

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим работам
по дисциплине
Начертательная геометрия. Строительное черчение

для студентов
направления подготовки 08.03.01 Строительство

СОДЕРЖАНИЕ

1. Предисловие
2. Практическое занятие Комплексный чертеж точки.
3. Практическое занятие Различные положения прямых относительно плоскостей проекций. Определение натуральной величины прямой линии. Следы прямой.
4. Практическое занятие Комплексный чертеж плоскости. Пересечение плоскостей, прямой линии и плоскости.
5. Практическое занятие Перпендикулярность прямой линии и плоскости. Перпендикулярность плоскостей.
6. Практическое занятие Геометрические основы теории теней. Построение теней от точки, прямой и плоскости.
7. Практическое занятие Построение тени прямой на заданную плоскость. Построение тени геометрического тела.
8. Практическое занятие Решение позиционных и метрических задач с помощью методов преобразования чертежа
9. Практическое занятие Геометрический аппарат линейной перспективы. Построение перспективы плоской фигуры.
10. Практическое занятие Построение перспективы Геометрических тел. Построение теней в перспективе.
11. Практическое занятие Решение задач в проекциях с числовыми отметками.
12. Практическое занятие Пересечение многогранников плоскостью.
13. Практическое занятие Пересечение многогранников прямой линией.
14. Практическое занятие Построение разверток многогранников
15. Практическое занятие Пересечение поверхностей Вращения плоскостью.
16. Практическое занятие Пересечение поверхностей вращения прямой линией.
17. Практическое занятие Пересечение двух поверхностей вращения
18. Глоссарий
19. Приложение
20. Список рекомендуемой литературы

ПРЕДИСЛОВИЕ

Существенная часть нового содержания образования должна быть построена на овладении новыми способами деятельности, как преподавателями, так и обучающимися, вооруженными средствами ИКТ. Базу научно-технического развития закладывают фундаментальные дисциплины, классическими представителями которых являются графические дисциплины – начертательная геометрия и черчение.

Начертательная геометрия изучает пространственные формы и их отношения, используя метод «начертания», с помощью которого строятся различные изображения.

Цель изучения дисциплины заключается в том, чтобы научить студента теории отображения различных фигур на плоскости, выполнению чертежей как сложнейших машин и механизмов, так и простых деталей и моделей.

Задачей дисциплины «Начертательная геометрия. Строительное черчение» является развитие логического мышления и пространственного представления.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-1);
- владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, конструкций, составления конструкторской документации и деталей ОПК-6).

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные законы геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости пространства, необходимые для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей;

уметь:

применять полученные навыки и умения для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей;

владеть:

способами построения пространственных форм на плоскости, решением задач геометрического характера, представлять мысленно форму предметов, их взаимное расположение в пространстве и исследовать свойства, присущие изображаемому предмету.

ПЗ 1 КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ ТОЧКИ

Цель работы: развитие пространственного представления и воображения

Знания и умения, приобретаемые в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

– владением основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей (ОПК-3)

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей

Теоретическая часть

Способ комплексных чертежей основан на том, что точку или предмет проецируют на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций, используя прямоугольное проецирование, а затем эти плоскости совмещают с одной фронтальной плоскостью проекций (рисунок 1).

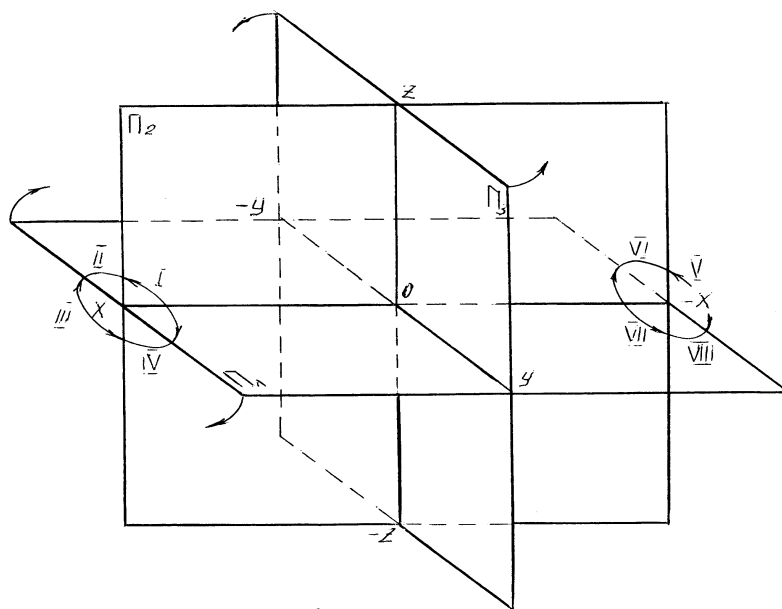


Рисунок 1 – Расположение плоскостей проекций в пространстве

Плоскость Π_1 называется **горизонтальной** плоскостью проекций, плоскость Π_2 – **фронтальной** плоскостью проекций, плоскость Π_3 – **профильной** плоскостью проекций. Эти плоскости проекций делят все

пространство на восемь частей, которые называются **октантами**. Отсчет октантов показан на рисунке 1. Линии пересечения этих плоскостей называются **осями координат X, Y, Z** (знаки осей координат показаны на рисунке 1).

Точки в пространстве обозначаются большими буквами латинского алфавита $A; B; C$ и т. д.

Горизонтальные проекции точек обозначаются $A_1; B_1; C_1$ и т. д.

Фронтальные проекции точек обозначаются $A_2; B_2; C_2$ и т. д.

Профильные проекции точек обозначаются $A_3; B_3; C_3$ и т. д.

На рисунке 2 показано построение наглядного изображения и комплексного чертежа (эпюра) точек A, B, C и D , расположенных в первых четырех октантах пространства.

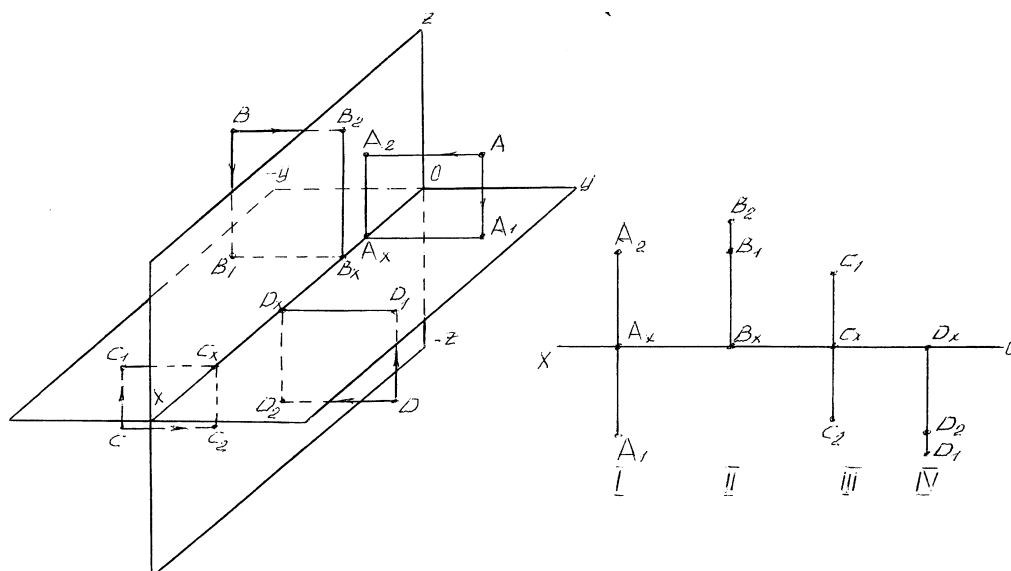


Рисунок 2 – Наглядный и комплексный чертеж (эпюр) точек

Координата X (абсцисса) показывает расстояние точки от профильной плоскости проекций, координата Y (ордината) – от фронтальной плоскости проекций, координата Z (аппликата) – расстояние от горизонтальной плоскости проекций.

Для построения горизонтальной проекции точки A_1 необходимо отложить координаты X и Y , для фронтальной проекции A_2 – X и Z , для профильной проекции A_3 – Y и Z .

Если одна из координат точки равна нулю, то точка лежит на плоскости проекций, если две координаты точки равны нулю, то точка лежит на оси проекций.

Пример. Построить профильные проекции точек А, В, С и D.

На рисунке 3 а показано построение профильной проекции точки А в первом октанте, на рисунке 3 б – точки В во втором октанте.

На рисунке 4 а показано построение профильной проекции точки С в третьем октанте, на рисунке 4 б – точки D в четвертом октанте.

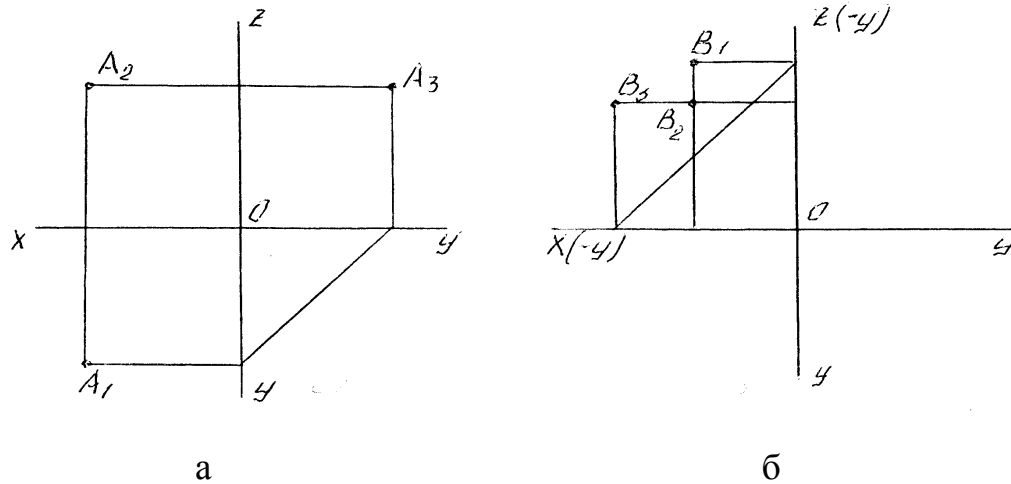


Рисунок 3 – Построение профильных проекций точек

а – в первом октанте, б – во втором октанте

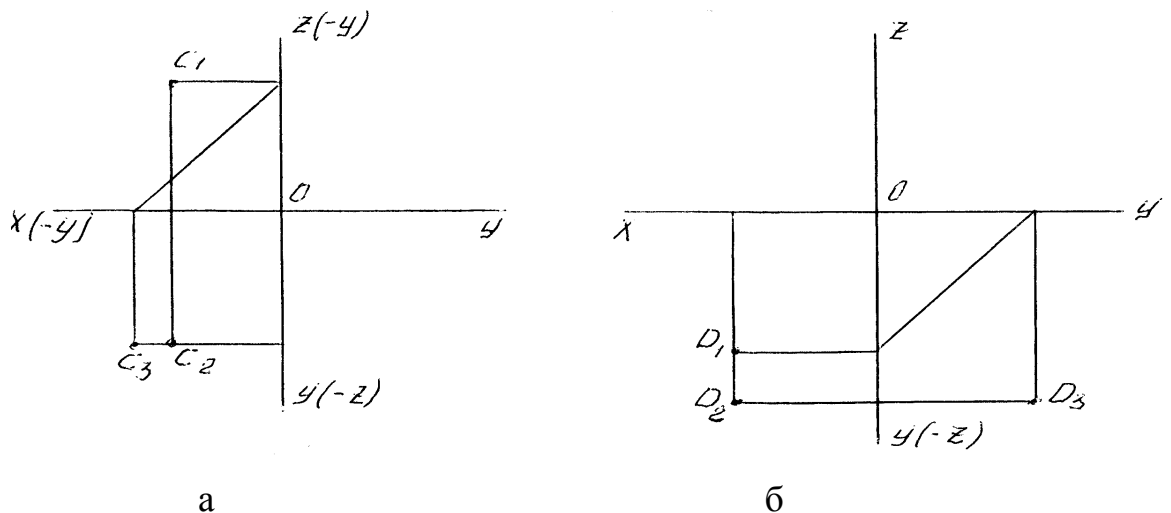


Рисунок 4 – Построение профильных проекций точек

а – в третьем октанте, б – в четвертом октанте

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое плоскость проекций?
2. Что такое ось проекций?
3. По каким координатам строится горизонтальная проекция точки?
4. По каким координатам строится фронтальная проекция точки?
5. По каким координатам строится профильная проекция точки?
6. Как образуется комплексный чертеж (эпюр) точки?
7. Что такое линия связи?
8. Как расположены линии связи относительно плоскостей проекций?
9. Какой координатой определяется расстояние от точки до плоскости проекций P_1 ?
10. Какой координатой определяется расстояние от точки до плоскости проекций P_2 ?
11. Какой координатой определяется расстояние от точки до плоскости проекций P_3 ?
12. В каких октантах координата Y имеет положительные знаки?
13. В каких октантах координата Y имеет отрицательные знаки?
14. В каких октантах координата Z имеет положительные знаки?
15. В каких октантах координата Z имеет отрицательные знаки?
16. Какая из координат точки равна нулю, если точка лежит на плоскости проекций P_1 ?
17. Какая из координат точки равна нулю, если точка лежит на плоскости проекций P_2 ?
18. Какая из координат точки равна нулю, если точка лежит на плоскости проекций P_3 ?
19. Сколько координат точки равны нулю, если точка лежит на оси проекций?

20. Построить три проекции и наглядное изображение точек А и В по заданным координатам. Данные для решения задачи приведены в таблице 1. Образец решения задачи показан на рисунке 5.

21. Построить эюр и наглядное изображение точки В, симметричной точке А относительно элемента, указанного в условии. Данные для решения задачи приведены в таблице 2. Образец решения задачи показан на рисунке 6.

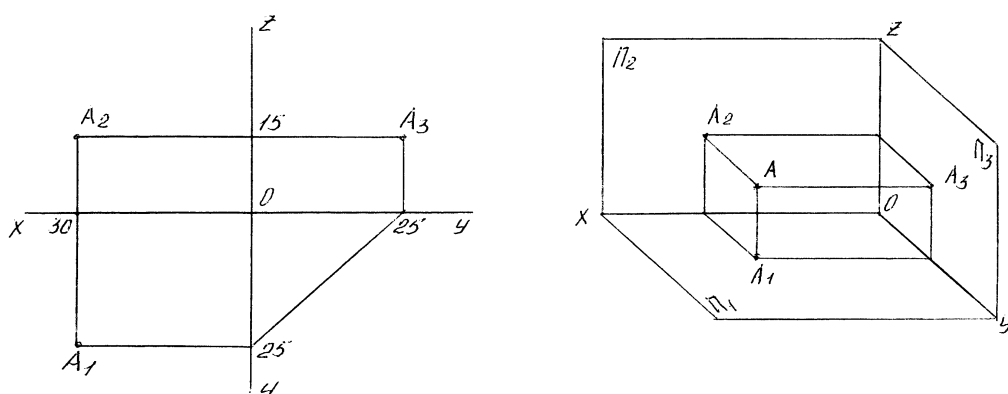


Рисунок 5 – Построение эюра и наглядного изображения точки А (30; 25; 15)

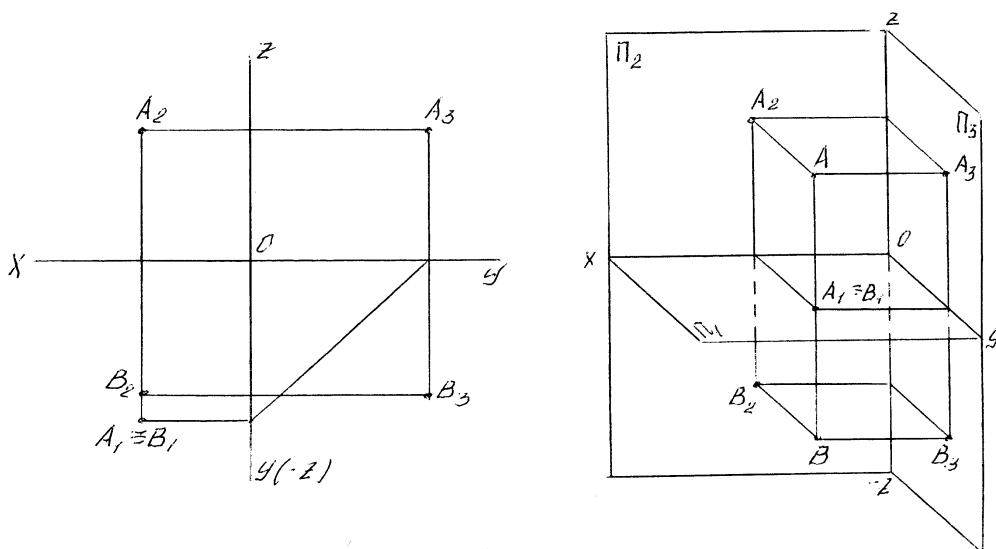


Рисунок 6 – Построение точки В симметричной точки А относительно плоскости Π_1

Литература:

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с. - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 350-351..

2. Брацихин А.А., Врублевская С.С., Владыкина Ю.А., Дрей Л.С. Начертательная геометрия и инженерная графика: учебник, электронное

3. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшее образование, 2009. - 471 с. : ил. - (Основы наук) - Гриф: Рек. МО. - Библиогр.: с. 465-466.

ПЗ 2 РАЗЛИЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРЯМЫХ ОТНОСИТЕЛЬНО ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПРЯМОЙ ЛИНИИ. СЛЕДЫ ПРЯМОЙ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме на примерах решения задач, изучаются различные положения прямых в пространстве, определение их натуральной величины и углов наклона к плоскостям проекций.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Прямая линия в пространстве может занимать различные положения относительно плоскостей проекций.

Прямая общего положения – это прямая не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоскостей проекций (рисунок 7).

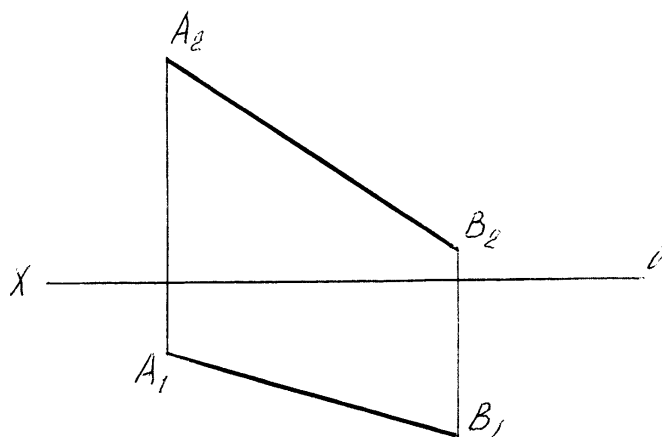


Рисунок 7 – Прямая общего положения

Прямые частного положения могут быть параллельны одной или двум плоскостям проекций.

1. Прямые, параллельные одной из плоскостей проекций, называются линиями уровня:

горизонталь – это прямая, параллельная плоскости проекций Π_1 , ее горизонтальная проекция равна натуральной величине отрезка (рисунок 8 а);

фронталь – это прямая, параллельная плоскости проекций Π_2 , ее фронтальная проекция равна натуральной величине отрезка (рисунок 8 б);

профильная прямая – это прямая, параллельная плоскости проекций Π_3 , ее профильная проекция равна натуральной величине отрезка (рисунок 8 в).

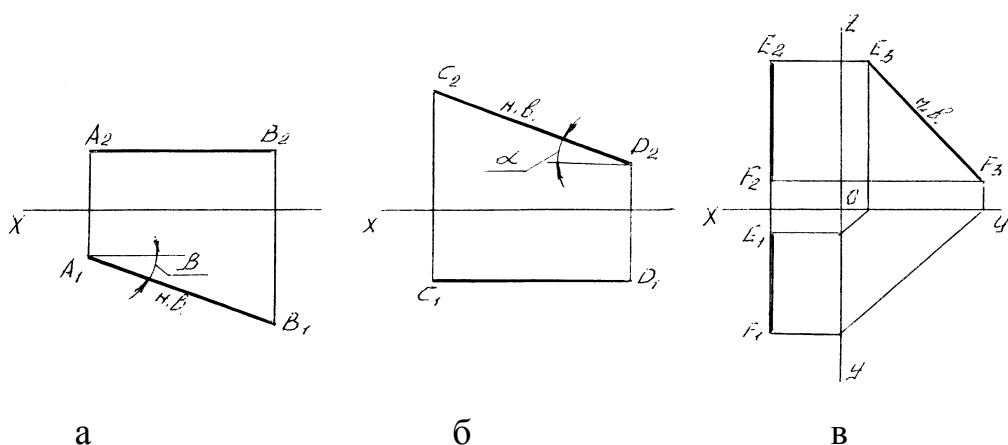


Рисунок 8 – Прямые, параллельные одной плоскости проекций

а – горизонталь, б – фронталь, в – профильная прямая

2. Прямые, параллельные двум плоскостям проекций (или перпендикулярные к одной из плоскостей проекций), называются **проецирующими прямыми**:

горизонтально-проецирующая прямая параллельна плоскостям проекций Π_2 и Π_3 , т.е. перпендикулярна к плоскости Π_1 (рисунок 9 а);

фронтально-проецирующая прямая параллельна плоскостям проекций Π_1 и Π_3 , т.е. перпендикулярна к плоскости Π_2 (рисунок 9 б);

профильно-проецирующая прямая параллельна плоскостям проекций Π_1 и Π_2 , т.е. перпендикулярна к плоскости Π_3 (рисунок 9 в).

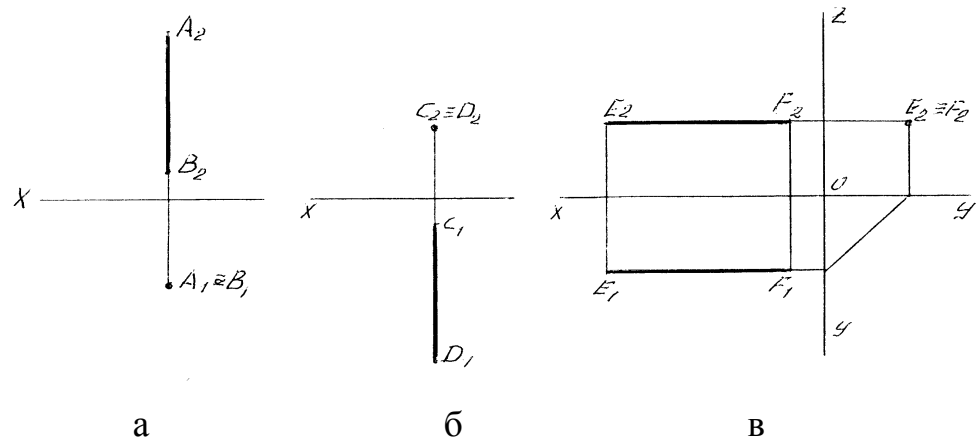


Рисунок 9 – Прямые, параллельные двум плоскостям проекций
 а – горизонтально-проецирующая, б – фронтально-проецирующая,
 в – профильно-проецирующая

Натуральную величину отрезка прямой линии общего положения определяют как гипотенузу прямоугольного треугольника, одним катетом которого является одна из проекций отрезка, а другим – абсолютная величина алгебраической разности расстояний от концов другой проекции отрезка до оси проекций.

Пример. Построить натуральную величину отрезка прямой общего положения.

На рисунке 10 а показано построение натуральной величины отрезка АВ на горизонтальной плоскости проекций. Угол между проекцией отрезка и его натуральной величиной равен углу наклона самого отрезка к горизонтальной плоскости проекций – α .

