (рисунок 2.3).

Для определения границ видимости проведем фронтальную плоскость уровня Γ (Γ_2), проходящую через экватор сферы. В сечении конической поверхности данной плоскостью получается окружность радиусом $R_{к1}$, а сферы – окружность радиусом $r_{с1}$, (рисунок 2.4). Проведем горизонтальные проекции данных окружностей и на их пересечении получим горизонтальные проекции искомых точек 3_1 и 4_1 . По линии связи находим проекции этих точек на Γ_2 : 3_2 и 4_2 (фронтальные проекции совпадают), так как оси симметрии поверхностей лежат в одной плоскости (совпадают), параллельной Π_2 (рисунок 2.4).

Промежуточные точки найдем при помощи фронтальных плоскостей уровня, которые пересекают заданные поверхности по окружностям. При взаимном пересечении этих окружностей получают промежуточные точки искомой линии. Проведем фронтальную плоскость уровня P (P_2) на расстоянии a от экватора, которая пересекает коническую поверхность по окружности радиусом $R_{к2}$, а сферу – по окружности радиусом $r_{с2}$. Пересечение горизонтальных проекций этих окружностей дает горизонтальные проекции искомых точек 5_1 и 6_1 . По линии связи проецируем эти точки на P_2 : 5_2 и 6_2 (рисунок 2.5).

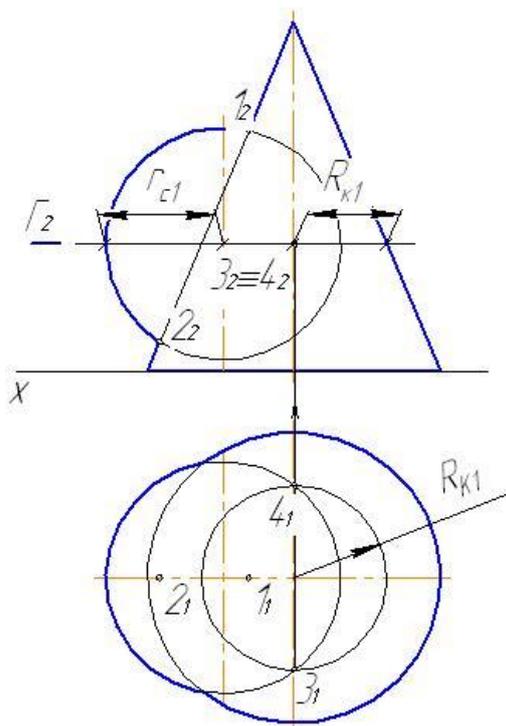


Рисунок 2.4

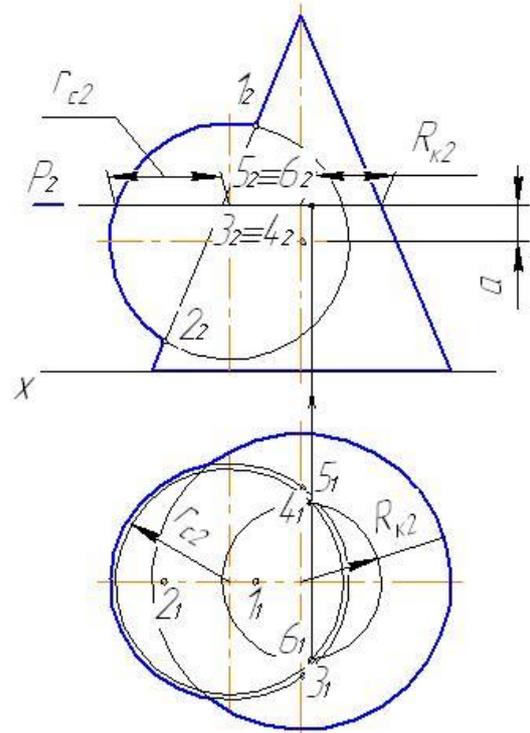


Рисунок 2.5

Проведем фронтальную плоскость уровня T (T_2) тоже на расстоянии a от экватора и выполнив аналогичные построения, найдем точки 7 ($7_1, 7_2$) и 8 ($8_1, 8_2$) (рисунок 2.6).

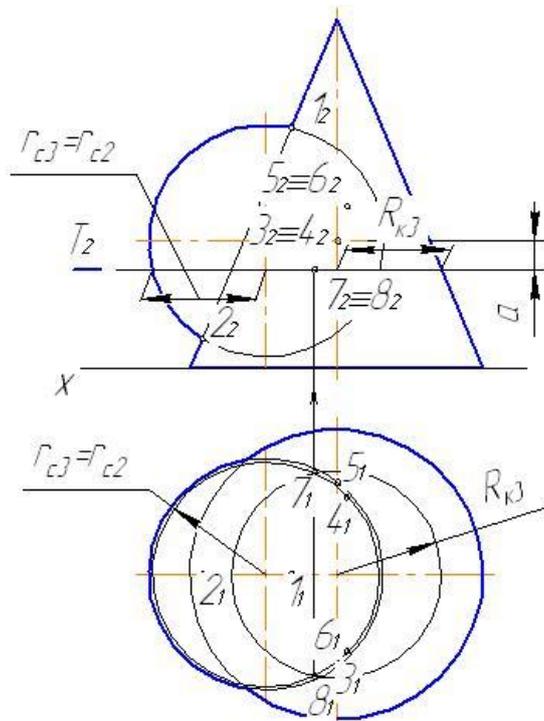
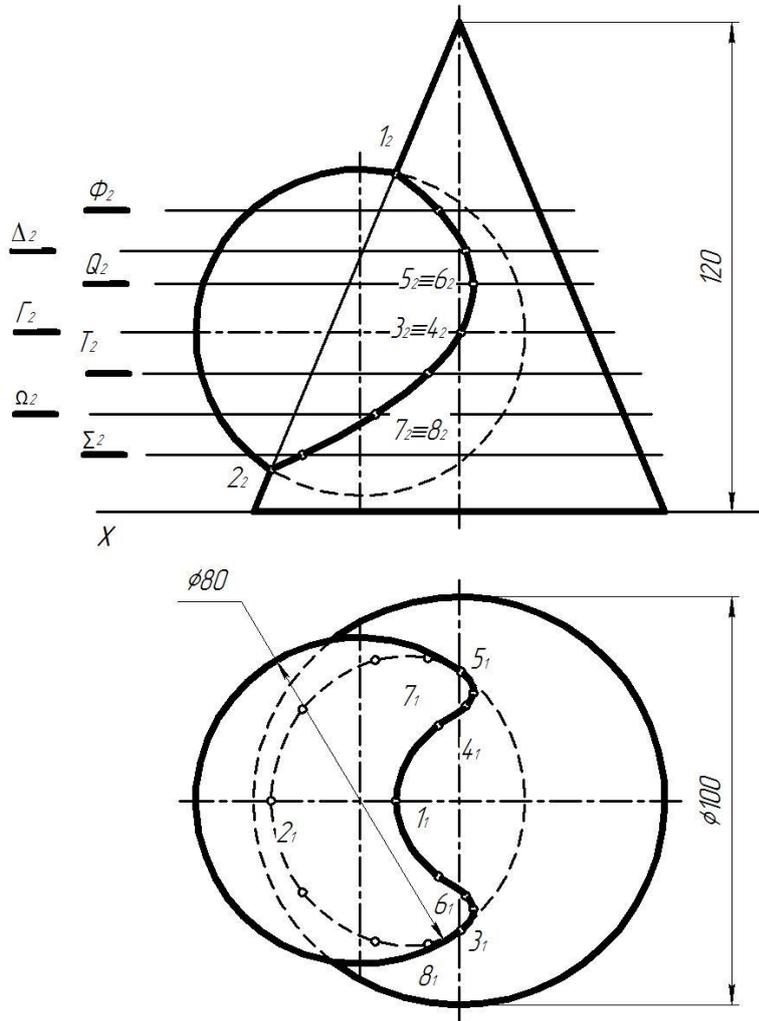