На рисунке 10 б показано построение натуральной величины отрезка АВ на фронтальной плоскости проекций. Угол между проекцией отрезка и его натуральной величиной равен углу наклона самого отрезка к фронтальной плоскости проекций – β .

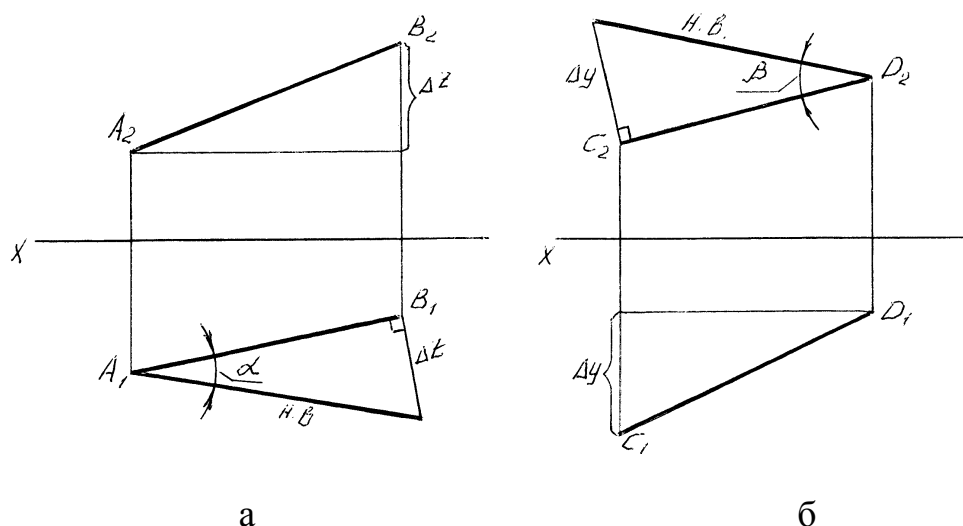


Рисунок 10 – Определение натуральной величины отрезка прямой
а – на горизонтальной плоскости проекций, б – на фронтальной плоскости проекций

Деление отрезка в заданном отношении. Одним из свойств прямоугольного проецирования является то, что отношение отрезков прямой линии равно отношению их проекций. Если точка делит отрезок в пространстве в отношении $2 : 3$, то и проекции этой точки делят отрезок в том же отношении.

Пример. Найти на отрезке прямой АВ точку С, делящую отрезок в отношении $2:3$.

На рисунке 11 показано деление отрезка АВ точкой С в заданном отношении. Для этого проводится произвольная прямая из любого конца отрезка на любой проекции, на ней откладываем 5 ($2 + 3$) произвольно выбранных одинаковых частей, точку 5 соединяем с другим концом отрезка и через точку 2 проводим прямую параллельную $5B_1$, до пересечения с A_1B_1 , получаем горизонтальную проекцию точки С – C_1 , а затем по линии связи находим фронтальную проекцию точки С – C_2 .

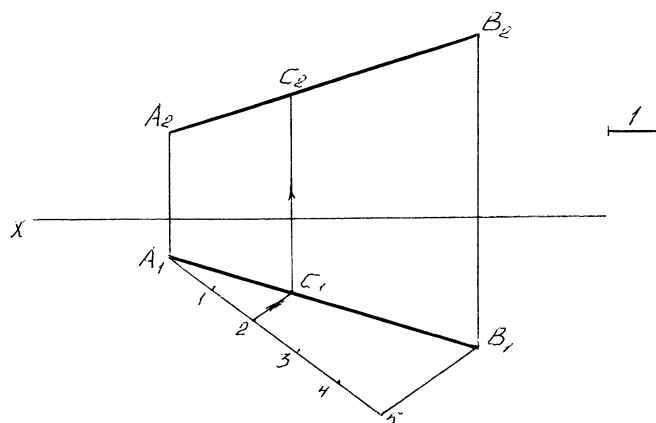


Рисунок 11 – Деление отрезка в заданном отношении

Следами прямой называют точки пересечения прямой с плоскостями проекций. М – **горизонтальный след**, N – **фронтальный след** прямой. Чтобы найти горизонтальный след прямой, надо продлить фронтальную проекцию отрезка до пересечения с осью X, а для того, чтобы найти фронтальный след прямой, надо продлить горизонтальную проекцию отрезка до пересечения с осью X. На рисунке 12 показано построение следов отрезка прямой АВ.

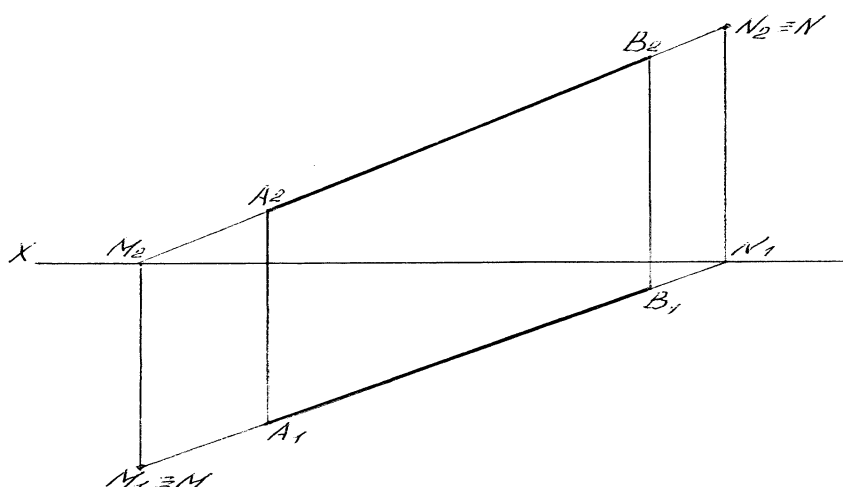


Рисунок 12 – Построение следов отрезка прямой АВ

Взаимное положение прямых. Если прямые параллельны, то параллельны их одноименные проекции (рисунок 13 а), если прямые пересекаются, то точка пересечения их проекций лежит на одном перпендикуляре к оси X (рисунок 13 б), если прямые не параллельны и не пересекаются между собой, то они называются скрещивающимися (рисунок 13 в). Точки пересечения проекций этих прямых 1, 2 и 3, 4 называются

конкурирующими точками. 1, 2 – горизонтально-конкурирующие, 3, 4 – фронтально-конкурирующие.

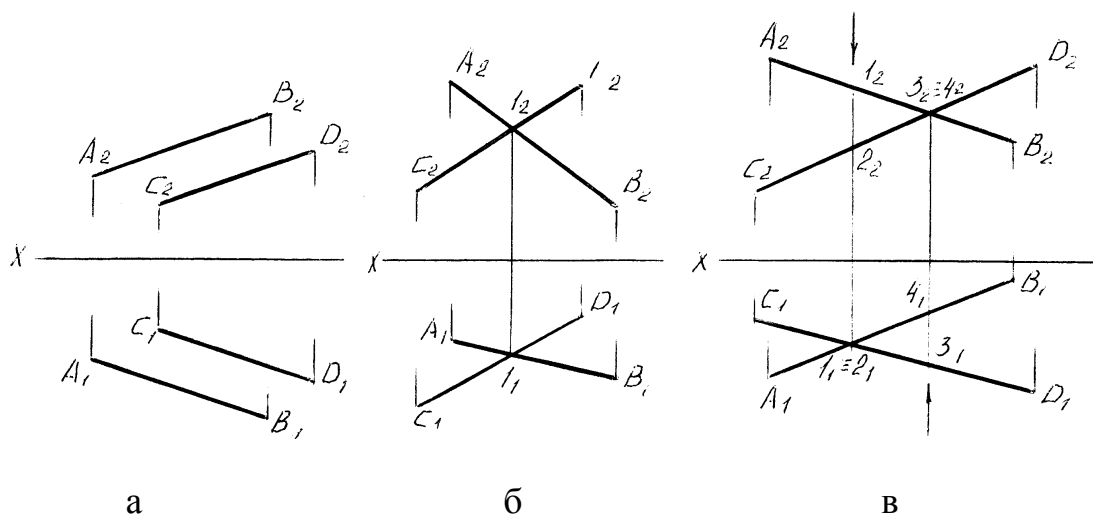


Рисунок 13 – Взаимное положение прямых
а – параллельные прямые, б – пересекающиеся прямые,
в – скрещивающиеся прямые

Теорема о проецировании прямого угла. Прямой угол, у которого хотя бы одна сторона параллельна какой-либо плоскости проекций, проецируется на эту плоскость в виде прямого же угла. Если прямая АВ параллельна горизонтальной плоскости проекций и на нее необходимо опустить перпендикуляр из точки С, то на горизонтальную проекцию этот угол проецируется в натуральную величину (рисунок 14).

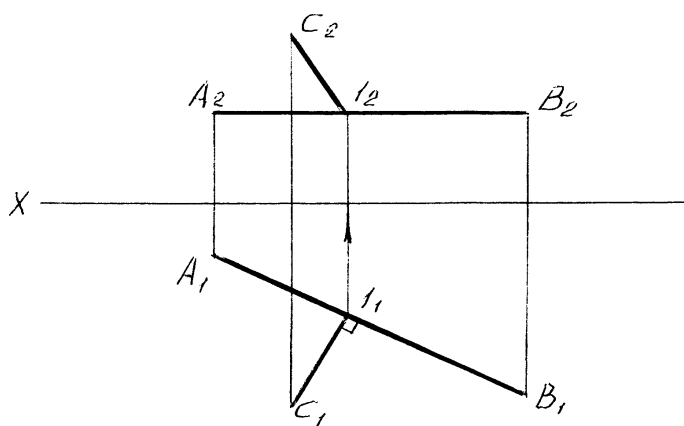


Рисунок 14 – Проецирование прямого угла

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие прямые называются прямыми общего положения?
2. Как называются прямые, расположенные параллельно одной из плоскостей проекций?
3. Как называются прямые, расположенные перпендикулярно одной из плоскостей проекций?
4. Как определяется натуральная величина отрезка прямой общего положения?
5. В каком случае одна из проекций отрезка равна натуральной величине самого отрезка?
6. Что называется следом прямой?
7. Как на эюре найти горизонтальный след прямой?
8. Как на эюре найти фронтальный след прямой?
9. Сколько следов имеет прямая, перпендикулярная к горизонтальной плоскости проекций?
10. Сколько следов имеет прямая, перпендикулярная к фронтальной плоскости проекций?
11. Какое положение могут занимать прямые в пространстве относительно друг друга?
12. Что такое конкурирующие точки?
13. Когда прямой угол проецируется на плоскость проекций в натуральную величину?
14. Провести через точку А прямую, параллельную прямой СВ. определить следы прямой СВ. Данные для решения задачи 1 взять из таблицы 3. Пример решения задачи приведен на рисунках 12 и
15. Определить натуральную величину отрезка АВ и углы его наклона к плоскостям проекций. Найти точку С, делящую отрезок в заданном отношении. Данные для решения задачи 2 взять из таблицы 4. Пример решения задачи приведен на рисунках 10 и 11.

16. Из точки C опустить перпендикуляр на прямую AB . Данные для решения задачи взять из таблицы 5. Пример решения задачи приведен на рисунке 14.

Литература: [1, 2, 4, 5]

ПЗ 3 КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ ПЛОСКОСТИ. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ, ПРЯМОЙ ЛИНИИ И ПЛОСКОСТИ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме на примерах решения задач, изучаются различные положения плоскостей в пространстве, способы нахождения линий пересечения плоскостей и точки пересечения прямой с плоскостью.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Плоскость на чертеже может быть задана различными способами: тремя точками, не лежащими на одной прямой; прямой и точкой, не лежащей на этой прямой; двумя параллельными прямыми; двумя пересекающимися прямыми; любой плоской геометрической фигурой; следами (рисунок 15).

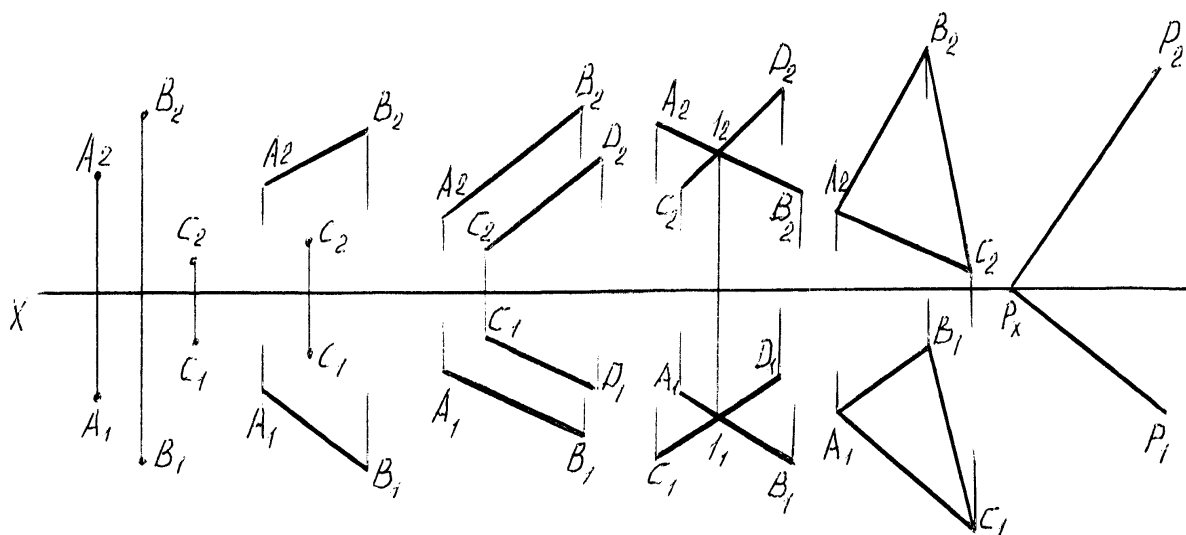


Рисунок 15 – Способы задания плоскостей

Плоскость, произвольно наклоненную к плоскостям проекций, называют плоскостью *общего положения* (все плоскости на рисунке 15).

Плоскости, перпендикулярные или параллельные плоскостям проекций, называются плоскостями **частного положения**.

Плоскости, перпендикулярные к плоскостям проекций, называются проецирующими (рисунок 16).

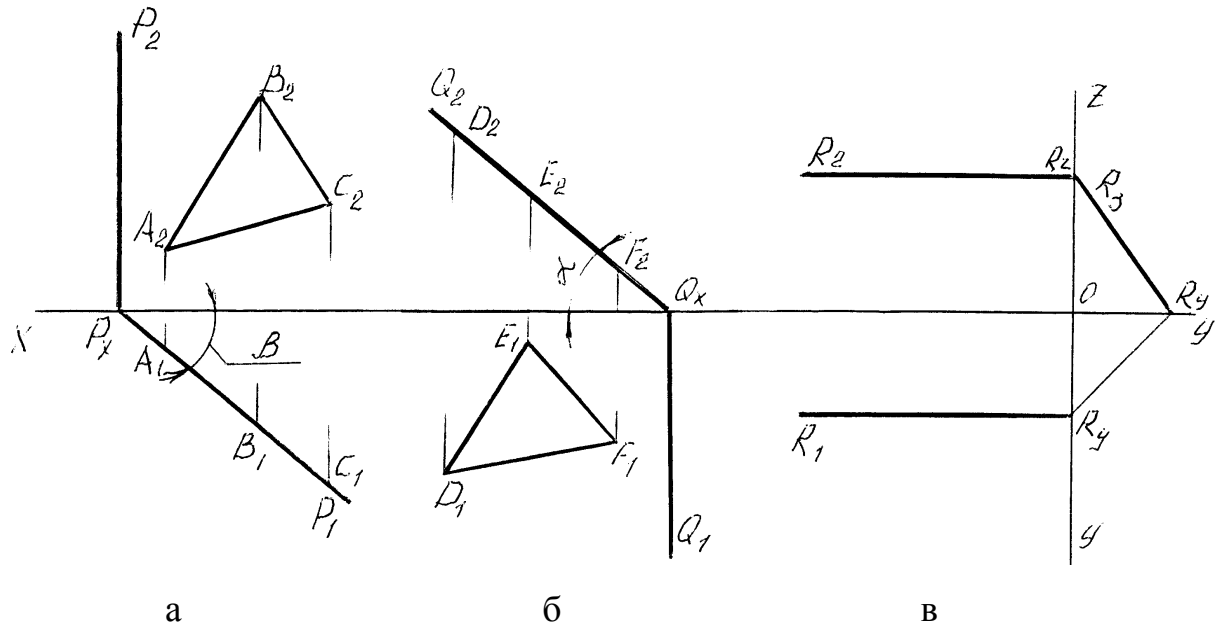


Рисунок 16 – Плоскости, перпендикулярные к плоскостям проекций
а – горизонтально-проецирующая, б – фронтально-проецирующая,
в – профильно-проецирующая

Плоскости, параллельные плоскостям проекций, называются плоскостями уровня (рисунок 17).

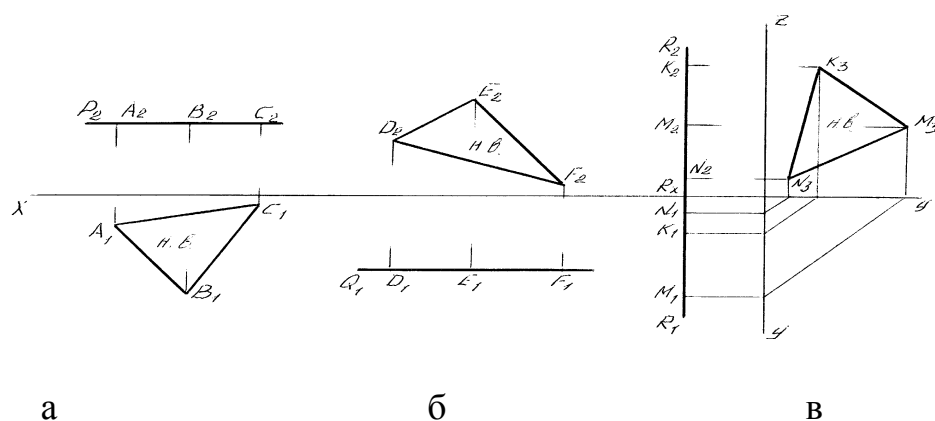


Рисунок 17 – Плоскости, параллельные плоскостям проекций
а – горизонтальная, б – фронтальная, в – профильная

Точка принадлежит плоскости, если она расположена на какой-либо линии этой плоскости (рисунок 18 а). Прямая принадлежит плоскости, если она имеет с плоскостью две общие точки (рисунок 18 б).

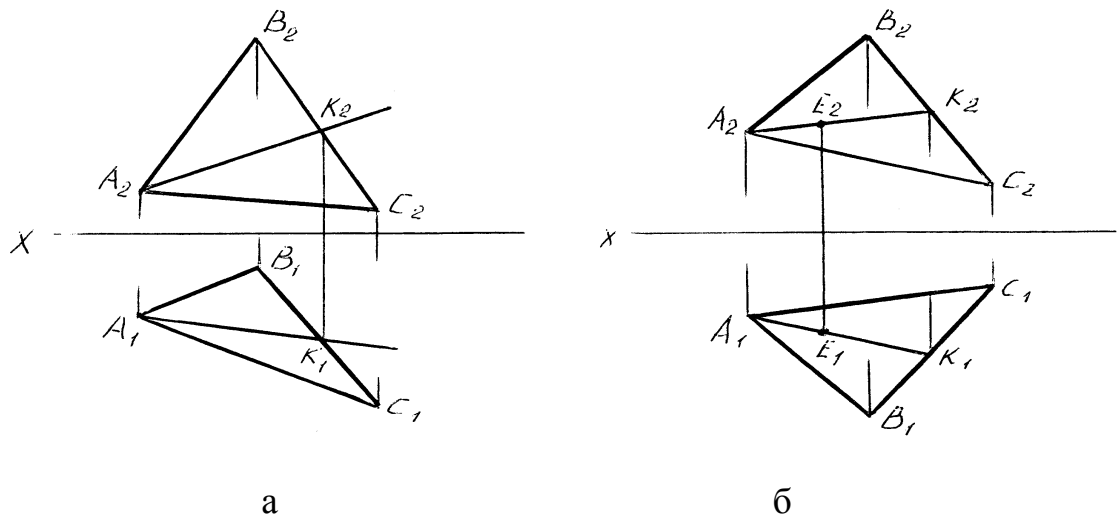


Рисунок 18 – Принадлежность плоскости

а – точки, б – прямой

Некоторые прямые в плоскости могут занимать особое положение – **это главные линии плоскости:**

- **горизонталь h** параллельна плоскости Π_1 (рисунок 19а);
- **фронталь f** параллельна плоскости Π_2 (рисунок 19б);
- **линия наибольшего ската плоскости** – это перпендикуляр к горизонтальному следу плоскости (рисунок 19 в).

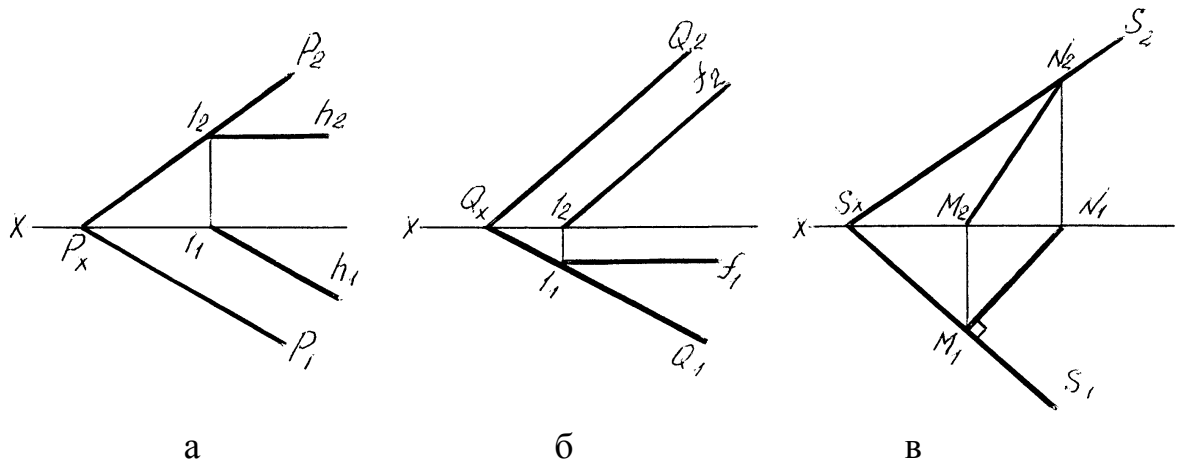


Рисунок 19 – Главные линии плоскости

а – горизонталь, б – фронталь, в – линия наибольшего ската плоскости

Параллельность прямой линии и плоскости. Параллельность плоскостей. Прямая и плоскость параллельны, если в плоскости можно провести прямую, параллельную заданной плоскости (рисунок 20а). Две плоскости параллельны, если две пересекающиеся прямые одной плоскости

параллельны двум пересекающимся прямым другой плоскости (рисунок 20б). Если плоскости заданы следами, то должны быть параллельны их одноименные следы (рисунок 20 в).

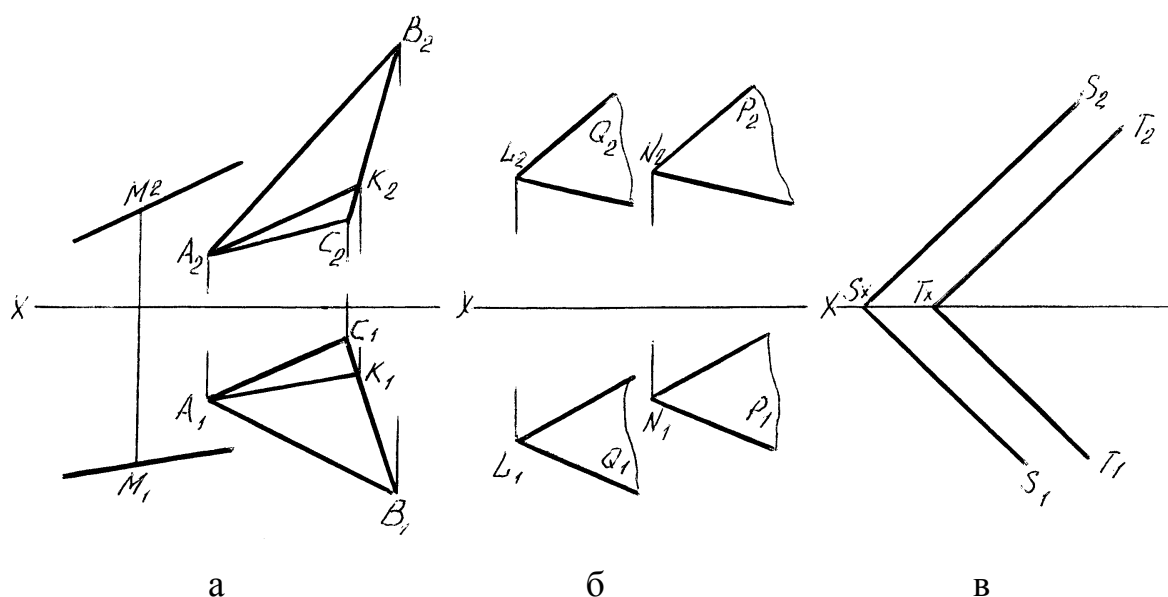


Рисунок 20 – Взаимное положение прямой и плоскости, плоскостей

а – параллельность прямой и плоскости, б – параллельность плоскостей, заданных не следами, в – параллельность плоскостей, заданных следами

Пересечение плоскостей. Две плоскости пересекаются по прямой линии. Для построения этой прямой необходимо найти две точки, общие для пересекающихся плоскостей, или же найти одну такую точку и направление прямой.

Пример. Построить линии пересечения заданных плоскостей.

На рисунке 21 показаны различные построения линии пересечения плоскостей, заданных следами.

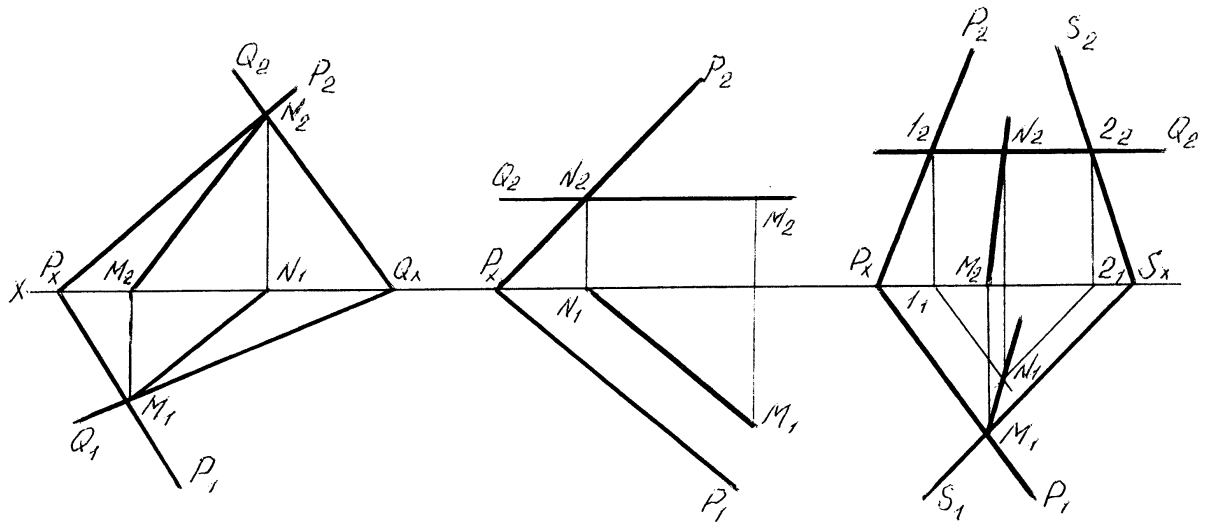


Рисунок 21 – Построение линии пересечения плоскостей

Пересечение прямой с плоскостью. Для того, чтобы построить точку пересечения прямой с плоскостью, выполняют следующие построения:

- заданную прямую заключают во вспомогательную плоскость частного положения Q ;
- строят линию пересечения заданной и вспомогательной плоскостей (прямая MN);
- на пересечении прямых – заданной и построенной – находят искомую точку K .

Пример. Построить точку пересечения прямой с плоскостью.

На рисунке 22а показан пример построения точки пересечения прямой с плоскостью, заданной следами. На рисунке 22б приведен пример построения точки пересечения прямой с плоскостью, заданной треугольником.

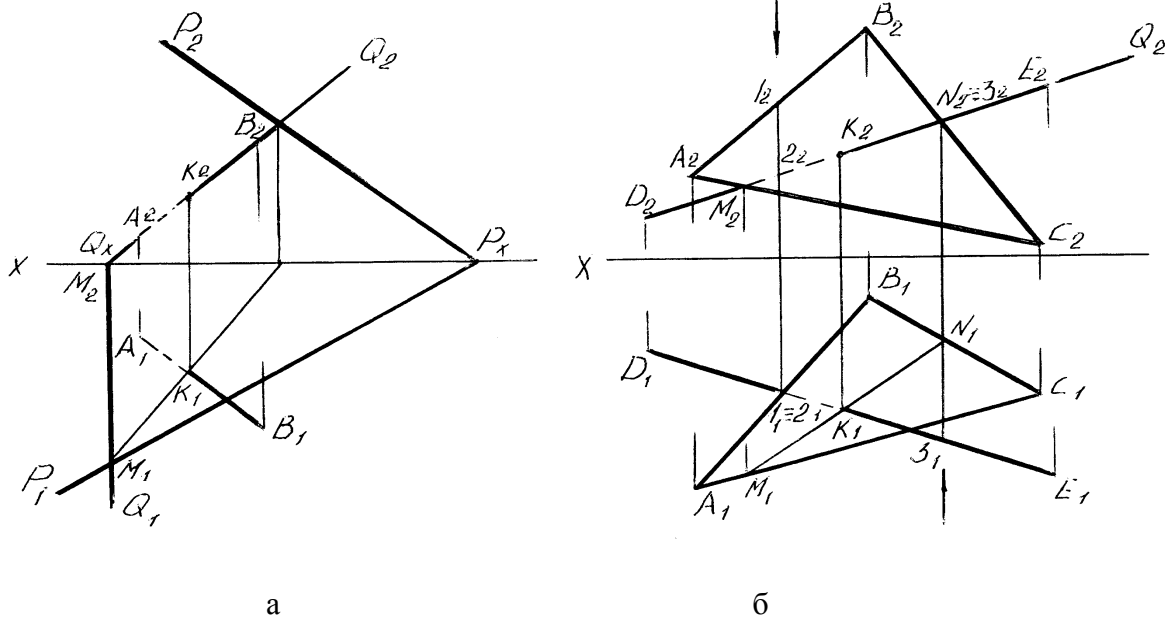


Рисунок 22 – Построение точки пересечения прямой с плоскостью

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что называется следом плоскости?
2. Что называется горизонталью плоскости?
3. Что называется фронталью плоскости?
4. Что такое линия наибольшего ската плоскости?
5. Условие принадлежности точки плоскости.
6. Условие принадлежности прямой плоскости.
7. Что такое плоскость общего положения?
8. Как называются плоскости, перпендикулярные плоскостям проекций?
9. Как называются плоскости, параллельные плоскостям проекций?
10. Условие параллельности прямой и плоскости.
11. Признак параллельности плоскостей.
12. Какова последовательность построения точки пересечения прямой с плоскостью?
13. Как определяется видимость прямой?

14. Построить проекции линии пересечения плоскостей. Данные для решения задачи взять из таблицы 6. Образец решения задачи приведен на рисунке 21.

15. Найти точку пересечения прямой АВ с плоскостью Р, заданной следами. Определить видимость прямой. Данные для решения задачи взять из таблицы 7. Образец решения задачи приведен на рисунке 22.

16. Определить точку пересечения прямой DE с плоскостью треугольника ABC. Определить видимость прямой DE. Данные для решения задачи взять из таблицы 8. Образец решения задачи приведен на рисунке 22.

17. Через точку К провести плоскость Q, параллельную плоскости Р. Плоскость Q определить следами. Данные для решения задачи взять из таблицы 9. Образец решения задачи приведен на рисунке 23.

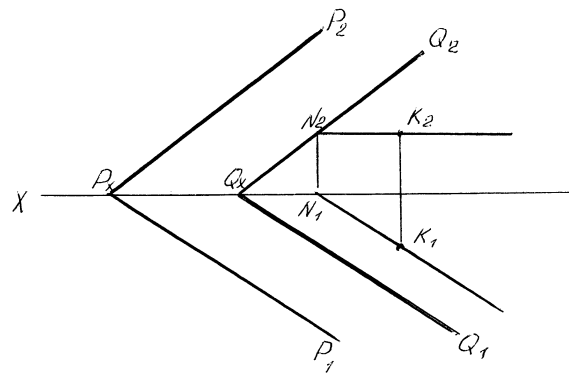


Рисунок 23 – Образец решения задачи 4

Последовательность решения задачи 4

1. Проводим через заданную точку К горизонталь (фронталь) плоскости Q.
2. Находим след горизонтали (фронтали) – точка N.
3. Через точку N проводим следы плоскости Q параллельно следам плоскости Р.

Литература:[2, 3, 4, 5]

ПЗ 4 ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТЬ ПРЯМОЙ ЛИНИИ И ПЛОСКОСТИ.

ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТЬ ПЛОСКОСТЕЙ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме, на примерах конкретных задач, изучаются правила построения перпендикулярных плоскостей, прямой линии и плоскости.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Если прямая перпендикулярна плоскости, заданной следами, то проекции этой прямой перпендикулярны соответствующим следам плоскости (рисунок 24 а). В том случае, если плоскость задана не следами, то горизонтальная проекция перпендикуляра перпендикулярна к горизонтальной проекции горизонтали, а фронтальная – к фронтальной проекции фронтали (рисунок 24 б).

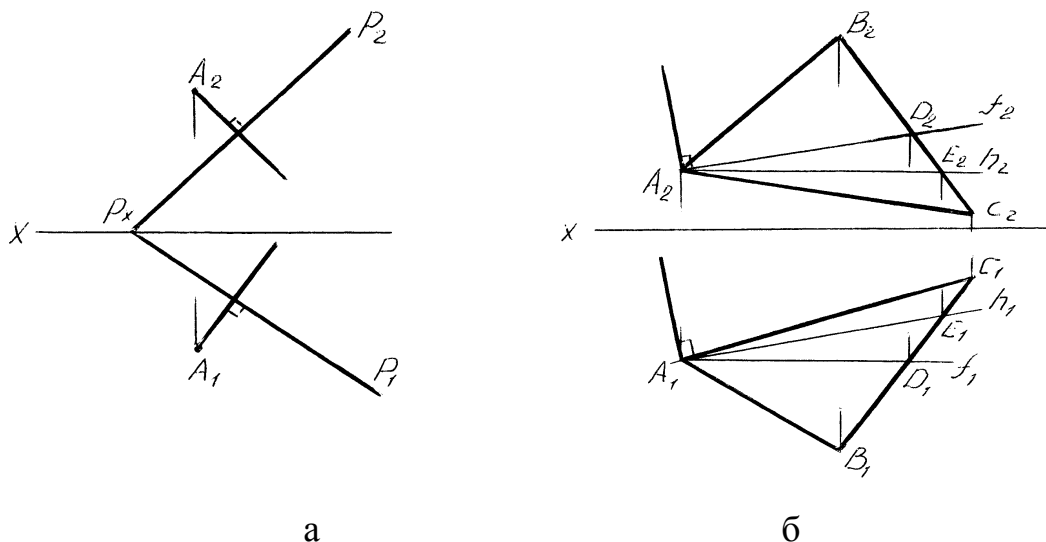


Рисунок 24 – Перпендикулярность прямой и плоскости заданной

а – следами, б – горизонталью и фронталью

Две плоскости перпендикулярны, если одна из них проходит через перпендикуляр к другой. На рисунке 25 а показано построение плоскости,

проходящей через прямую АВ перпендикулярно к плоскости, заданной треугольником CDE. Искомая плоскость определяется прямой АВ и перпендикуляром, проведенным к горизонтали и фронту плоскости треугольника CDE. На рисунке 25 б показано построение плоскости, проходящей через прямую АВ, перпендикулярную к плоскости Р, заданной следами. В этом случае перпендикуляры опускаются на следы плоскости.

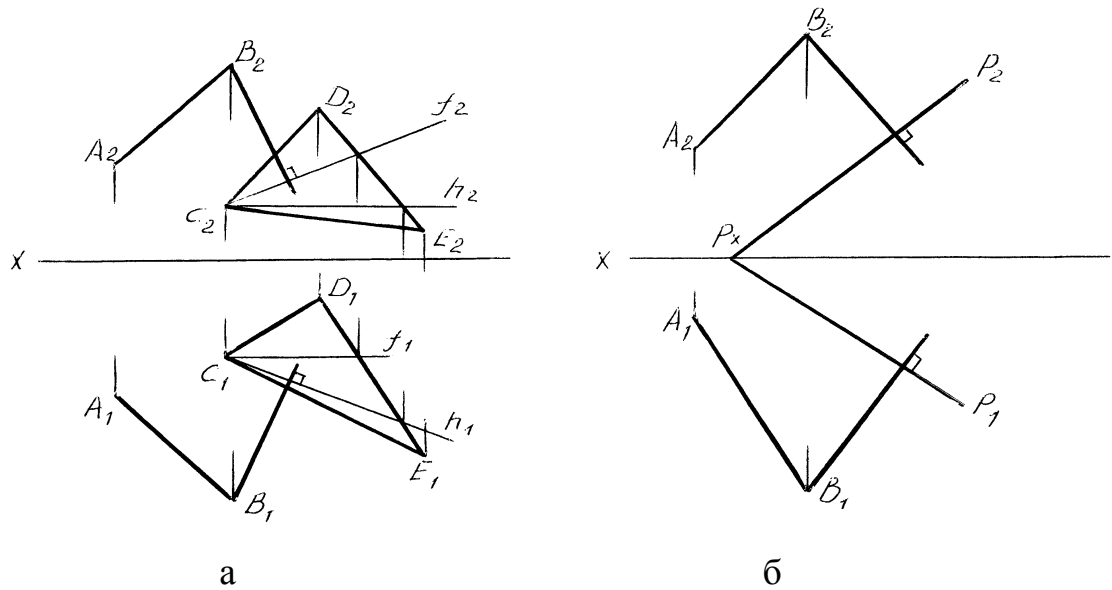


Рисунок 25 – Построение плоскости, перпендикулярной к заданной
а – пересекающимися прямыми, б – следами

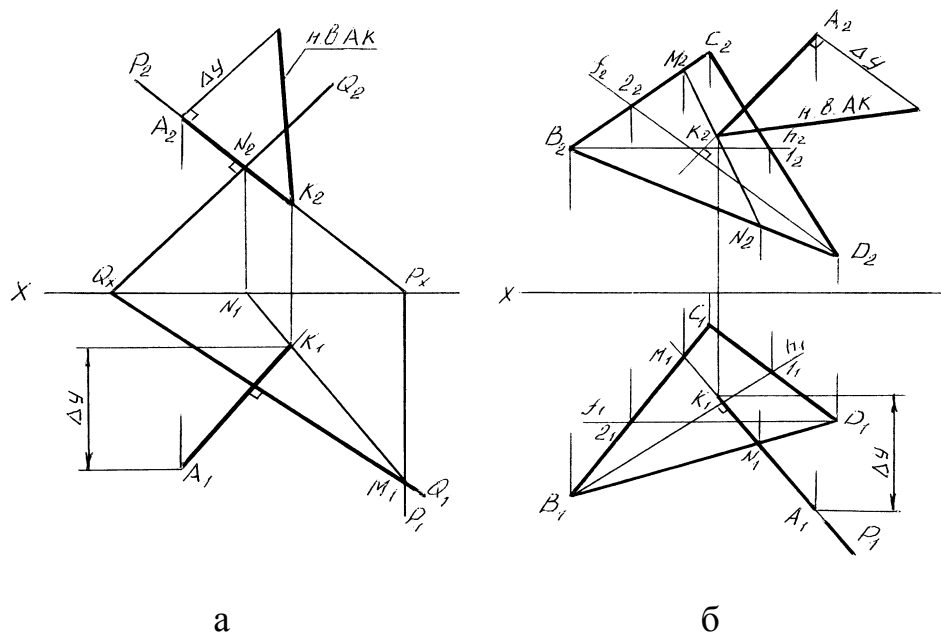


Рисунок 26 – Образец решения задачи 1 для плоскости, заданной
а – следами; б – треугольником

Пример. Определить расстояние от точки до заданной плоскости (рисунки 26а и 26 б).

Последовательность решения задачи

1. Опускаем из точки А перпендикуляр на плоскость.
2. Закljučаем перпендикуляр в плоскость частного положения Q.
3. Строим линию пересечения плоскостей MN.
4. Находим точку пересечения перпендикуляра с плоскостью K.
5. Определяем натуральную величину перпендикуляра методом прямоугольного треугольника.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Каково условие перпендикулярности прямой и плоскости?
2. Как на эпюре располагаются проекции перпендикуляра к плоскости, если плоскость задана: а – следами, б – не следами?
3. Условие перпендикулярности двух плоскостей.
4. Будут ли перпендикулярны плоскости общего положения, если их следы взаимно перпендикулярны?
5. Как располагаются следы двух перпендикулярных проецирующих плоскостей?
6. Определить расстояние от точки А до плоскости, заданной следами. Данные для решения задачи взять из таблицы 10. Образец решения задачи приведен на рисунке 26 а.
7. Определить расстояние от точки А до плоскости, заданной треугольником BCD. Данные для решения задачи взять из таблицы 11. Образец решения задачи приведен на рисунке 26 б.
8. Построить следы плоскости Р, проходящей через точку А перпендикулярно прямой ВС. Данные для решения задачи взять из таблицы 12. Образец решения задачи приведен на рисунке 27.

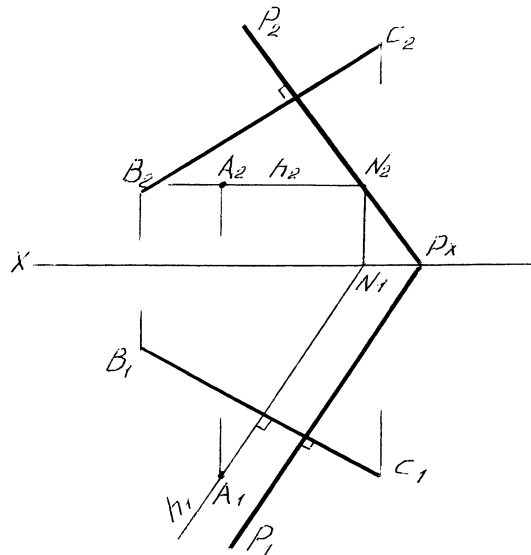


Рисунок 27 – Образец решения задачи 3

Пример. Провести через точку А плоскость Р, перпендикулярную прямой ВС.

Задача решается в следующей последовательности:

1. Проводим через точку А горизонталь или фронталь плоскости Р перпендикулярно прямой ВС.
2. Находим фронтальный след горизонтали или горизонтальный след фронтали.
3. Через полученную точку проводим следы плоскости Р.

Литература: [1, 2, 3, 4]

ПЗ 5 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕНЕЙ. ПОСТРОЕНИЕ ТЕНЕЙ ОТ ТОЧКИ, ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен освоить способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2) и овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: интерактивная форма проведения практического занятия заключается в решении проблемных задач, связанных с построением теней от точки, прямой и плоскости на заданные плоскости проекций.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При построении теней в ортогональных проекциях принято считать, что предметы освещены солнечными лучами. Направление лучей света, как правило, принимают параллельным диагонали куба (рисунок 28), грани которого параллельны плоскостям проекций Π_1 , Π_2 , Π_3 или прислонены к ним. Вследствие этого проекции луча света на чертеже образуют с осями проекций угол 45° .

Тень от точки это след светового луча, проходящего через данную точку. Если след светового луча находится в первой четверти, такая тень называется *реальной* или *действительной* и обозначается $A_{1т}$. Если след светового луча находится в другой четверти, такая тень будет *мнимой*, обозначение ее берется в круглые скобки ($A_{2т}$) (рисунок 29 а).

Если точка лежит на плоскости проекций, то ее тень совпадает с проекцией точки на эту плоскость (рисунок 29 б).

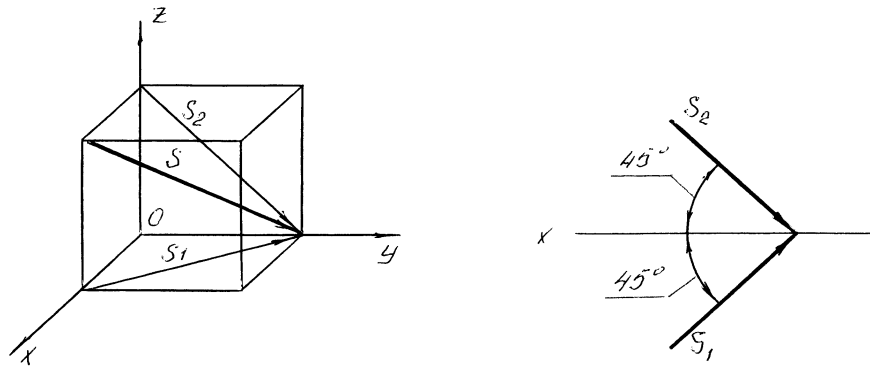


Рисунок 28 – Направление световых лучей

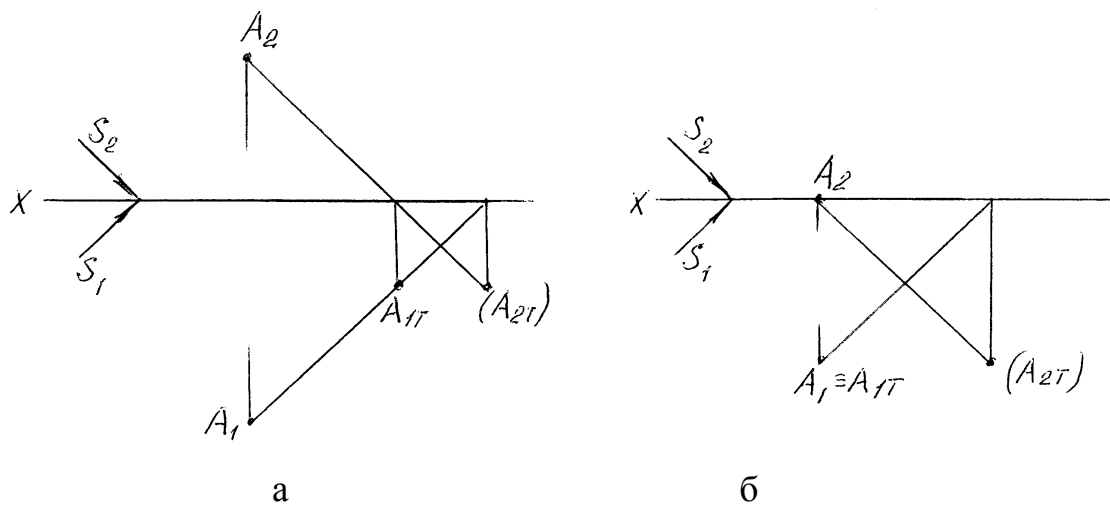


Рисунок 29 – Построение тени от точки, лежащей

а – в пространстве, б – на плоскости проекций

Для построения тени прямой линии на плоскости проекций достаточно построить тени двух ее точек. Соединяя тени точек прямой, получим тень прямой (рисунок 30 а). В ряде случаев тень от прямой может падать на две (или более) плоскости. В этом случае она будет преломляться на линии пересечения плоскостей проекций (на оси X) (рисунок 30 б).