Рисунок 2.6

Количество вспомогательных секущих плоскостей, а, следовательно, и промежуточных точек линии пересечения зависит от требуемой точности решения. Таким образом, проведя достаточное количество фронтальных плоскостей уровня и получив необходимое количество точек, соединив их с учетом видимости, получаем проекции искомой линии пересечения поверхностей (рисунок 2.7).

КПМыГ.01.04.03.00.00



Лист №	Листов	Имя, №				
Лист №	Листов	Имя, №				
Лист №	Листов	Имя, №				
Лист №	Листов	Имя, №				

КПМыГ.01.04.03.00.00		
Изм.	Лист	№ докум.
Разраб.	Иванов	Подп.
Проб.	Петров	Дата
Т.контр.		
И.контр.		
Утв.		
Эпюр 4		Лит.
		Масса
		Масштаб
		1:1
		Лист
		Листов
		1
		гр. 16-ЭС

Копировал Формат А3

Рисунок 2.7

2. Рассмотрим применение *метода вспомогательных секущих сфер* на примере построения линии пересечения двух конусов вращения (рисунок 2.8). В этом примере соблюдены три графических условия применения способа вспомогательных концентрических сфер:

- пересекаются поверхности вращения;
- общая плоскость симметрии геометрических тел Γ (Γ_1) является фронтальной плоскостью уровня;
- оси поверхностей пересекаются в точке O (O_2) – центр вспомогательных сфер.

При построении точек линии пересечения поверхностей вначале находим проекции явных точек на фронтальной плоскости: 1_2 и 2_2 . По линии связи проецируем эти точки на горизонтальную плоскость: 1_1 и 2_1 (рисунок 2.9).

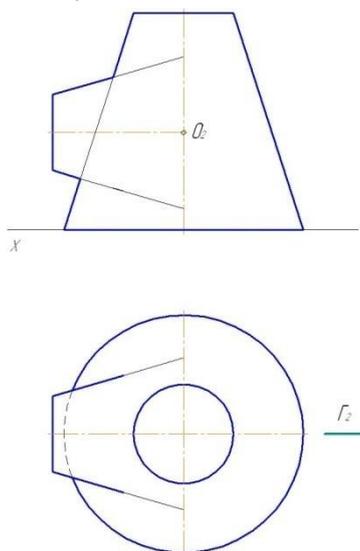


Рисунок 2.8

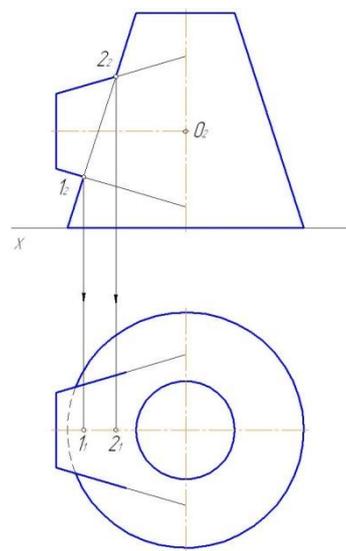


Рисунок 2.9

Находим вспомогательную сферу минимального радиуса. Для этого из точки пересечения осей на фронтальной проекции проводим перпендикуляры к образующим конусов. Тот из перпендикуляров, который имеет большую длину, является радиусом минимальной сферы (R_{\min}) (рисунок 2.10).

Проводим сферу минимального радиуса. В сечении конических поверхностей данной сферой получают окружности, проецирующиеся на фронтальную плоскость в виде прямых, на пересечении которых получают проекции точек 3_2 и 4_2 (совпадают). На горизонтальной плоскости проводим окружность радиусом R (проекция линии пересечения

конуса, ось которого перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций, со вспомогательной сферой). По линии связи находим проекции этих точек на плоскости Π_1 (3_1 и 4_1). Они лежат на окружности радиусом R (рисунок 2.11).