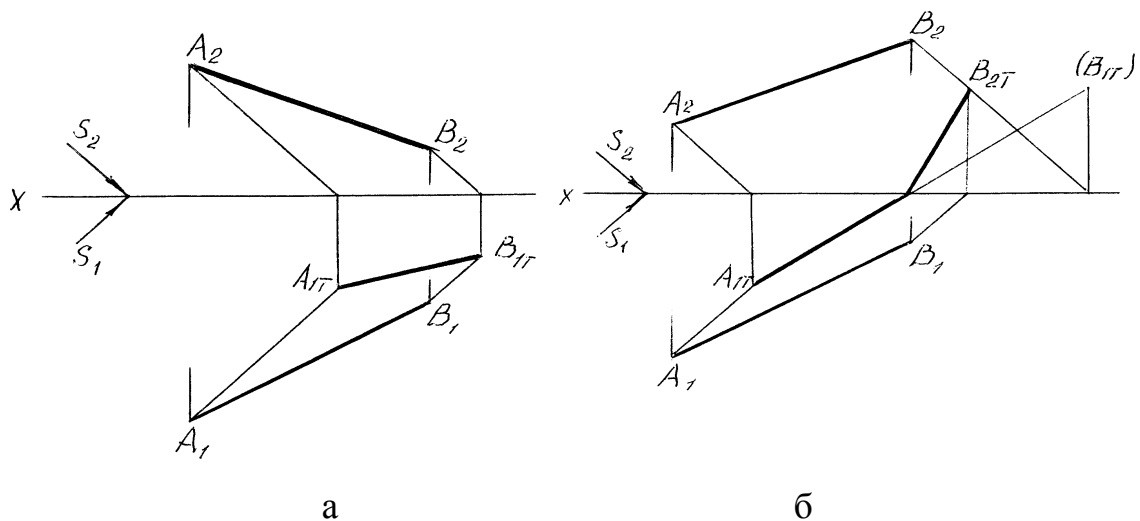


Рисунок 30 – Построение тени прямых общего положения, падающей
а – на одну плоскость проекций, б – на две плоскости проекций

Если прямая параллельна плоскости проекций, на которую падает тень, то тень на эту плоскость будет параллельна заданной прямой и равна ей по величине (рисунок 31 а). Если прямая перпендикулярна плоскости проекций, то ее тень на эту плоскость совпадает с проекцией светового луча (рисунок 31 б).

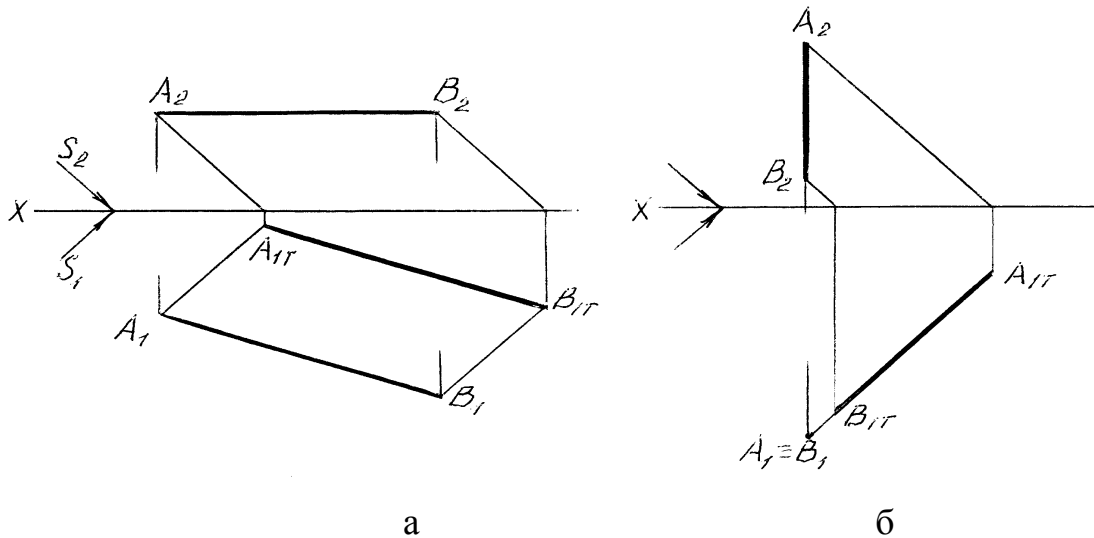


Рисунок 31 – Построение тени прямых частного положения

а – параллельной плоскости проекций, б – перпендикулярной плоскости проекций

Пример. Построить тень заданной плоской фигуры.

При построении тени от плоской фигуры считают, что плоская фигура непрозрачна. Построение падающей тени от любой плоской фигуры сводится к построению теней всех ее точек (рисунок 32).

12. Построить тени прямых АВ и СД, падающие на плоскости Π_1 и Π_2 .

Данные для решения задачи взять из таблицы 14. Образец решения задачи приведен на рисунках 30 и 31.

13. Построить тень заданной плоской фигуры, падающую на плоскости Π_1 и Π_2 . Данные для решения задачи взять из таблицы 15. Образец решения задачи приведен на рисунке 32.

Литература: [2, 4, 5]

ПЗ 6 ПОСТРОЕНИЕ ТЕНИ ПРЯМОЙ НА ЗАДАННУЮ ПЛОСКОСТЬ.

ПОСТРОЕНИЕ ТЕНИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕЛА

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен освоить способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат и овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме, на примерах решения конкретных задач, научиться строить тень прямой на заданную плоскость и тени геометрических фигур на плоскости проекций.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При построении тени от прямой на заданную плоскость P пользуются *методом секущих плоскостей* или *методом обратного луча*.

На рисунке 33 показано построение тени прямой AE на плоскость треугольника BCD *методом секущих плоскостей*. Построение ведется в следующей последовательности:

- через точки A и E проводят проекции световых лучей;
- заключают лучи в секущие фронтально или горизонтально - проецирующие плоскости;
- строят линии пересечения 1-2 и 3-4 этих плоскостей с заданной плоскостью BCD ;
- находят проекции точек пересечения световых лучей с плоскостью BCD – $A_{1т}$, $A_{2т}$, $E_{1т}$, $E_{2т}$;
- соединив точки $A_{1т}$ и $E_{1т}$ $A_{2т}$ и $E_{2т}$ получаем тень прямой AE , падающую на плоскость треугольника BCD .

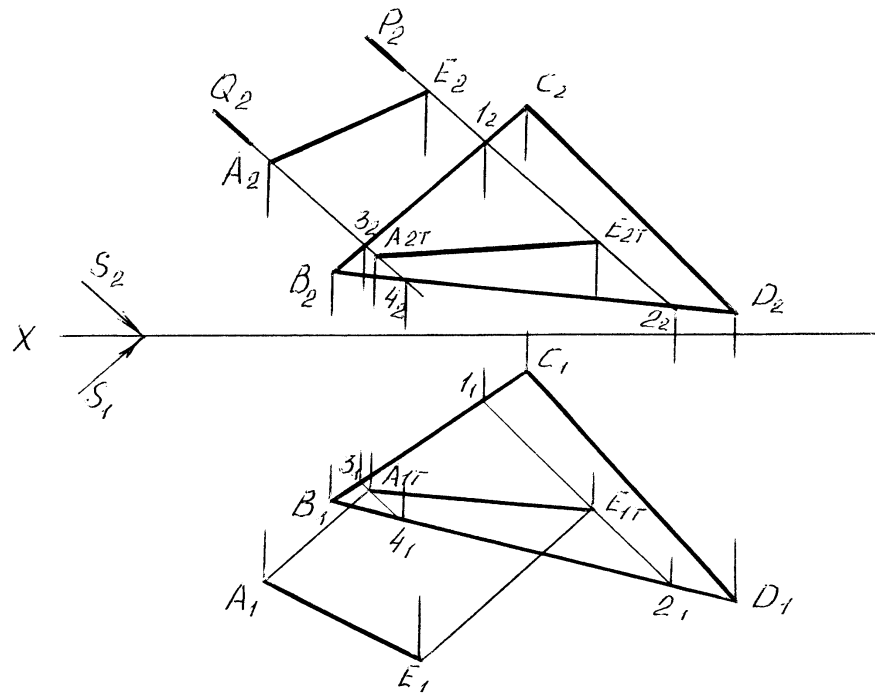


Рисунок 33 – Построение теней методом секущих плоскостей

На рисунке 34 показано построение тени от прямой AE на плоскость треугольника *методом обратного луча*. Построение ведется в следующей последовательности:

- строят тени от прямой и треугольника на горизонтальную плоскость проекций;
- отмечают точки пересечения теней прямой и треугольника – точки F_T и R_T ;
- проводят через эти точки световые лучи в обратном направлении до пересечения с соответствующими сторонами треугольника в точках F_{1T} и R_{1T} ;
- находят фронтальные проекции этих точек F_{2T} и R_{2T} ;
- соединив горизонтальные и фронтальные проекции этих точек, получают проекции тени прямой на плоскость треугольника BCD .

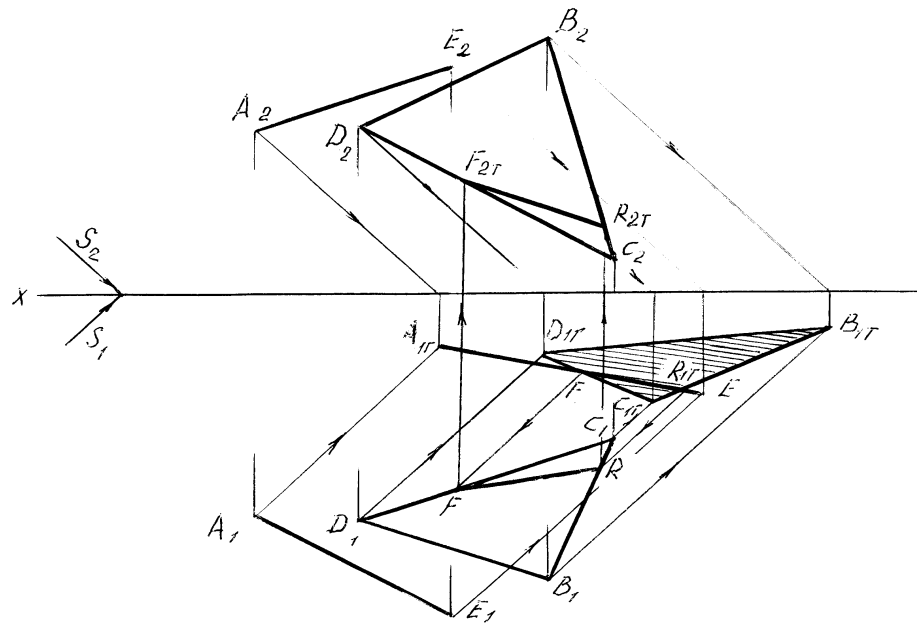


Рисунок 34 – Построение теней методом обратного луча

При построении теней геометрических тел необходимо различать *собственные* и *падающие* тени. Собственная тень образуется на неосвещенной части тела, а падающая тень получается на плоскости проекций. Собственная тень всегда штрихуется светлее падающей.

Построение теней пирамиды, призмы, цилиндра и конуса показано на рисунках 35 и 36.

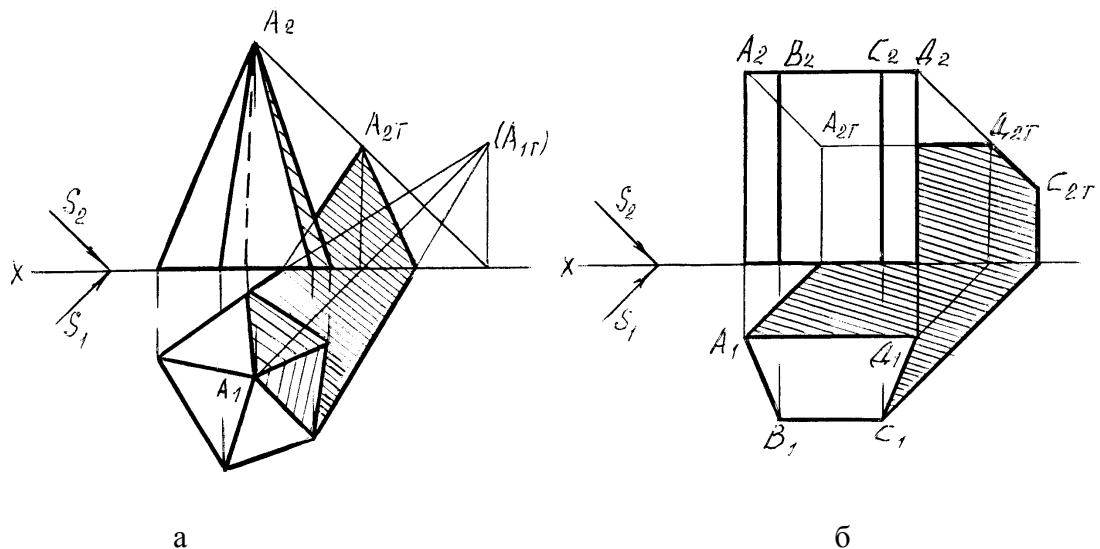


Рисунок 35 – Построение теней геометрических тел

а – пирамиды, б – призмы

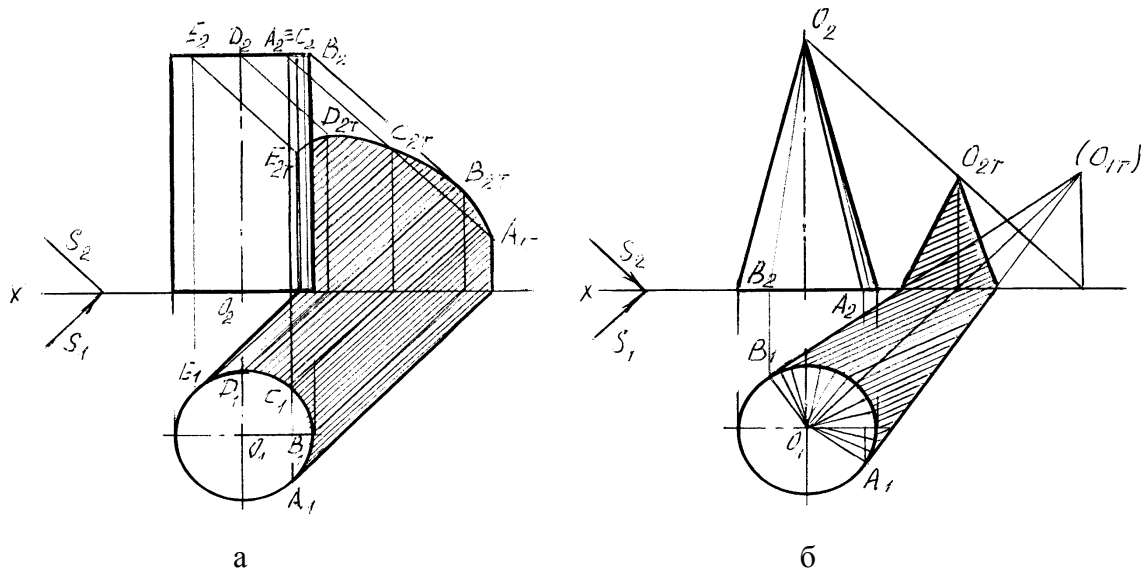


Рисунок 36 – Построение теней геометрических тел

а – цилиндра, б – конуса

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. В каком случае при построении теней применяется метод секущих плоскостей?
2. В какой последовательности ведется построение теней методом секущих плоскостей?
3. В каком случае при построении теней применяется метод обратных лучей?
4. В какой последовательности ведется построение теней методом обратных лучей?
5. Что такое собственные тени?
6. Что такое падающие тени?
7. Какая тень, собственная или падающая, штрихуется светлее?
8. Построить тень прямой АВ, падающую на заданную плоскость Р. Данные для решения задачи взять из таблицы 16. Образец решения задачи приведен на рисунках 33 и 34.
9. Построить собственную и падающую тени заданного геометрического тела. Данные для решения задачи приведены в таблице 17. Образцы решения задачи приведены на рисунках 35 и 36.

Литература: [2, 3, 5]

ПЗ 7 РЕШЕНИЕ ПОЗИЦИОННЫХ И МЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме, на примерах решения конкретных задач, освоить способы преобразования чертежа.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Методы преобразования чертежа дают возможность переходить от общих положений прямых линий и плоских фигур в системе Π_1, Π_2 к частным в той же системе или в дополнительной.

Достигается это:

- введением дополнительных плоскостей проекций так, чтобы прямая линия или плоская фигура, не изменяя своего положения в пространстве, оказалась в каком-либо частном положении в новой системе плоскостей проекций (*метод замены плоскостей проекций*);

- изменением положения прямой линии или плоской фигуры путем поворота вокруг некоторой оси так, чтобы прямая линия или фигура оказалась в частном положении относительно неизменной системы плоскостей проекций (*метод вращения*).

Метод замены плоскостей проекций.

Сущность этого метода заключается в том, что положение точек, линий, плоских фигур, поверхностей в пространстве остается неизменным, а система плоскостей Π_1, Π_2 дополняется плоскостями, образующими с Π_1 или Π_2 или между собой системы двух взаимно перпендикулярных плоскостей, принимаемых за плоскости проекций.

Каждая новая система выбирается так, чтобы получить положение, наиболее удобное для выполнения требуемого построения.

На рисунке 37 показано построение натуральной величины отрезка прямой AB и угла ее наклона к плоскости $\Pi_1 - \alpha$ методом замены плоскостей. Для этого в систему плоскостей $\Pi_1 \Pi_2$ введена дополнительная плоскость Π_4 так, чтобы она была параллельна плоскости Π_1 (ось Π_1/Π_4 перпендикулярна горизонтальной проекции прямой A_1B_1). Проекция отрезка на эту плоскость A_4B_4 является натуральной величиной отрезка AB и показывает угол наклона его к плоскости Π_1 .

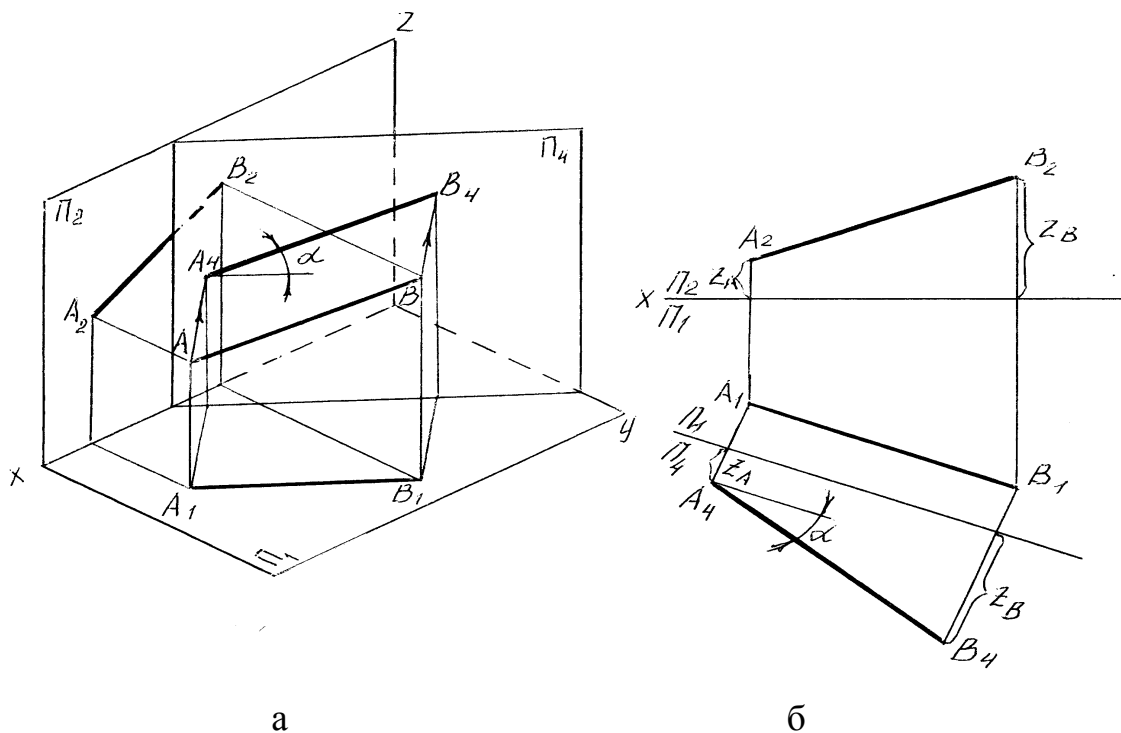


Рисунок 37 – Определение натуральной величины отрезка методом замены плоскостей проекций

а – наглядное изображение, б – комплексный чертеж

На рисунке 38 решена задача по определению натуральной величины расстояния от точки до плоскости P , заданной следами.

Введение дополнительной плоскости Π_4 перпендикулярно горизонтальному следу плоскости P_1 , дает возможность преобразовать плоскость P таким образом, чтобы она заняла фронтально-проецирующее положение. Для этого на фронтальном следе плоскости P_2 выбирают

произвольную точку N и строят ее проекцию на плоскость Π_4 . Затем через проекцию точки N_4 и точку пересечения следа P_1 с осью Π_1/Π_4 проводят след плоскости P_4 . Строят проекцию точки A на плоскость Π_4 и, опустив из нее перпендикуляр на след плоскости P_4 , определяют расстояние от точки A до плоскости P .

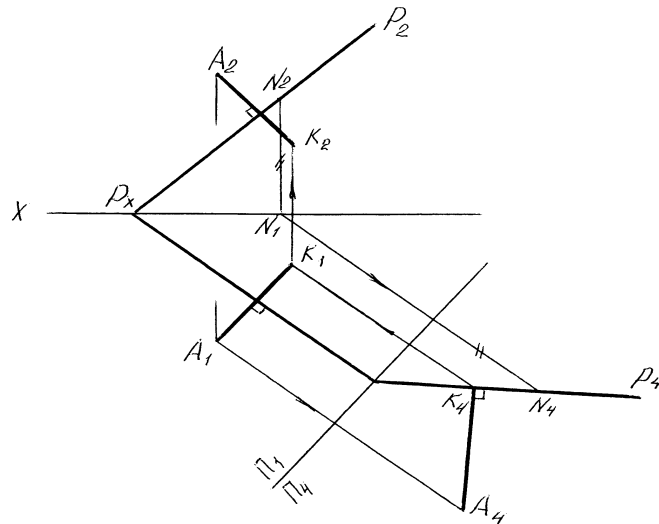


Рисунок 38 – Определение расстояния от точки до плоскости методом замены плоскостей проекций

Метод вращения. Он состоит в том, что заданная система плоскостей проекций остается неизменной, а фигуру вращают вокруг неподвижной оси до тех пор, пока она не займет частное положение, т.е. станет параллельной или перпендикулярной одной из плоскостей проекций. Вращение осуществляют вокруг осей, перпендикулярных или параллельных плоскостям проекций.

На рисунке 39 показан поворот точки вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций Π_2 . При вращении точки вокруг этой оси фронтальная проекция точки перемещается по окружности, а горизонтальная – по прямой, перпендикулярной к проекции оси вращения.

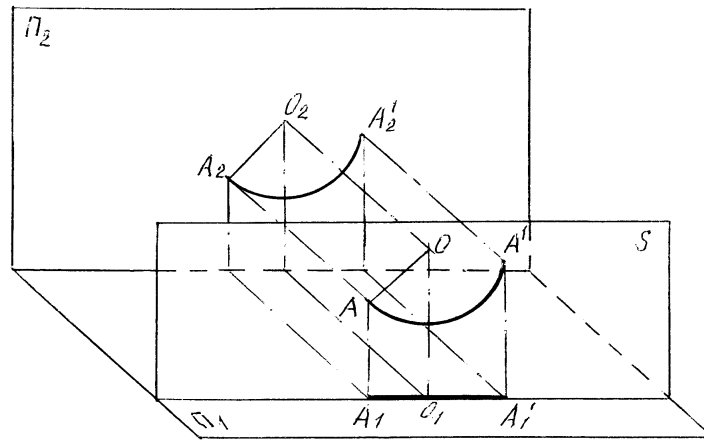


Рисунок 39 – Метод вращения

При повороте отрезка вокруг оси, перпендикулярной к плоскости Π_1 , величина его горизонтальной проекции не изменяется (рисунок 40а).

При повороте отрезка вокруг оси, перпендикулярной к плоскости Π_2 , величина его фронтальной проекции не изменяется (рисунок 40б).

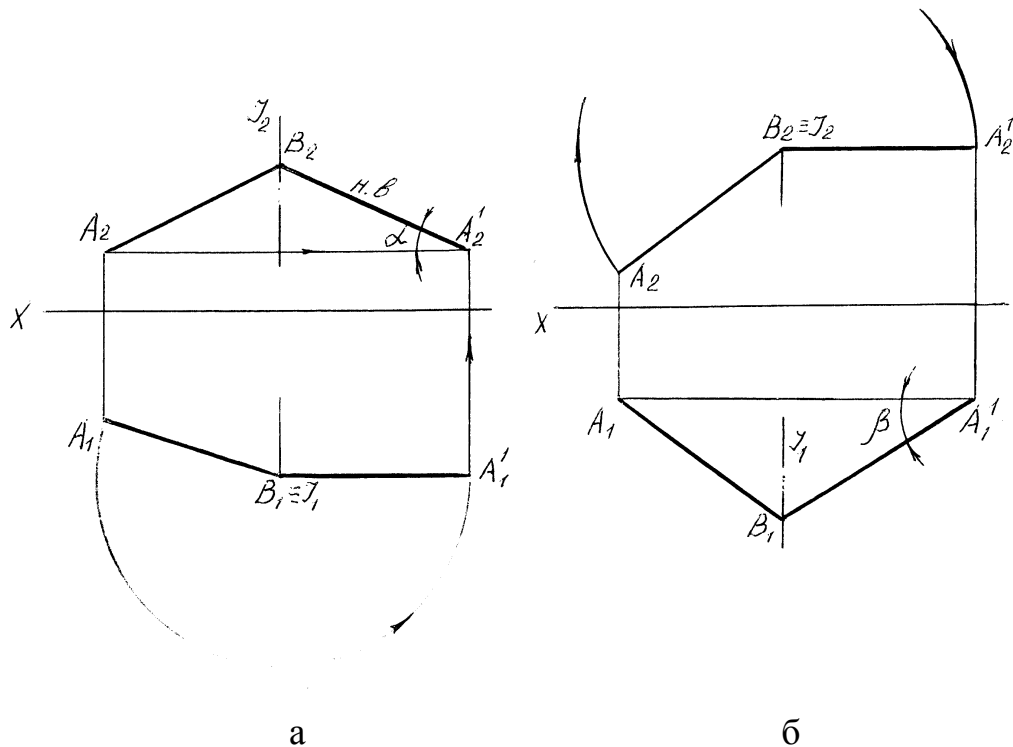


Рисунок 40 – Вращение отрезка вокруг оси, перпендикулярной к
а – плоскости Π_1 , б – к плоскости Π_2

Частным случаем метода вращения является **метод плоскопараллельного перемещения**. При плоскопараллельном перемещении

элемента в пространстве все его точки перемещаются в плоскостях, параллельных между собой. Этот метод может рассматриваться как вращение без указания осей вращения.

Если элемент совершает плоскопараллельное перемещение относительно плоскости Π_1 , то фронтальные проекции его точек будут перемещаться по прямым, перпендикулярным к линиям связи. Горизонтальная проекция перемещающегося элемента при этом, изменяя свое положение, остается равной самой себе.

В случае плоскопараллельного перемещения элемента относительно плоскости проекций Π_2 , горизонтальные проекции его точек двигаются по прямым, перпендикулярным линиям связи, а фронтальная проекция элемента, изменяя свое положение в соответствии с заданным условием, остается равной себе.

Пример. Определить натуральную величину отрезка прямой АВ.

На рисунке 41 показан пример построения натуральной величины отрезка прямой АВ и углов его наклона к плоскостям проекций. Для определения угла наклона отрезка к плоскости проекций $\Pi_1(\alpha)$, поворачиваем отрезок таким образом, чтобы он занял положение, параллельное плоскости Π_2 . При таком повороте горизонтальная проекция отрезка не изменяет своей величины, поэтому берем проекцию A_1B_1 и располагаем параллельно оси Х. Фронтальную проекцию находим по линиям связи. Отмечаем угол α и натуральную величину отрезка. Аналогично строим угол наклона прямой к плоскости проекций $\Pi_2(\beta)$, при этом поворачиваем отрезок АВ таким образом, чтобы он занял положение, параллельное плоскости проекций Π_1 .

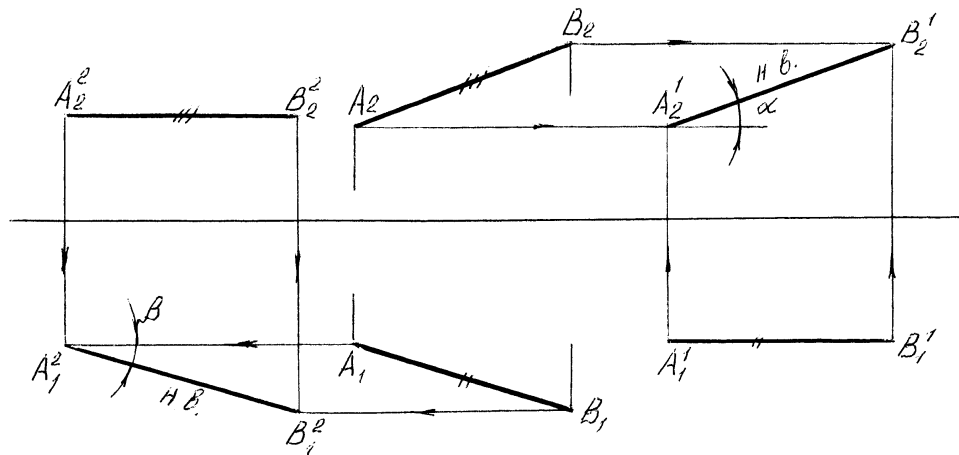


Рисунок 41 – Построение натуральной величины отрезка АВ и углов наклона его к плоскостям проекций методом плоскопараллельного перемещения

На рисунке 42 приведен пример определения расстояния от точки А до плоскости Р, заданной следами. Для решения этой задачи методом плоскопараллельного перемещения необходимо повернуть плоскость Р таким образом, чтобы она заняла проецирующее положение. Задача решается в следующей последовательности:

- проводим в плоскости Р произвольную горизонталь (фронталь) через точку N;
- поворачиваем горизонталь (фронталь) и след плоскости P_1 таким образом, чтобы расстояние между ними не изменилось и они заняли положение, перпендикулярное оси Х. Вместе с плоскостью поворачиваем точку А;
- строим фронтальную проекцию горизонтали (точка N_2^1) и через нее проводим след плоскости P_2^1 ;
- расстояние от точки до плоскости определяется как перпендикуляр, опущенный из точки на плоскость Р.

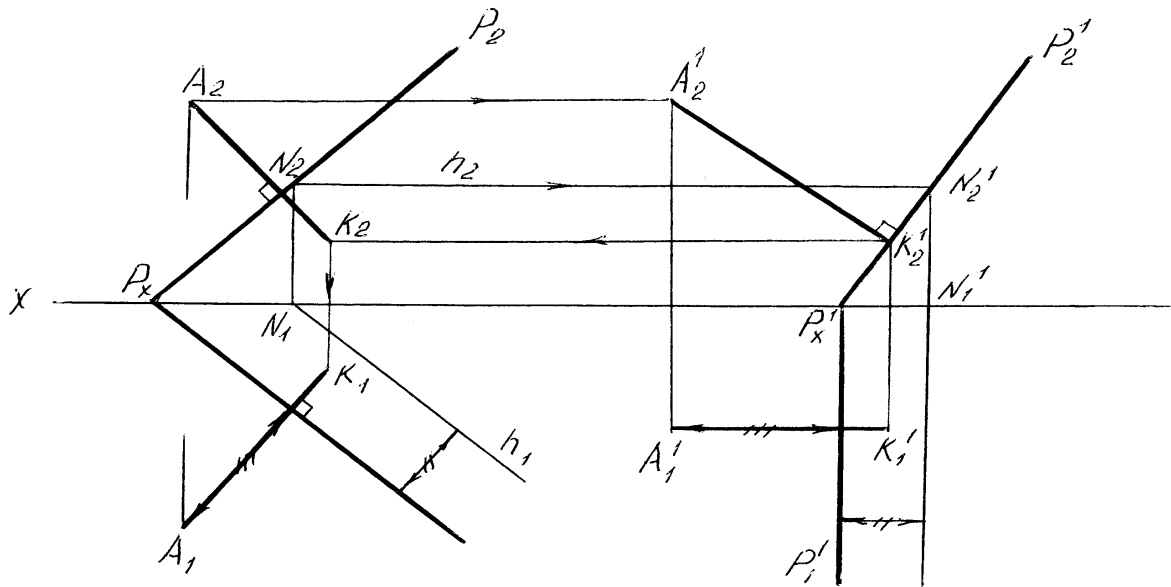


Рисунок 42 – Определение расстояния от точки до плоскости методом плоскопараллельного перемещения

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие методы преобразования чертежа вы знаете?
2. В чем заключается основное различие этих методов?
3. В чем заключается сущность метода замены плоскостей проекций?
4. Как определить натуральную величину отрезка и углы его наклона к плоскостям проекций методом замены плоскостей проекций?
5. Как определить расстояние от точки до плоскости методом замены плоскостей проекций?
6. В чем заключается метод вращения?
7. Как перемещается точка при вращении вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций?
8. Какая из проекций отрезка при вращении не изменяет своей величины?
9. Как называется метод вращения без указания осей?
10. Как определить натуральную величину отрезка и углы его наклона к плоскостям проекций методом плоскопараллельного перемещения?
11. Как определить расстояние от точки до плоскости методом плоскопараллельного перемещения?

12. Определить натуральную величину отрезка АВ и углы ее наклона к плоскостям проекций. Задачу решить двумя способами. Данные для решения задачи взять из таблицы 18. Образец решения задачи приведен на рисунках 37 и 41.

13. Определить расстояние от точки А до плоскости Р, заданной следами. Задачу решить двумя способами. Данные для решения задачи взять из таблицы 19. Образец решения задачи приведен на рисунках 38 и 42.

Литература: [1, 3, 4]

ПЗ 8 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АППАРАТ ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПЛОСКОЙ ФИГУРЫ.

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен освоить способность выявить естественную научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2) и овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме, на примерах решения конкретных задач изучить правила построения перспективы плоских фигур.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Перспектива – наука об изображении предметов и различных объектов на плоскости или любой другой поверхности в соответствии с теми кажущимися сокращениями размеров, изменениями очертаний формы и светотеневых отношений, которые наблюдаются в действительности.

Основное явление перспективы хорошо известно: предметы, расположенные ближе к зрителю, кажутся большими, чем одинаковые, но удаленные предметы, параллельные в натуре прямые, кажутся пересекающимися.

Построение перспективных изображений основано на применении метода центрального проецирования, т. к. процесс зрения в геометрическом отношении тождествен с этим методом. Для построения перспективы выбирают точку зрения S и картинную плоскость K . Лучи проходят от точки S к предмету, пересекают плоскость картины и дают на этой плоскости изображение (рисунок 43).

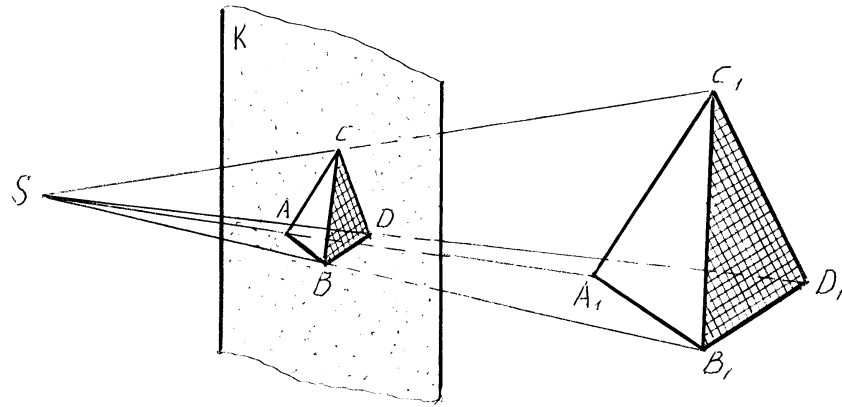


Рисунок 43 – Построение перспективы

Основные элементы проецирующего аппарата (рисунок 44):

- **предметная плоскость Π_1** (горизонтальная плоскость), на которой помещается предмет, наблюдатель и картинная плоскость;
- **картинная плоскость K** , на которой строится перспективное изображение предмета. Она располагается перпендикулярно предметной плоскости Π_1 ;
- **основание картинной плоскости OO_1** – линия пересечения предметной и картинной плоскостей;
- **точка зрения или центр проецирования S** – указывает место, где располагается глаз зрителя;
- **точка стояния s** – основание перпендикуляра, опущенного из точки зрения S на предметную плоскость;
- **главный луч SP** – перпендикуляр, опущенный из точки зрения на картинную плоскость;
- **точка P** – главная точка картинной плоскости;
- **SP – главное расстояние картины;**
- **плоскость горизонта H** – плоскость, проведенная через главный луч зрения параллельно предметной плоскости до пересечения с картинной плоскостью;
- **линия горизонта hh_1** – линия пересечения плоскости горизонта H и картинной плоскости K ;

- **нейтральная плоскость, или плоскость исчезновения, N** – плоскость, проведенная через точку зрения S параллельно картинной плоскости K ;
- **предметное пространство** – пространство, находящееся за картинной плоскостью;
- **промежуточное пространство** – пространство, заключенное между картинной плоскостью K и нейтральной плоскостью N ;
- **мнимое пространство** – пространство, расположенное за зрителем.

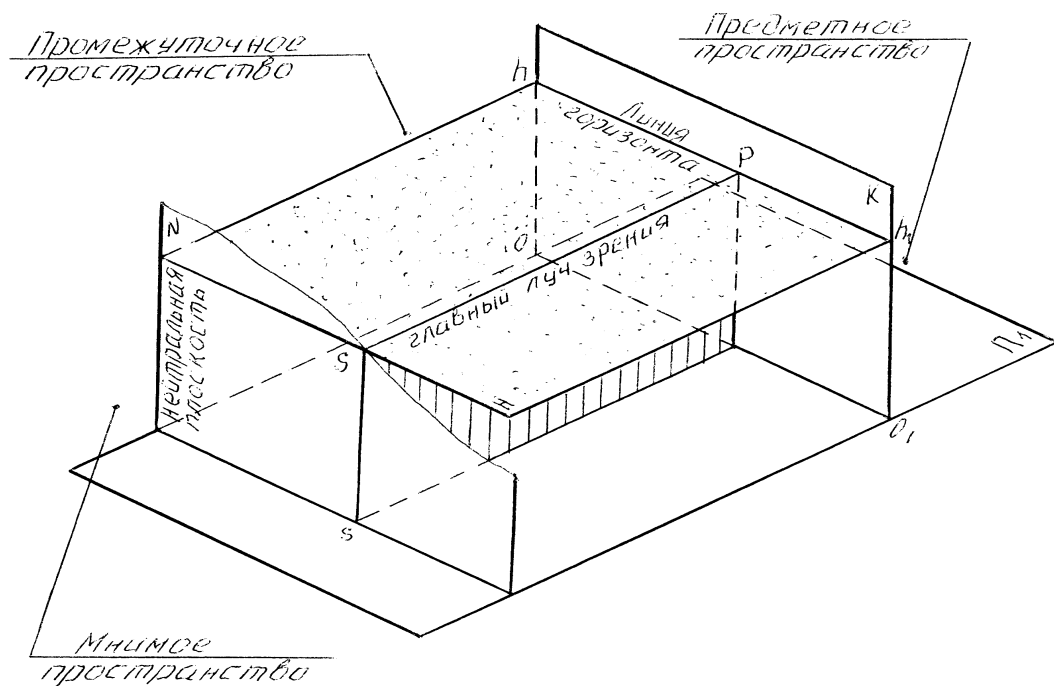


Рисунок 44 – Аппарат линейной перспективы

Построение перспективы начинают с выбора точки зрения. Она выбирается так, чтобы объект можно было бы охватить сразу одним неподвижным глазом.

При выборе точки зрения придерживаются следующих правил:

1. Угол между проецирующими лучами, направленными в крайние точки предмета, угол зрения φ (рисунок 45), должен быть близким к 30° . Если вертикальные размеры предмета больше его длины, то точку зрения S следует отнести от картины на полторы – две высоты предмета, для того,

чтобы угол зрения в вертикальной плоскости β оказался в допустимых пределах $30 - 40^\circ$.

2. Картинную плоскость ориентируют так, чтобы, во-первых, главная точка оказалась в пределах средней трети угла зрения, и во-вторых, горизонтальный след плоскости с одной из сторон плана (чаще всего с главным фасадом) составлял угол от 25 до 30° . Картинную плоскость целесообразно совместить с одним из ребер предмета, которое на перспективной проекции изобразится в натуральную величину.

3. Высоту горизонта обычно принимают на уровне глаз человека, стоящего на земле, т.е. $H = 1,5 \div 1,7$ м.

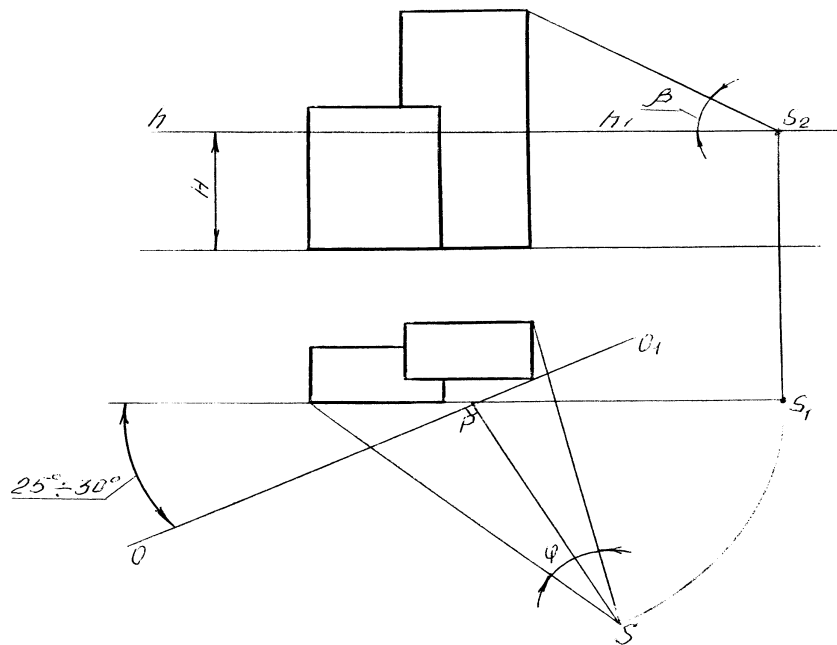


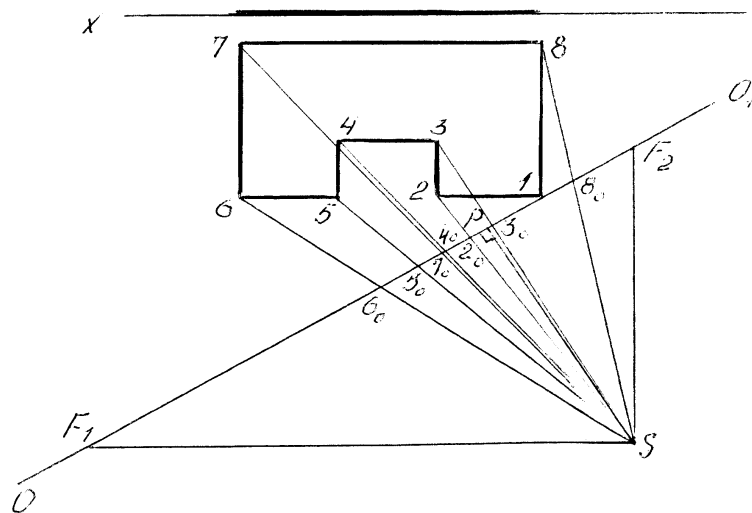
Рисунок 45 – Выбор точки зрения

При построении перспективы чаще всего применяется **метод архитекторов**.

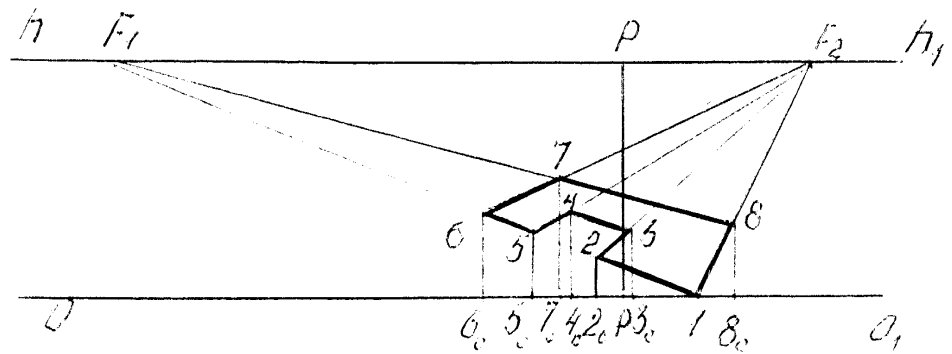
Построение перспективы плоской фигуры начинают с построения аппарата линейной перспективы на ортогональных проекциях фигуры. На рисунке 46а показаны выбор точки зрения S , основания картинной плоскости OO_1 и линии горизонта hh_1 . На этом же чертеже находят точки схода прямых, параллельных оси X (F_1) и перпендикулярных оси X (F_2). Затем проводят горизонтальные проекции проецирующих лучей вершин заданной фигуры

S_2, S_3 и т.д. и отмечают точки пересечения этих лучей с основанием картины OO_1 – точки $2_0, 3_0, 4_0$ и т.д.