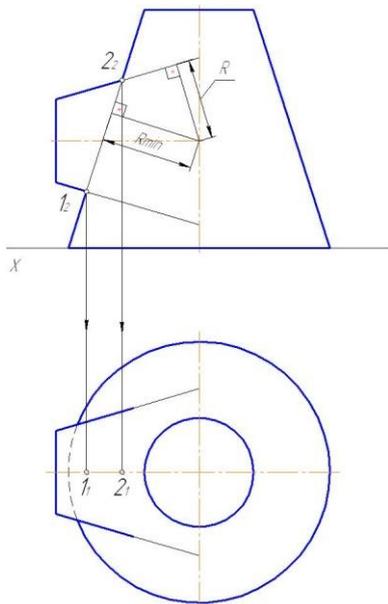


Рисунок 2.10

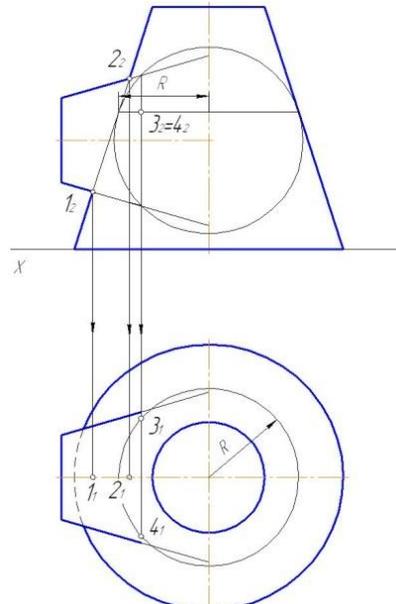


Рисунок 2.11

Для определения границ видимости проведем вспомогательную сферу через точку пересечения оси конуса (перпендикулярной профильной плоскости проекций) и крайней образующей конуса, ось которого перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рисунок 2.12). В сечении конических поверхностей данной сферой получают окружности, проецирующиеся на фронтальную плоскость в виде прямых, на пересечение которых получают проекции точек 5_2 и 6_2 (совпадают). По линии связи находим проекции этих точек на Π_1 (5_1 и 6_1). Они лежат на крайних образующих горизонтально расположенного конуса.

Промежуточные точки найдем при помощи вспомогательных сфер, которые пересекают заданные поверхности по окружностям. Проводим сферу радиусом больше минимального. В сечении конических поверхностей данной сферой получают окружности, проецирующиеся на фронтальную плоскость в виде прямых, на пересечении которых получают проекции точек 7_2 и 8_2 (совпадают). На горизонтальной плоскости проводим окружность радиусом R_1 (проекция линии пересечения конуса, ось которого перпендикулярна горизонтальной

плоскости проекций, со вспомогательной сферой). По линии связи находим проекции этих точек на плоскости Π_1 (7_1 и 8_1). Они лежат на окружности радиусом R_1 (рисунок 2.13).

Количество вспомогательных секущих сфер, а, следовательно, и промежуточных точек линии пересечения зависит от требуемой точности решения. Таким образом, проведя достаточное количество вспомогательных секущих сфер и получив необходимое количество точек, соединив их с учетом видимости, получаем проекции искомой линии пересечения поверхностей (рисунок 2.14).

Убираем частично линии построений и оформляем эюр (рисунок 2.15).