После этого на поле чертежа проводят две горизонтальные прямые OO_1 и hh_1 , на которых отмечают точки P и P_1 (рисунок 46 б). На линии горизонта от точки P откладывают отрезки $PF_1 = P_1F_1$ и $PF_2 = P_1F_2$, взятые с рисунка 46 а. Затем на прямой OO_1 отмечают точки $1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0, 6_0, 7_0$ и 8_0 , перенесенные с помощью полоски бумаги. Перспектива точки 1 уже известна, т.к. она принадлежит основанию картины по построению. С точкой 1 связаны две прямые 1-6 и 1-8, для построения перспектив которых достаточно соединить прямыми точку 1_0 с точками F_1 и F_2 . Прямой 1-6 принадлежат точки 2, 5, 6, а прямой 1-8 точка 8. Перспективами этих точек будут точки пересечения прямых 1_0F_1 и 1_0F_2 с перпендикулярами, восстановленными из точек $2_0, 5_0, 6_0$ и 8_0 . Для определения положения точек 3, 4, и 7 соединим прямыми линиями точки 2, 5 и 6 с точкой F_2 , а затем отметим точки пересечения этих прямых с перпендикулярами, восстановленными из точек $3_0, 4_0$ и 7_0 .



а



б

Рисунок 46 – Построение перспективы плоской фигуры

а – выбор точки зрения, б – перспектива

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. На какой плоскости помещаются предмет, картинная плоскость и наблюдатель?
2. Как располагается в пространстве предметная плоскость?
3. Что такое предметное пространство?
4. Что такое нейтральная плоскость?
5. Что такое основание картинной плоскости?
6. Как располагается плоскость горизонта?
7. Где располагается мнимое пространство?
8. Чему равен угол зрения при построении перспективы?
9. Какой угол должен составлять след картинной плоскости с одной из сторон плана?
10. Что такое точки схода параллельных прямых?
11. Построить перспективу заданной плоской фигуры. Данные для своего варианта взять из таблицы 20. Образец выполнения задания приведен на рисунке 46.

Литература: [2, 5]

ПЗ 9 ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ.

ПОСТРОЕНИЕ ТЕНЕЙ В ПЕРСПЕКТИВЕ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен освоить способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2) и овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в интерактивной форме решение проблемных задач, связанных с построением перспективы и теней в перспективе геометрических тел.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Построение перспективы геометрического тела начинают с построения перспективы его основания, как было описано в практическом занятии 8. Закончив построение основания, переходят к изображению самого предмета.

На рисунке 47 даны ортогональные проекции двух геометрических тел и выполнены все вспомогательные построения для создания перспективы.

При построении перспективы увеличиваем все линейные размеры в два раза. На рисунке 48, после того, как была построена перспектива основания, построение перспективы геометрических тел осуществляется в следующей последовательности:

1. Через все вершины вторичной проекции (точки 1_k , 2_k , 3_k и т.д.) проводим вертикальные прямые;
2. От точки 1_0 , на проходящей через нее вертикали, отложим отрезок $1A$ длиной $2H_1$, (т.к. этот отрезок находится в картинной плоскости, его высота откладывается в натуральную величину);

3. Через точку А проводим прямую в точку схода F_1 . На этой прямой с помощью вертикальной линии связи $2_K M$ находим точку М;

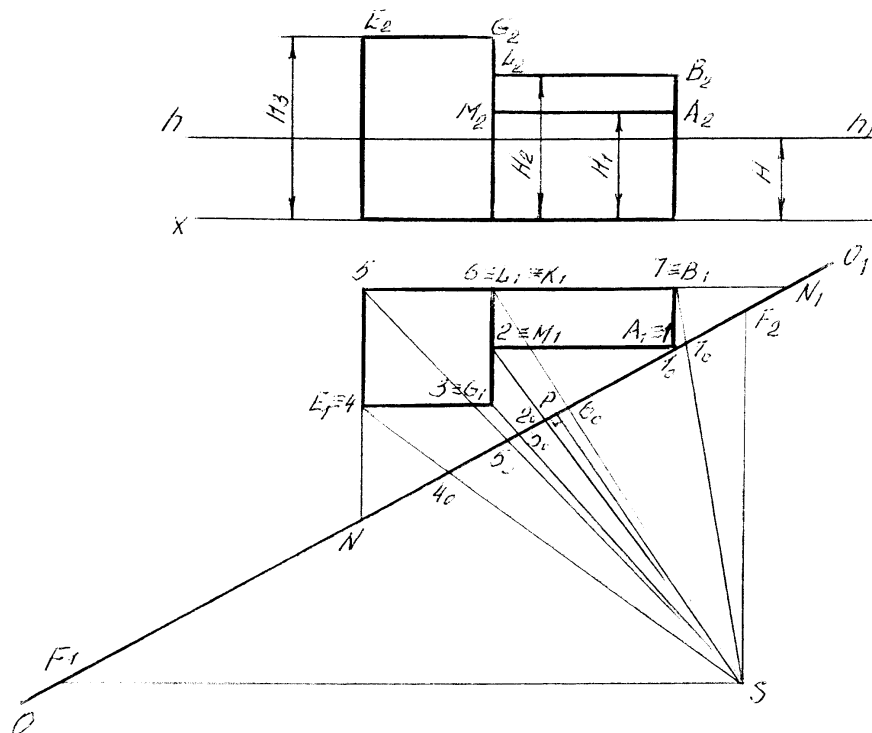


Рисунок 47 – Вспомогательные построения для создания перспективы

4. Для того, чтобы получить перспективы вертикальных ребер длиной H_3 , проходящих через точки 3_K , 4_K , 5_K и 6_K , нужно через любое ребро провести вертикальную плоскость Q и построить линию пересечения этой плоскости с картинной плоскостью K; затем, отложив на этой прямой от основания картины отрезок NN_0 , равный заданной высоте H_3 , нужно провести горизонталь заданного уровня H_3 до пересечения с перспективой взятого ребра. Так, на рисунке 48 через вертикальную прямую, определяемую точкой 4_K , проводим плоскость Q, которая в данном случае совпадает с задней левой гранью предмета; прямая N_0F_2 представляет собой перспективу горизонтального следа плоскости Q; на прямой NN_0 (линии пересечения плоскостей Q и K) от точки N_0 откладываем NN_0 – высоту ребра H_3 . Соединив точки N и F_2 , получим перспективу горизонтали уровня H_3 , пересечение которой с вертикальной прямой, проходящей через точку 4_K , определяет точку E;

5. Используя попеременно то левую, то правую точки схода, проводим верхние горизонтальные ребра EG и GK видимых граней прямоугольного параллелепипеда;
6. Повторяя построение, изложенное в пункте 4, строим перспективу ребра 7B;
7. Соединяя точки В и F_1 , получаем перспективу горизонтального ребра BL;
8. Вычерчиваем перспективы двух параллельных наклонных прямых АВ и ML.

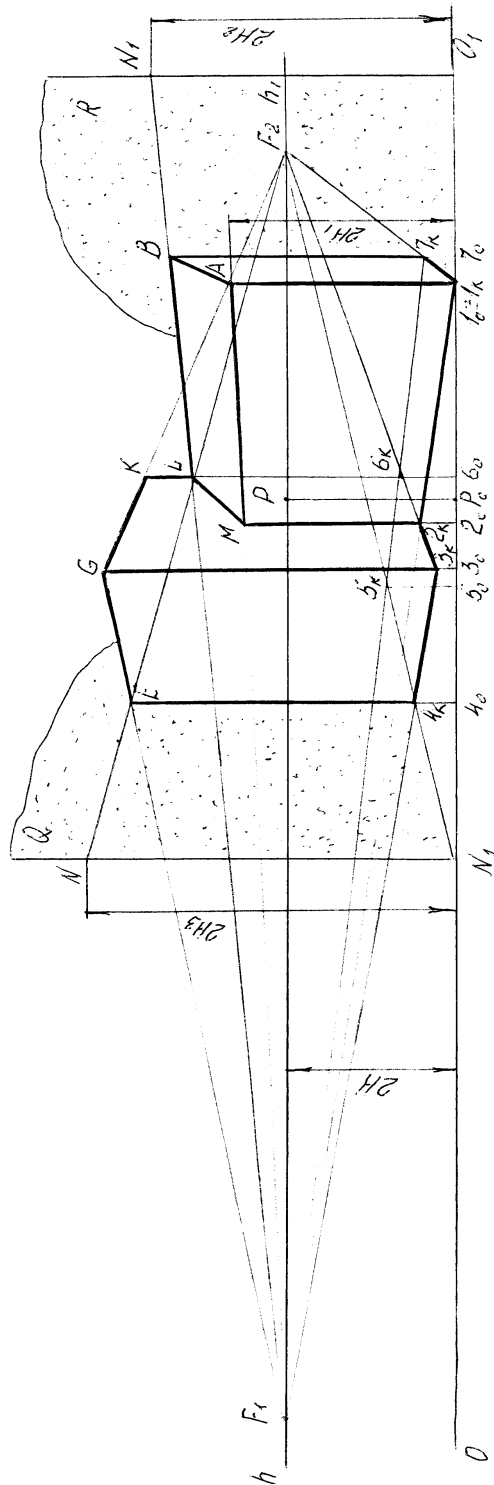


Рисунок 48 – Построение перспективы геометрических тел

На перспективных изображениях для лучшей наглядности и рельефности объемов строят тени. Направление лучей выбирается так, чтобы тени лучше выделяли композицию объекта.

Для упрощения построения считают, что световые лучи параллельны плоскости картины, тогда на картине их перспективы оснований будут параллельны основанию картины (рисунок 49).

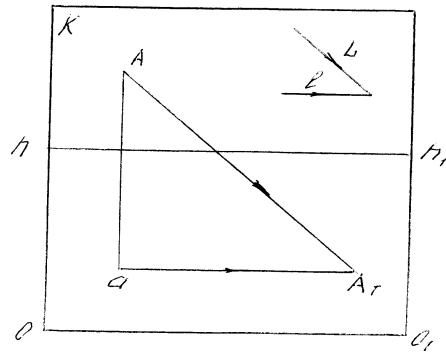


Рисунок 49 – Направление световых лучей

Построение тени в перспективе начинают с выбора источника освещения. Угол наклона луча рекомендуется принимать в пределах от 30° до 60° . На рисунке 50 показаны собственные и падающие тени прямоугольного параллелепипеда в случае параллельного расположения световых лучей относительно плоскости картины.

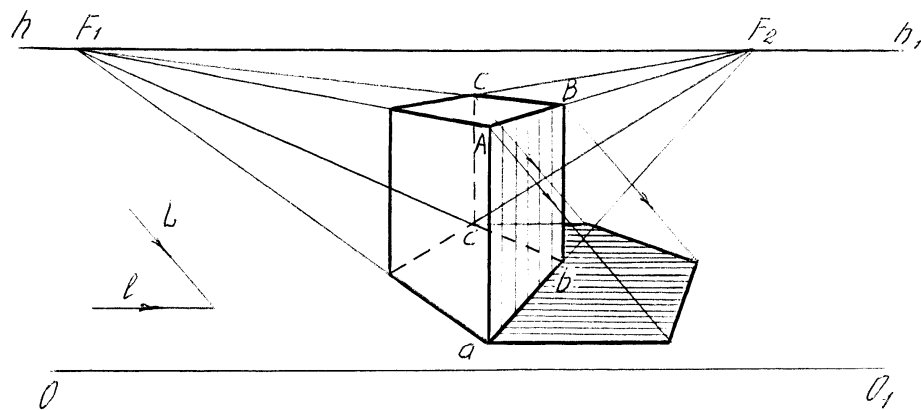


Рисунок 50 – Построение теней в перспективе

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. С чего начинается построение перспективы геометрического тела?
2. В какой последовательности строится перспектива вертикальных прямых не лежащих в картинной плоскости?
3. Для чего проводится вертикальная плоскость Q при построении перспективы?
4. Для чего строят тени в перспективе?
5. В каких пределах принимается угол наклона светового луча при построении теней в перспективе?

6. Построить перспективу и тени заданных геометрических тел. Данные для решения задачи взять из таблицы 21. Образец решения задачи приведен на рисунке 48.

Литература: [2, 5]

ПЗ 10 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен освоить способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2) и овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в интерактивной форме решение проблемных задач на освоение правил построения чертежей в проекциях с числовыми отметками.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Метод проекций с числовыми отметками является частным случаем ортогональных проекций. Этот метод получил широкое применение в тех случаях, когда высота изображаемого предмета невелика сравнительно с его длиной и шириной. Им также пользуются при изображении поверхности, образование которой не подчинено какому-либо геометрическому закону, например, поверхность земли.

Сущность метода проекций с числовыми отметками заключается в том, что вместо двух проекций предмета (на плоскости Π_1 и Π_2) на ортогональном чертеже изображают одну горизонтальную проекцию и рядом с проекцией каждой точки предмета пишут число (обычно в метрах), выражающее ее высоту относительно плоскости Π_1 (координата z). Это число называют *отметкой*, а плоскость Π_1 – *плоскостью нулевого уровня или основной плоскостью*.

При изображении топографической поверхности за плоскость нулевого уровня принимают постоянный уровень воды в Балтийском море. При этом все точки, расположенные выше плоскости нулевого уровня обозначают со знаком «+», который, как правило не ставится, а точки,

расположенные ниже плоскости, обозначаются знаком «-». Точки, лежащие в плоскости нулевого уровня, имеют отметки, равные нулю (рисунок 51).

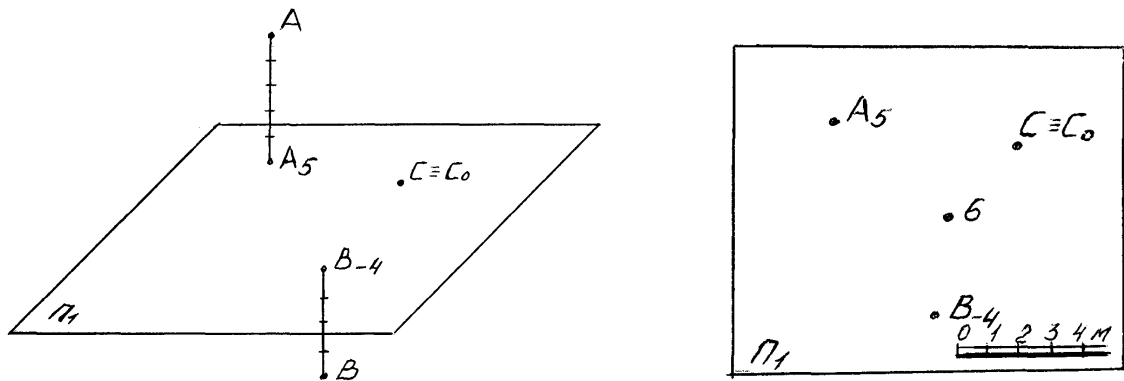


Рисунок 51 – Изображение точки в проекциях с числовыми отметками

Проекция отрезка прямой с числовыми отметками A_2B_5 при наличии линейного масштаба вполне определяет отрезок АВ в пространстве. Восстановив в точках A_2 и B_5 перпендикуляры к плоскости Π_1 (рисунок 52) и отложив на них по масштабу соответствующие отметки точек, получим отрезок АВ в пространстве.

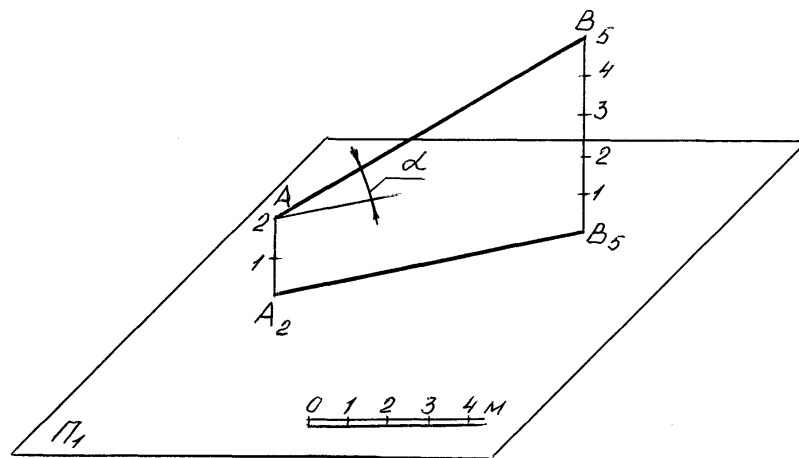


Рисунок 52 – Наглядное изображение отрезка в проекциях с числовыми отметками

По чертежу отрезка прямой с числовыми отметками можно определить его натуральную величину без построения пространственной фигуры. Для этого поворачиваем трапецию A_2ABV_5 (рисунок 52) вокруг проекции отрезка A_2B_5 до совмещения с плоскостью Π_1 . В совмещенной трапеции $A_2A_kB_kB_5$ сторона $A_kB_k = AB$, а угол α равен углу между отрезком АВ и его проекцией на плоскость Π_1 (рисунок 53).

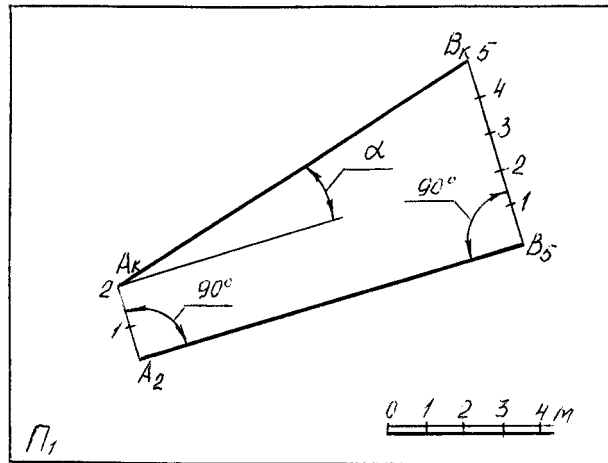


Рисунок 53 – Определение натуральной величины отрезка на эюре

Концы отрезка прямой часто имеют отметки, которые выражаются дробными числами. Поэтому при решении некоторых задач необходимо определять на отрезке прямой положение точек с отметками, заданными целыми числами. Решение этой задачи называется **градуированием** прямой.

Существуют несколько способов градуирования отрезка прямой. Все они представляют собой различные варианты решения задачи деления отрезка в заданном отношении.

1 способ. На рисунке 54 а показано градуирование отрезка прямой с использованием построения его натуральной величины. С помощью вспомогательных прямых, параллельных проекции отрезка, на прямой $A_K B_K$ найдены точки с целыми отметками, после чего на проекции отрезка прямой $A_{5,3} B_{1,7}$ построены проекции этих точек.

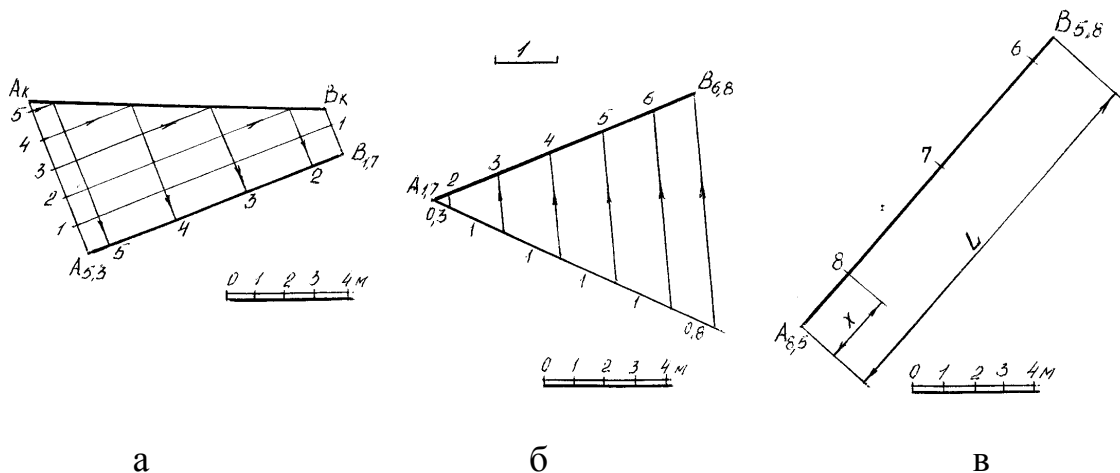


Рисунок 54 – Градуирование отрезка прямой

2 способ. Наиболее рациональным является градуирование отрезка прямой на основе пропорционального деления отрезка (рисунок 54 б). Для этого из любого конца отрезка прямой проводят прямую линию под произвольным углом к нему. На ней в произвольном масштабе последовательно откладывают превышения между концевыми точками отрезка и точками градуирования. Соединив крайние точки отрезков прямой, проводим параллельно этой линии прямые через точки деления, которые определяют положение точек градуирования.

3 способ. Величину интервалов можно вычислить по формулам (рисунок 54 в). Измерив по чертежу заложение прямой $L = 6,3$; определяем интервал по формуле $l = L / H_A - H_B$; подставляя в формулу значения всех величин, получим $l = 6,3 / (8,5 - 5,8) = 6,3 / 2,7 = 2,3$ м.

Расстояние от конца отрезка А до ближайшей точки с целой отметкой (отрезок x) определяется из пропорции: $x / l = h / 1$. В нашем случае $h = 0,5$ м; $x = 2,3 \times 0,5 = 1,15$ м. Откладываем полученные интервалы на отрезке АВ.

Плоскость в проекциях с числовыми отметками можно задать так же, как и в прямоугольных проекциях. Но наиболее удобно плоскость в проекциях с числовыми отметками задавать масштабом уклона (падения). **Масштабом уклона (падения) плоскости (P_i)** называется проградуированная проекция линии наибольшего ската плоскости. На рисунке 55а изображена плоскость Р с горизонталями 1, 2, 3 и линией ската 0 – 3. Превышения горизонталей равны целым числам. На плоскости Π_1 показана проекция линии ската плоскости с нанесенными на ней точками 1, 2, 3, что и является масштабом уклона (падения) плоскости P_i .

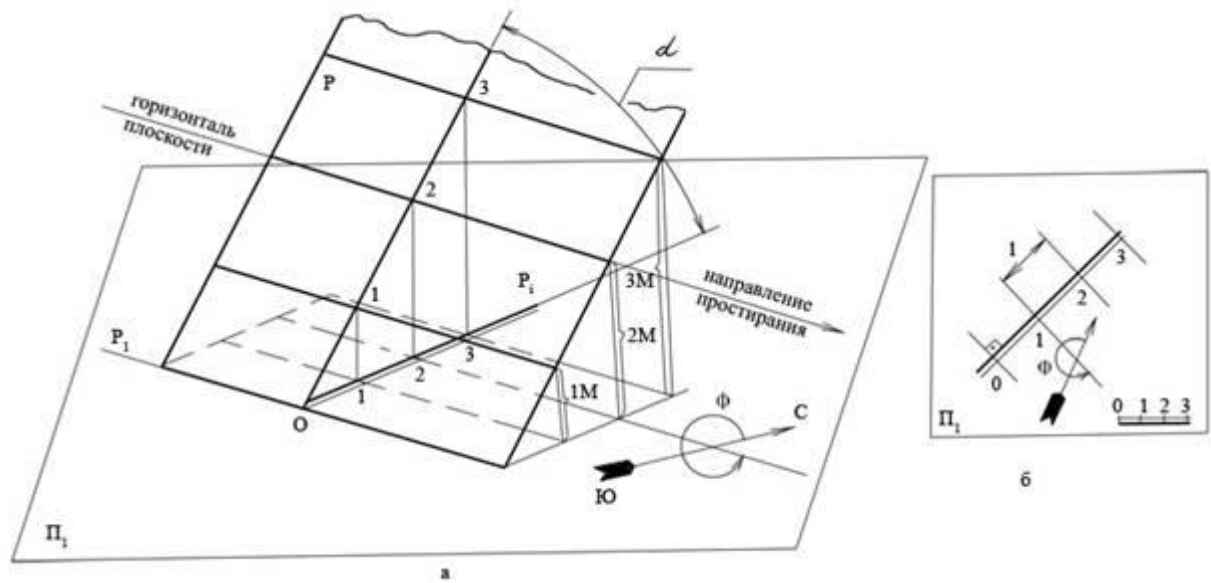


Рисунок 55 – Задание плоскости в проекциях с числовыми отметками

а – наглядное изображение, б – комплексный чертеж

Масштаб уклона плоскости изображается на плане двумя параллельными прямыми: тонкой и толстой с нанесенными на них отрезками горизонталей плоскости (рисунок 55б). Горизонтали плоскости перпендикулярны масштабу уклона. Линия ската плоскости иначе называется **линией падения**. Она составляет с плоскостью Π_1 угол α . Этот угол называется **углом наклона или углом падения плоскости P** .

Направление простирания плоскости определяется по ее горизонталям. Если смотреть в сторону увеличения отметок, **то правое направление горизонталей называется направлением простирания плоскости**. Углом простирания плоскости называется угол ϕ , который **отсчитывается от северного конца меридиана против часовой стрелки до направления простирания**.

Взаимное положение плоскостей, прямой и плоскости в проекциях с числовыми отметками.

Построение линии пересечения плоскостей в проекциях с числовыми отметками. Все выводы по определению взаимного положения плоскостей, прямой и плоскости относительно друг друга, сделанные в

прямоугольных проекциях, сохраняются и в проекциях с числовыми отметками.

Чтобы построить линию пересечения плоскостей, достаточно определить две точки этой линии или одну ее точку и направление.

На рисунке 56 построены линии пересечения плоскостей, заданных масштабами уклона. На рисунке 56 а для определения линии пересечения плоскостей проведены по две горизонтали каждой плоскости через точки с одинаковыми отметками. Затем находят точки пересечения этих горизонталей M_{14} и N_{11} и через них проводят линию пересечения плоскостей.

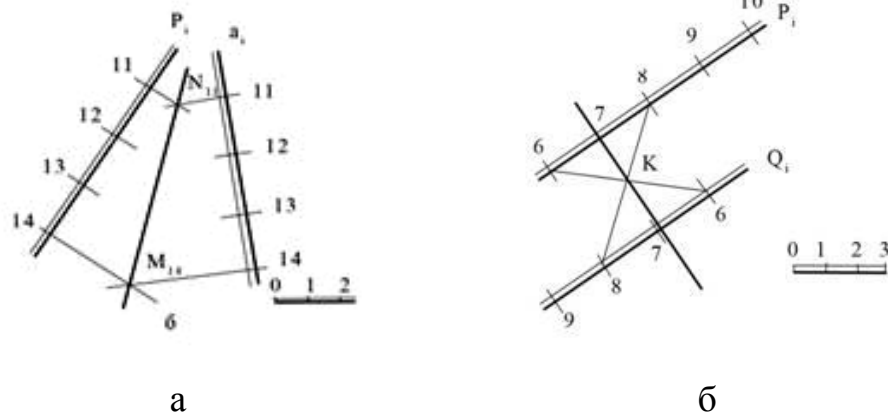


Рисунок 56 – Построение линии пересечения плоскостей в проекциях с числовыми отметками, если их масштабы уклонов

а – не параллельны, б – параллельны

На рисунке 56 б масштабы падения плоскостей параллельны. В этом случае плоскости пересекаются по общей горизонтали, для нахождения которой достаточно найти одну точку, принадлежащую ей. Такой точкой может служить точка пересечения прямых, соединяющих точки с одинаковыми отметками.

Построение точки пересечения прямой с плоскостью в проекциях с числовыми отметками основано на общем для всех видов проекций методе вспомогательных секущих плоскостей. Но если в ортогональных проекциях прямую заключают в плоскость частного положения, то в проекциях с числовыми отметками через прямую проводят плоскость общего положения. На рисунке 57 через прямую АВ проведена плоскость общего

положения, которая задана двумя горизонталями AC и BD , направление которых выбрано так, чтобы в пределах чертежа получить точки пересечения с горизонталями плоскости P (точки M и N). Точка, в которой прямая AB пересекает MN , является точкой пересечения прямой AB с плоскостью P .

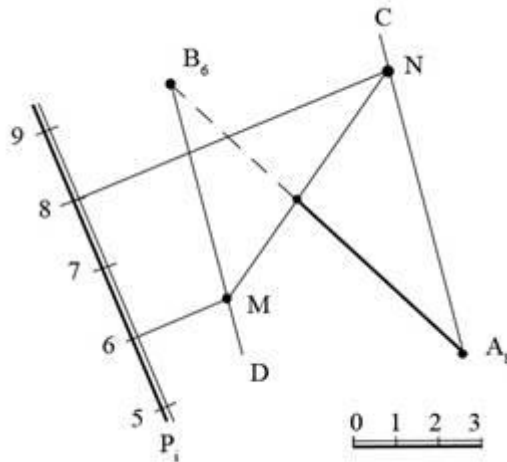


Рисунок 57 – Построение точки пересечения прямой с плоскостью в проекциях с числовыми отметками

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Сколько проекций изображают в проекциях с числовыми отметками?
2. Что означает число, стоящее рядом с проекцией точки?
3. Что означает отметка точки?
4. Какую плоскость принимают за плоскость нулевого уровня?
5. В каком случае отметка точки имеет отрицательное значение?
6. В каком случае отметка точки равна нулю?
7. Что такое градуирование прямой?
8. Что такое масштаб уклона плоскости?
9. Что такое направление простираения плоскости?
10. Что такое угол падения плоскости?
11. Что такое угол простираения плоскости?
12. Определить натуральную величину отрезка AB и угол его наклона к плоскости проекций Π_1 . Проградуировать отрезок AB . Данные для решения задачи взять из таблицы 22. Образец решения задачи приведен на рисунках 3 и 4.

13. Построить линию пересечения заданных плоскостей. Данные для решения задачи взять из таблицы 23. Образец решения задачи приведен на рисунке 6.
14. Построить точку пересечения отрезка прямой АВ с заданной плоскостью. Данные для решения задачи взять из таблицы 24. Образец решения задачи приведен на рисунке 57.

Литература: [2, 5]

ПЗ 11 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКОВ ПЛОСКОСТЬЮ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме, на примерах решения конкретных задач освоить различные способы построения пересечения многогранников с плоскостью.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Линией пересечения многогранника с плоскостью в общем случае является плоский многоугольник. Для построения этого многоугольника надо или найти точки, в которых ребра многоугольника пересекают заданную плоскость, или построить отрезки прямых, по которым грани многогранника пересекаются плоскостью. В первом случае построение сводится к задаче на пересечение прямой с плоскостью, во втором случае – на построение линии пересечения плоскостей между собой. Плоскую фигуру, полученную от пересечения многогранника плоскостью, называют **сечением**.

В тех случаях, когда секущая плоскость не параллельна ни одной из плоскостей проекций, сечение проецируется с искажением. Для определения натурального вида сечения применяют один из методов преобразования чертежа.

При построении сечения многогранников плоскостью применяют два метода – **метод граней** и **метод ребер**.

Метод граней используется только тогда, когда грани многогранника занимают проецирующее положение, т. е. перпендикулярны одной из плоскостей проекций. В этом случае решение сводится к задаче на построение линии пересечения двух плоскостей.

На рисунке 58 показано построение сечения прямой четырехугольной призмы плоскостью Р методом граней.

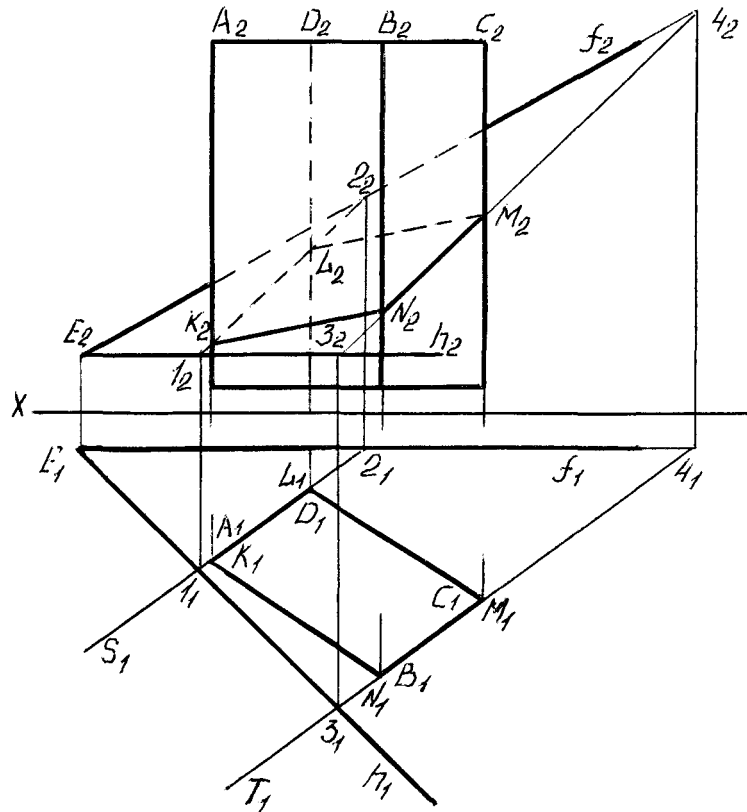


Рисунок 58 – Построение сечения призмы плоскостью методом граней

При пересечении получается четырехугольник, вершины которого представляют собой точки пересечения ребер призмы с плоскостью Р. Так как в данном случае призма прямая и основание ее расположено параллельно плоскости Π_1 , то горизонтальная проекция сечения определяется сразу, без дополнительных построений: она накладывается на проекцию $A_1B_1C_1D_1$. Для построения фронтальной проекции сечения применяем метод граней. Закljučаем грань призмы AD в горизонтально-проецирующую плоскость S. Затем строим линию пересечения плоскостей Р и S (прямая 1-2) и выделяем отрезок KL этой прямой проходящей по грани AD. Этот отрезок будет одной из сторон сечения. Далее заключаем грань BC в горизонтально-проецирующую плоскость Т и выполняем те же построения. Получаем вторую сторону сечения – отрезок NM. Соединив между собой точки К и N, М и L находим все сечение призмы заданной плоскостью.

Метод ребер используется тогда, когда грани многогранника занимают общее положение, т. е. наклонены к плоскостям проекций. В этом случае решение сводится к задаче на построение точки пересечения прямой и плоскости.

На рисунке 59 показано построение сечения этой же призмы методом ребер. В этом случае через все ребра призмы проводим фронтальные плоскости (Т, S, R и Q) и строим линии пересечения этих плоскостей с плоскостью Р. Затем находим точки К, N, М, L пересечения ребер призмы с соответствующими линиями пересечения плоскостей. Соединив эти точки между собой, получаем сечение призмы заданной плоскостью.

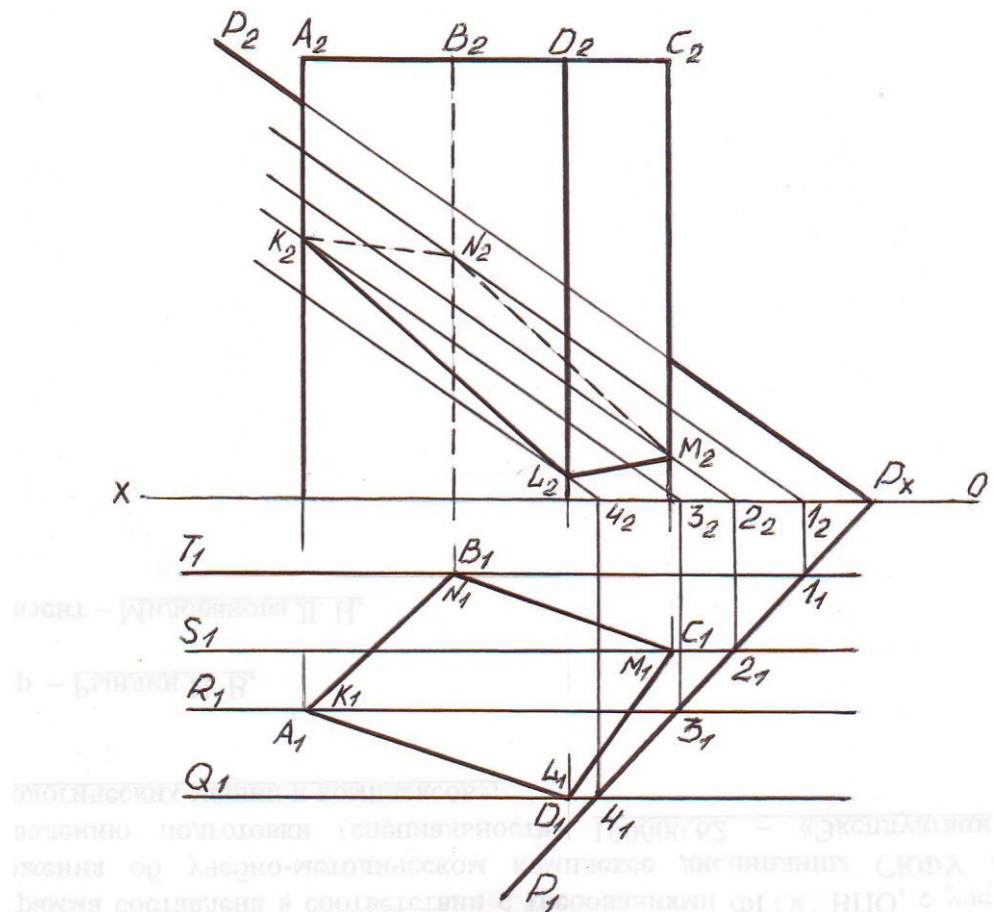


Рисунок 59 – Построение сечения призмы плоскостью методом ребер

При построении сечения пирамиды плоскостью общего положения можно применять только метод ребер или использовать методы преобразования чертежа.

На рисунке 60 показано построение сечения пирамиды плоскостью Р и определение натурального вида сечения. Задача сводится к нахождению

точек пересечения ребер SA , SB и SC с плоскостью P . Заключаем ребро SA во фронтально-проецирующую плоскость T и строим линию пересечения плоскостей P и T . Находим точку L в пересечении прямых. Затем выполняем эти же построения для ребер SB и SC , заключая их последовательно в горизонтально-проецирующие плоскости Q и R . Соединив полученные точки определяем сечение пирамиды плоскостью.

Натуральный вид сечения определяем методом замены плоскостей.

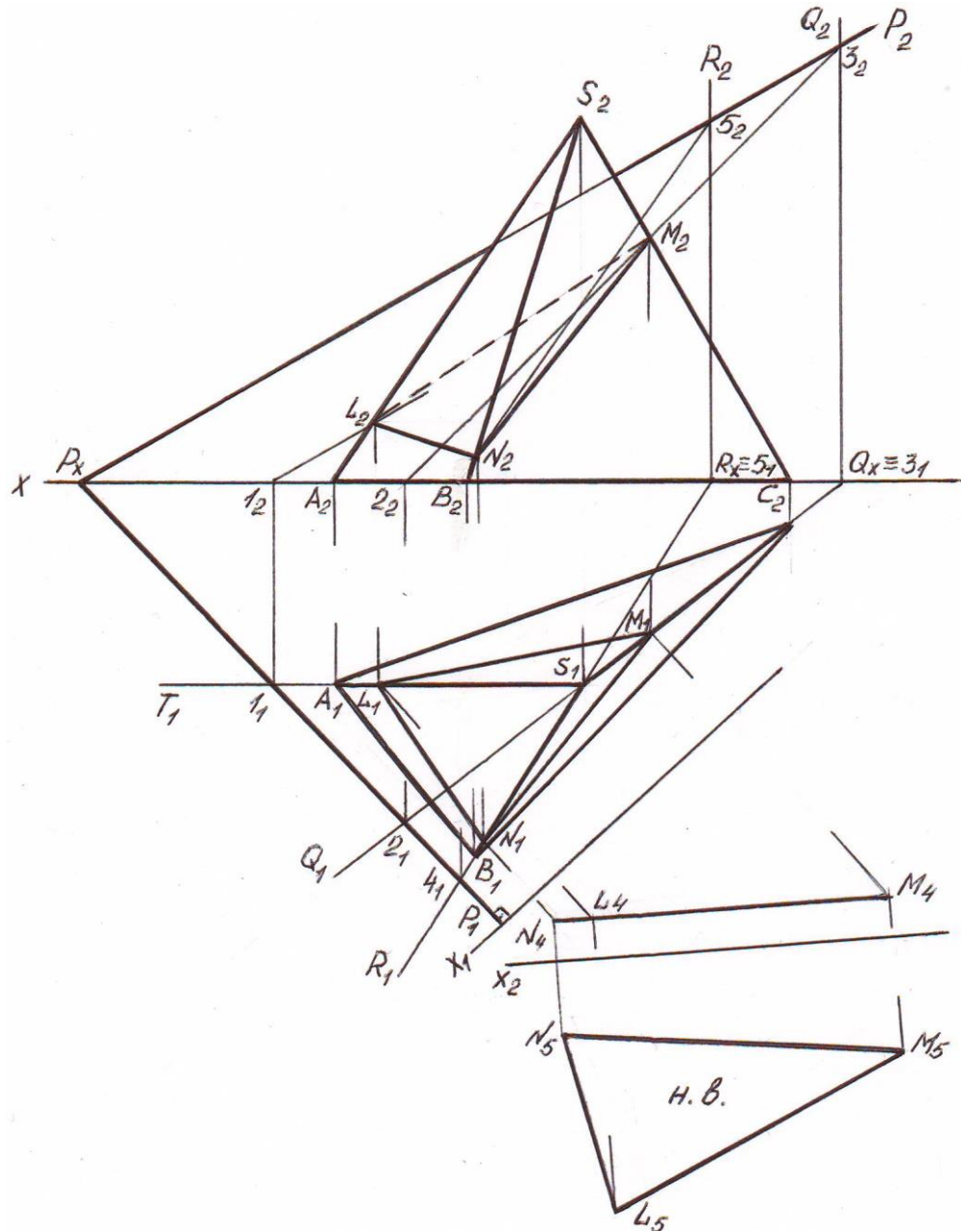


Рисунок 60 – Построение сечения пирамиды плоскостью и определение натурального вида сечения

ЗАДАНИЯ И ВОПРОСЫ

1. Как называется фигура, получаемая при пересечении призмы или пирамиды плоскостью?
2. Какие методы применяются при построении сечения призмы плоскостью?
3. В какой последовательности строится сечение призмы плоскостью методом граней?
4. Какой метод применяется при построении сечения пирамиды плоскостью?
5. В какой последовательности строится сечение пирамиды?
6. Какие методы применяются для определения натурального вида сечения?
7. Построить сечение призмы заданной плоскостью P . Данные для решения задачи взять из таблицы 25. Образец решения задачи показан на рисунках 58 и 59.
8. Построить сечение пирамиды заданной плоскостью P . Определить натуральный вид сечения. Данные для решения задачи взять из таблицы 26. Образец решения задачи приведен на рисунке 60.

Литература: [1, 3, 4]

ПЗ 12 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКОВ ПРЯМОЙ ЛИНИЕЙ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме, на конкретных примерах освоение правил построения точек пересечения прямой линии с поверхностью многогранников.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При пересечении поверхности призмы или пирамиды прямой линией получаются две точки – *точки входа и выхода*. Чтобы найти эти точки, надо провести через данную прямую вспомогательную плоскость и найти линии ее пересечения с гранями; эти линии на гранях оказываются в одной плоскости с прямой и в пересечении дают точки, в которых прямая пересекает плоскость.

Могут быть случаи, когда нет необходимости в дополнительных построениях. Пример приведен на рисунке 61. Положение проекций K_1 и M_1 можно определить сразу, так как боковые грани призмы перпендикулярны к плоскости проекций Π_1 . По точкам K_1 и M_1 найдены проекции K_2 и M_2 .

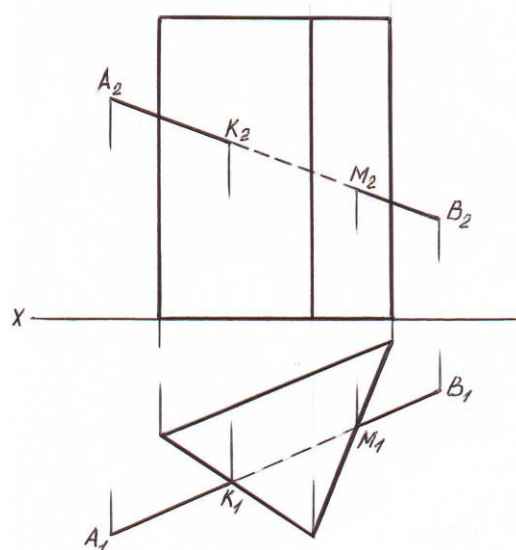
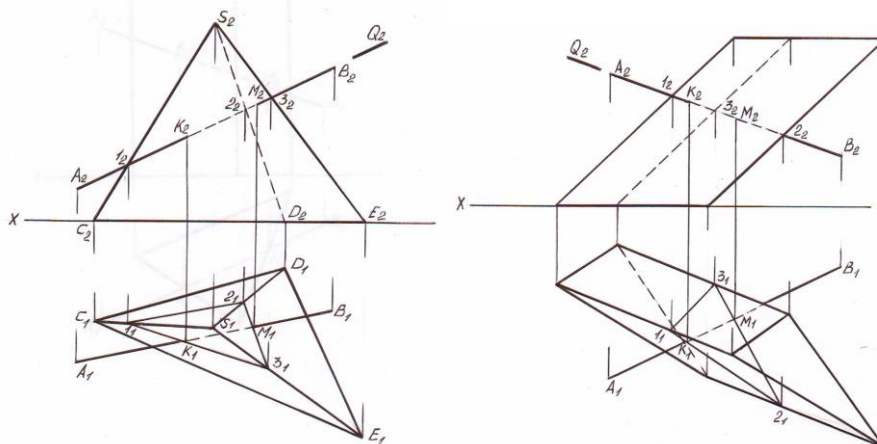


Рисунок 61 – Построение точек пересечения прямой с поверхностью прямой призмы

На рисунке 62а показано построение точек пересечения прямой линии с поверхностью пирамиды, а на рисунке 62б – с поверхностью наклонной призмы. Через прямую АВ проведена вспомогательная фронтально-проецирующая плоскость Q. Фронтальная проекция сечения пирамиды этой плоскостью сливается с фронтальной проекцией плоскости; горизонтальная проекция сечения найдена построением. Точки пересечения горизонтальной проекции прямой АВ с горизонтальной проекцией сечения представляют собой горизонтальные проекции искомых точек. По найденным горизонтальным проекциям (точки K_1 и M_1) построены фронтальные проекции (K_2 и M_2) точек пересечения. Аналогично построены точки пересечения прямой с поверхностью наклонной призмы на рисунке 126.



а

б

Рисунок 62 – Построение точек пересечения прямой с поверхностью:

а – пирамиды, б – наклонной призмы

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Как называются точки пересечения прямой с поверхностью многогранника?
2. Какие построения необходимо выполнить для нахождения точек пересечения прямой линии с поверхностью многогранника?
3. В каком случае точки пересечения прямой с поверхностью многогранника можно найти без дополнительных построений?
4. Построить точки пересечения прямой АВ с поверхностью пирамиды. Определить видимость прямой. Данные для своего варианта взять из таблицы 27. Образец решения задачи приведен на рисунке 62а.
5. Построить точки пересечения прямой АВ с поверхностью призмы. Определить видимость прямой. Данные для своего варианта взять из таблицы 28. Образец решения задачи приведен на рисунке 62б.