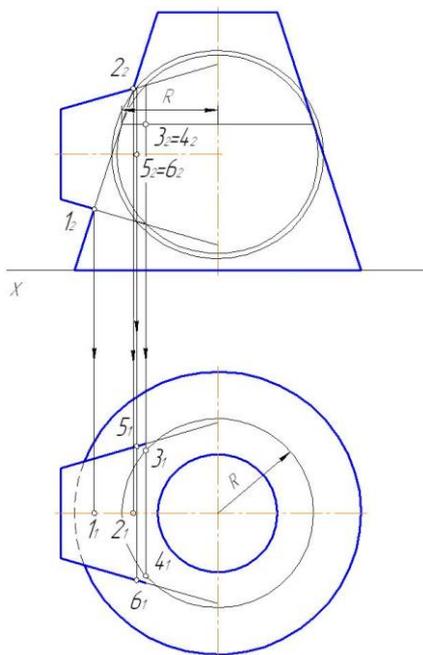


Рисунок 2.12

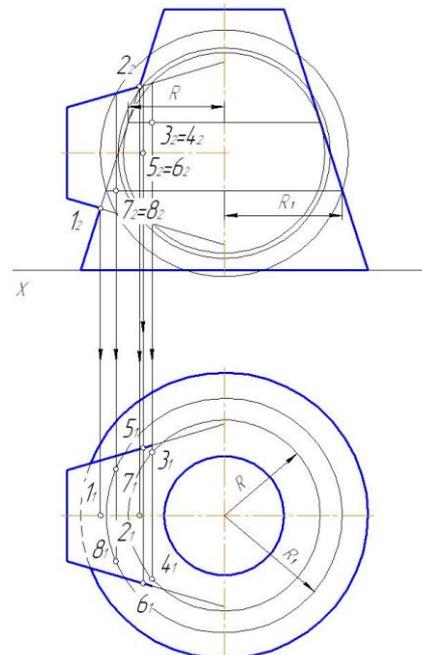


Рисунок 2.13

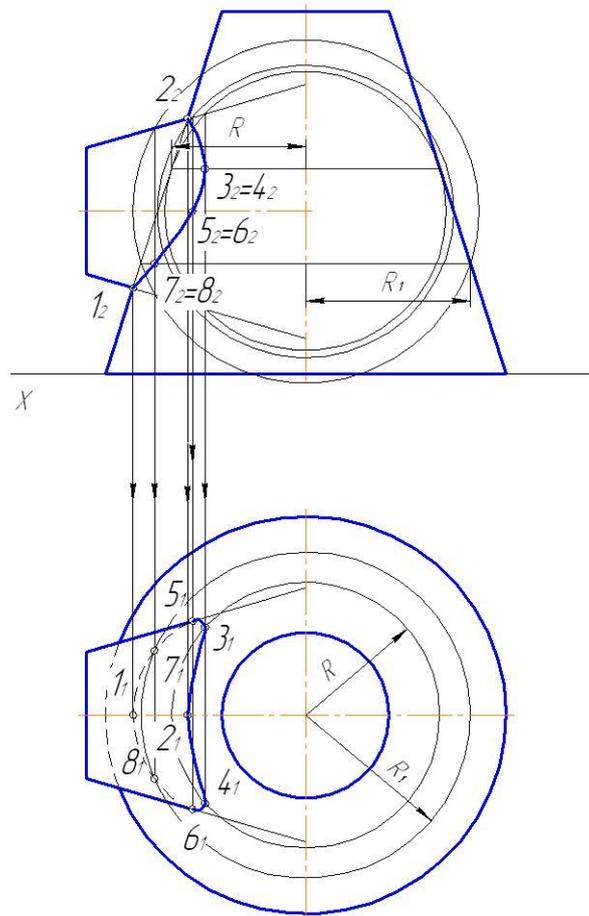


Рисунок 2.14

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемьева, Т. Я. Начертательная геометрия и инженерная графика : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-70 02 01, 1-70 04 02, 1-70 04 03. Ч. 1 : Начертательная геометрия / Т. Я. Артемьева [и др.]; под общ. ред. С. В. Ярмолевича. – 2-е изд. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 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 для студентов вузов / Х. А. Арустамов. – М. : Машиностроение, 1978. – 445 с.