Литература: [1, 3, 4]

ПЗ 13 ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК МНОГОГРАННИКОВ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в интерактивной форме решение проблемных задач на изучение правил построения разверток многогранников.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Развертка – фигура, полученная путем последовательного совмещения всех граней многогранника с одной плоскостью.

Все грани многогранника на развертке должны быть изображены в натуральную величину. Поэтому построение развертки сводится к построению натуральных величин граней многогранника.

При построении разверток призм используют несколько способов.

Способ нормального сечения. На рисунке 63 показано построение развертки наклонной призмы этим способом. Через любую точку любого бокового ребра призмы, например через точку 1, проводим плоскость P , перпендикулярно к ребрам призмы. Затем строим сечение призмы плоскостью P и определяем натуральную величину этого сечения любым из методов преобразования чертежа (в данном случае методом плоскопараллельного перемещения) получаем четырехугольник $1_02_03_04_0$. На свободном поле чертежа проводим произвольную горизонтальную прямую и на ней последовательно откладываем стороны четырехугольника $1_02_03_04_0$. На перпендикулярах, проведенных по обе стороны от нее через точки 1,2,3,4, являющиеся вершинами сечения, откладываем натуральные величины длин отрезков ребер, заключенных между линией сечения и основаниями. Соединив концы построенных отрезков прямыми линиями, и пристроив к

любой грани четырехугольники натуральной величины оснований, получаем полную развертку призмы.

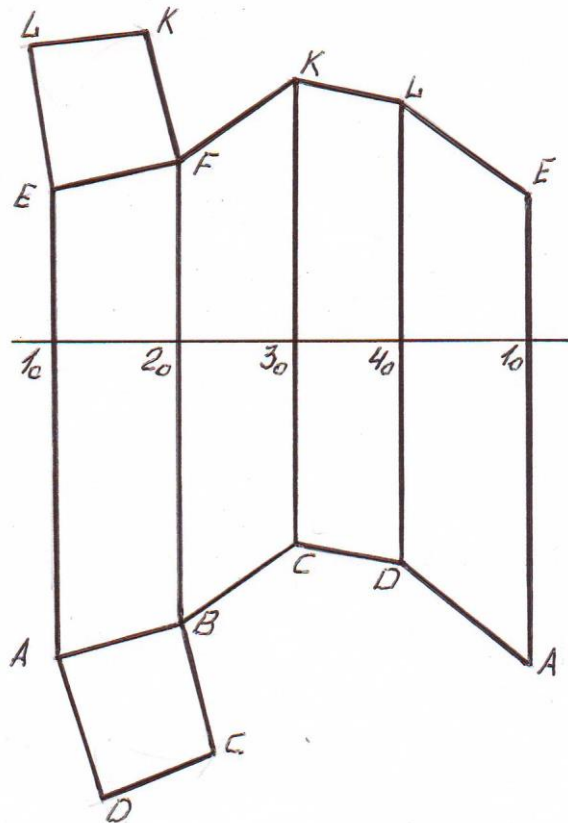
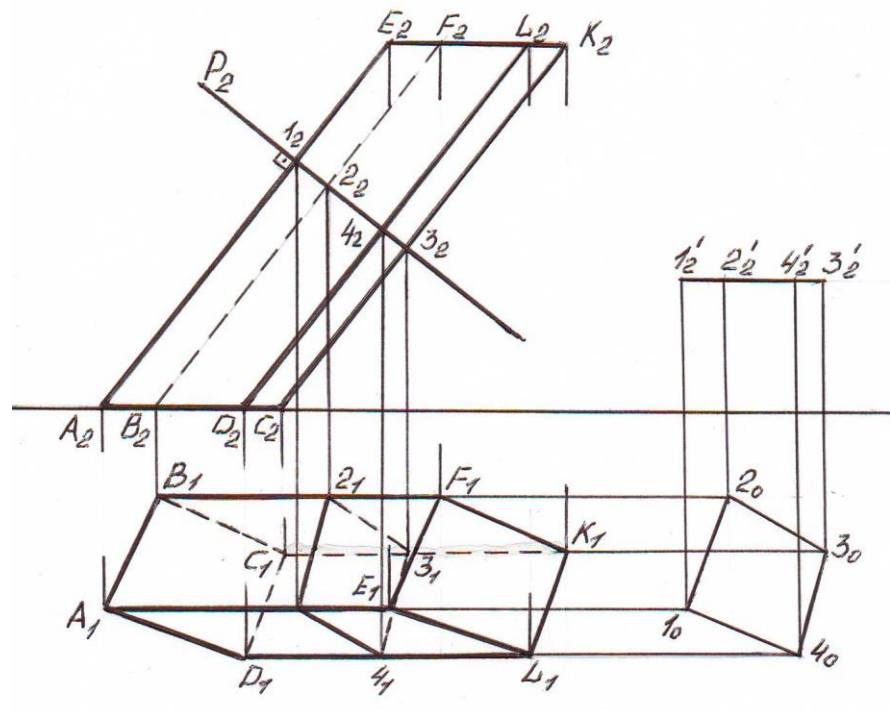


Рисунок 63 – Построение развертки призмы способом нормального сечения

Способ раскатки. Этот способ удобен, если ребра призмы параллельны одной плоскости проекций, а стороны основания – другой. На

рисунке 64 показано построение развертки призмы этим способом. Задача сводится к определению натурального вида боковых граней призмы путем совмещения их с плоскостью, проходящей через одно из ребер призмы, например AB . Разрезаем поверхность призмы по этому ребру. Проводим из точек C_2 и D_2 перпендикуляры к ребру AB и находим точки C и D , как точки пересечения этих перпендикуляров с окружностью, радиус которой равен отрезку A_1C_1 . Параллелограмм A_2B_2CD будет равен натуральной величине грани $ABCD$. Остальные грани достраиваем таким же образом. Затем к развертке боковой поверхности с помощью засечек пристраиваем основания призмы.

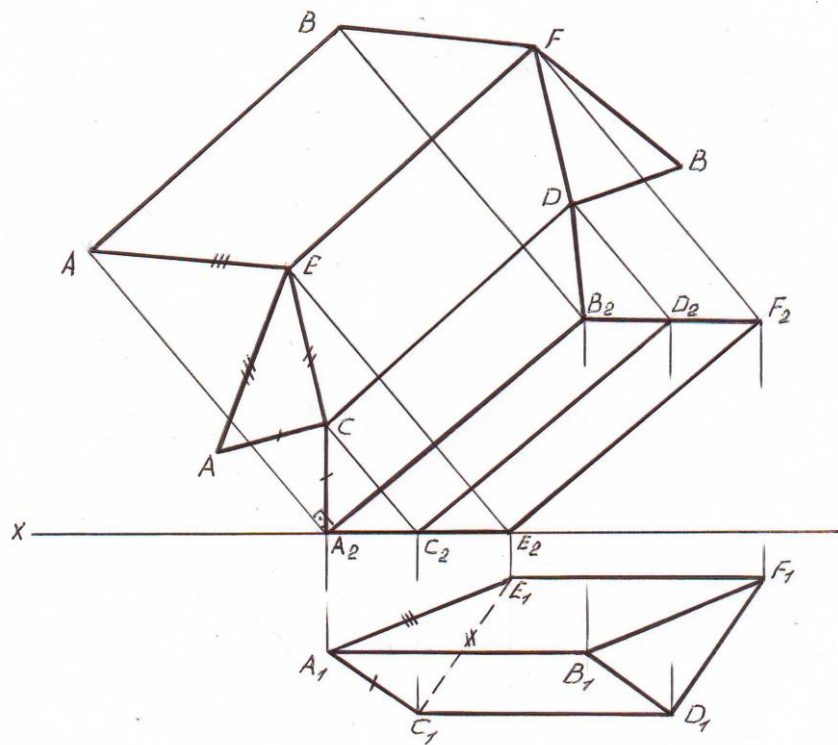


Рисунок 64 – Построение развертки призмы методом раскатки

Развертка пирамиды. Развертка пирамиды строится в следующей последовательности (рисунок 65):

1. Определяем методом вращения натуральную величину всех ребер основания пирамиды;
2. Первое ребро пирамиды проводится произвольно на свободном поле чертежа и к нему последовательно с помощью засечек пристраивают грани пирамиды и ее основание.

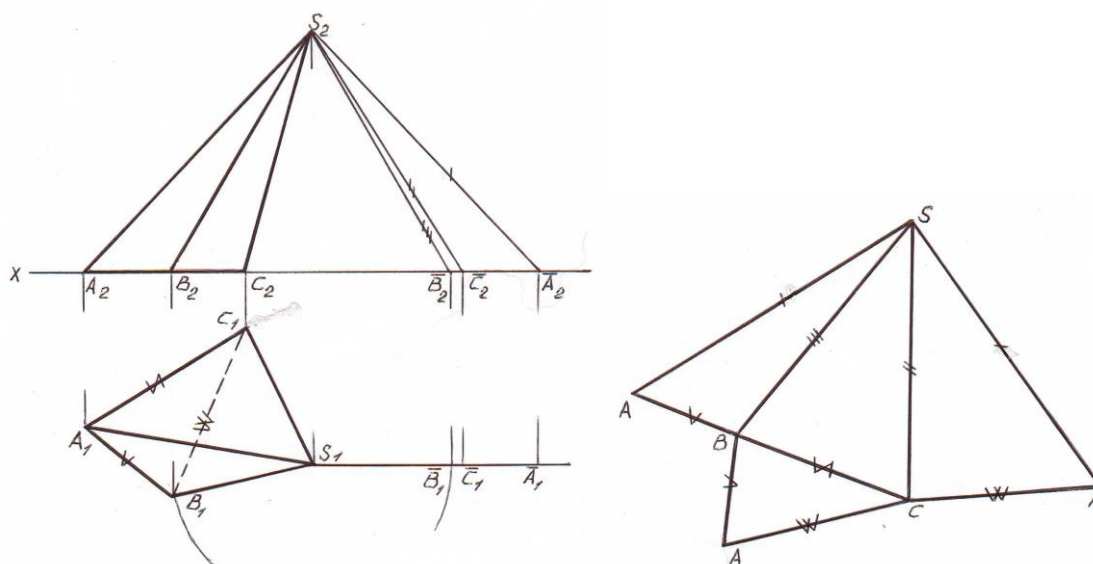


Рисунок 65 – Построение развертки пирамиды

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое развертка многогранника?
2. Какие способы построения разверток призмы вы знаете?
3. В какой последовательности строится развертка призмы способом нормального сечения?
4. В какой последовательности строится развертка призмы способом раскатки?
5. В какой последовательности строится развертка пирамиды?
6. Построить полную развертку призмы. Данные для своего варианта взять из таблицы 29. Примеры решения задачи приведены на рисунках 63 и 64.
7. Построить полную развертку пирамиды. Данные для своего варианта взять из таблицы 30. Пример решения задачи приведен на рисунке 65.

Литература: [1, 3, 4]

ПЗ 14 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ ПЛОСКОСТЬЮ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме на примерах решения конкретных задач освоить правила построения линии пересечения поверхностей вращения с плоскостью.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В пересечении поверхностей вращения плоскостью в общем случае получается плоская кривая линия (окружность, эллипс и т.п.). При пересечении линейчатых поверхностей плоскостями могут получаться, в частности, и прямые линии, если секущая плоскость направлена вдоль образующих (цилиндра, конуса и др.). Основным способом построения точек, принадлежащих линии пересечения поверхности с плоскостью является способ вспомогательных секущих плоскостей. Вспомогательная плоскость пересекает секущую плоскость по прямой, а заданную поверхность по некоторой прямой или кривой линии. Точки пересечения этих линий и будут искомыми точками, принадлежащими поверхности и секущей плоскости.

При пересечении цилиндра вращения плоскостью, параллельной оси вращения, получается пара прямых (рисунок 66в). Если секущая плоскость перпендикулярна к оси вращения, в результате сечения цилиндра этой плоскостью получается окружность (рисунок 66а). В общем случае, когда секущая плоскость наклонена к оси вращения цилиндра, в сечении получается эллипс (рисунок 66б).

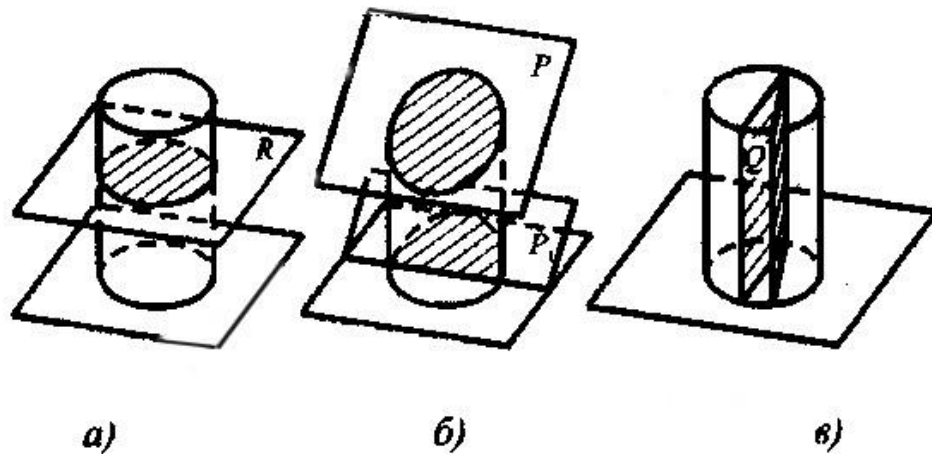


Рисунок 66 – Сечения цилиндра разными плоскостями

При пересечении **конуса** различными плоскостями образуется **пять** плоских фигур (рисунок 67): **окружность** – если секущая плоскость перпендикулярна оси вращения (рисунок 67, 1); **треугольник** (две прямые) – если плоскость проходит через вершину конуса (рисунок 67, 2); **эллипс** – если плоскость пересекает все образующие (рисунок 67, 3); **гипербола** – если плоскость параллельна двум образующим (рисунок 67, 4); **парабола** – если плоскость параллельна одной образующей (рисунок 67, 5).

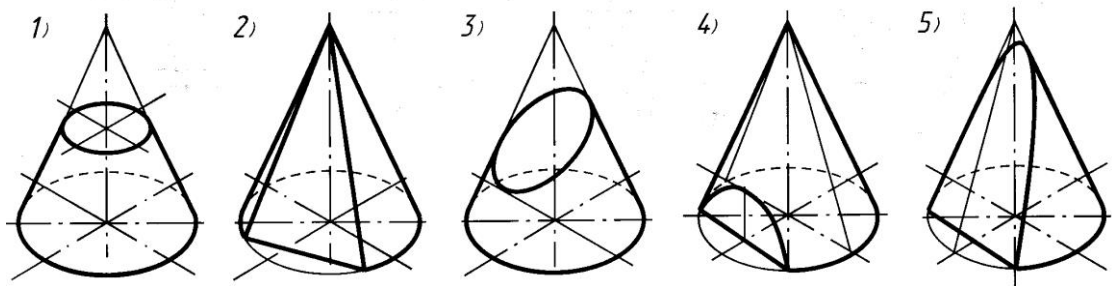


Рисунок 67 — Сечения конуса

При пересечении **сферы** различными плоскостями образуется **одна** плоская фигура – **окружность**, которая проецируется на плоскости проекций или в окружность, или в эллипс.

Эллипс, парабола и гипербола являются лекальными кривыми второго порядка, построение которых осуществляется по множеству точек. Для определения этих точек, принадлежащих одновременно секущей плоскости и поверхности вращения, вводятся вспомогательные плоскости частного положения. Эти плоскости выбирают так, чтобы они пересекали тело вращения или по окружности, или по прямоугольнику, или по треугольнику,

а секущую плоскость по линиям уровня (по горизонтали или фронтоли). В пересечении этих фигур и линий уровня определяются искомые точки.

Построение кривых начинают всегда с определения *характерных* точек: *вышей* и *нижней*, лежащих на линии наибольшего ската секущей плоскости; *видимости*, лежащих на главном меридиане тела вращения; *ближней и дальней*, лежащих на профильных образующих тела вращения. Затем находят несколько промежуточных точек.

На рисунке 68 показано построение проекции и натуральной величины фигуры сечения конуса плоскостью общего положения Р.

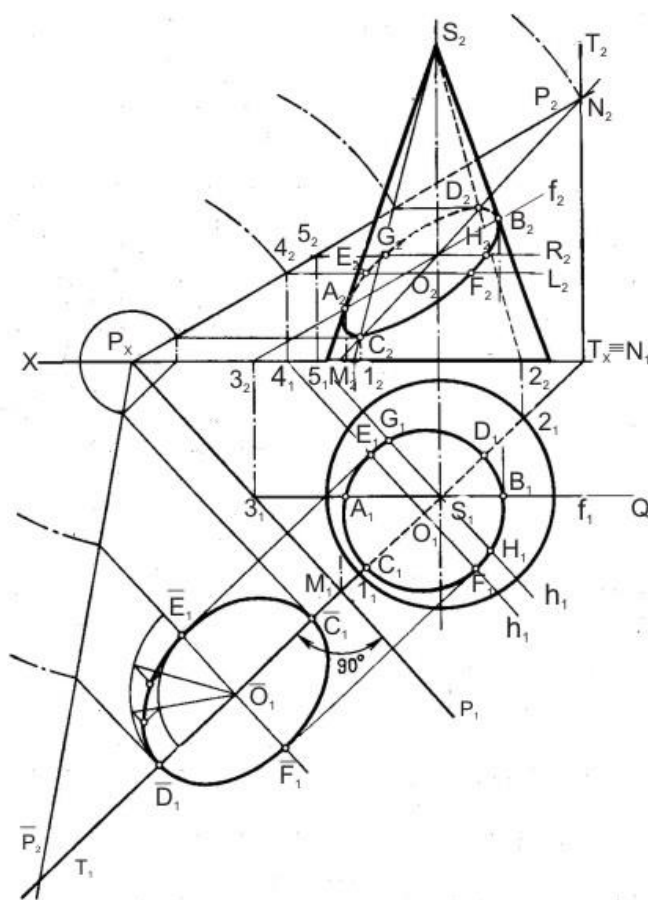


Рисунок 68 — Построение сечения конуса плоскостью

Вводим через ось конуса S горизонтально-проецирующую плоскость T , перпендикулярную к плоскости P . Плоскость T пересекает конус по треугольнику $1S2$, а плоскость P – по линии наибольшего ската MN . На пересечении $1_2S_22_2$ и M_2N_2 получаем низшую C_2 и высшую D_2 точки линии

пересечения, их горизонтальные проекции C_1 и D_1 определяем на проекции M_1N_1 . Для нахождения точек видимости A и B через ось конуса S вводим фронтальную плоскость Q , которая пересечет конус по крайним образующим, а плоскость P – по фронтали (f_1, f_2). На их пересечении получаем еще две точки (A_1, A_2) и (B_1, B_2) линии пересечения. Для нахождения промежуточных точек вводим горизонтальные плоскости L и R , которые пересекают конус по окружностям, а плоскость P – по горизонталям $4h$ и $5h$. На их пересечении получаем точки E, F, G и H . Через одноименные проекции точек с учетом видимости проводим плавные кривые – эллипсы. Участок A_2, E_2, G_2, D_2, B_2 – невидимый.

Натуральная величина эллипса может быть найдена методом совмещения плоскости P с горизонтальной плоскостью проекций Π_1 (вращение вокруг горизонтального следа; смотри пример 16 части 1). Точки, $\bar{C}_1, \bar{D}_1, \bar{E}_1, \bar{F}_1$ получены совмещением горизонталей. Промежуточные точки построены по большой CD и малой EF осям.

Задачу можно решить и другим способом:– преобразовав плоскость P во фронтально-проецирующую методом перемены плоскостей проекций.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Как строится кривая линия при пересечении кривой поверхности плоскостью?
2. Какие линии получаются при пересечении цилиндра плоскостями?
3. Как надо провести плоскость, чтобы пересечь конус по прямым линиям? Какие кривые получаются при пересечении конуса плоскостями?
4. Что представляют собой кривые на гайке с конической фаской?
5. Какие точки называются характерными?
6. Какие вспомогательные плоскости надо использовать при построении сечений?

7. На рисунке 69 построить сечение цилиндра плоскостью P и найти натуральную величину фигуры сечения (данные из таблицы 30).

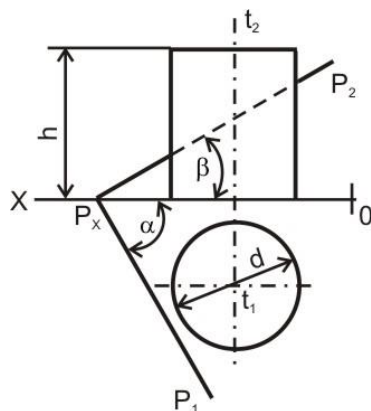


Рисунок 69 — Сечение цилиндра плоскостью

8. На рисунке 70 построить сечение конуса плоскостью, заданной горизонталью AC и фронталью AB . Диаметр основания конуса равен 50 миллиметров. При решении использовать метод перемены плоскостей проекций (данные из таблицы 31).

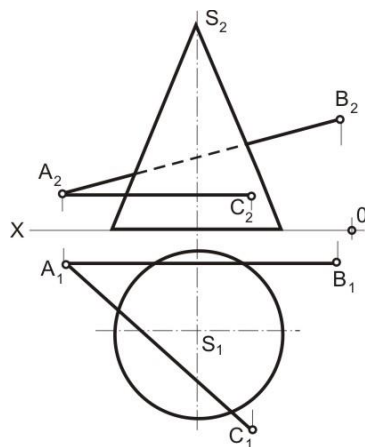


Рисунок 70 — Сечение конуса плоскостью

9. На рисунке 71 построить сечение сферы плоскостью P . Диаметр сферы равен 50 миллиметров. При решении использовать метод плоскопараллельного перемещения (данные из таблицы 33).

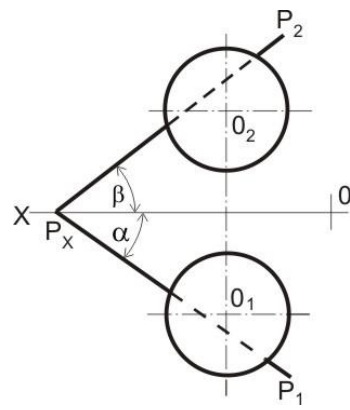


Рисунок 71 — Сечение сферы плоскостью

Литература: [1, 3, 4]

ПЗ 15 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ ПРЯМОЙ ЛИНИЕЙ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме на примерах решения конкретных задач выучить правила построения точек пересечения прямой линии с поверхностями вращения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для того чтобы найти точки пересечения прямой с поверхностью, поступают так же, как и при нахождении точки пересечения прямой с плоскостью. Заданную прямую заключают во вспомогательную проецирующую плоскость и находят фигуру сечения заданной поверхности и вспомогательной плоскости. Точки пересечения заданной прямой и фигуры сечения и будут искомыми точками. Вспомогательную плоскость следует выбирать такую, которая в пересечении с телами вращения дает простые фигуры – треугольник, прямоугольник или окружность.

Для нахождения точек пересечения прямой АВ с поверхностью прямого конуса (рисунок 72) заключаем прямую АВ в плоскость Р, проходящую через вершину S конуса (рисунок 72а). Эта плоскость пересекает конус по треугольнику 1S2, определяемому по горизонтальному следу Р₁. В пересечении треугольника и прямой определяем искомые точки К и Е.

При решении на эпюре (рисунок 72б) плоскость Р задаем двумя пересекающимися прямыми АВ и SC. В данном примере прямая SC это горизонталь (можно и любую прямую общего положения).

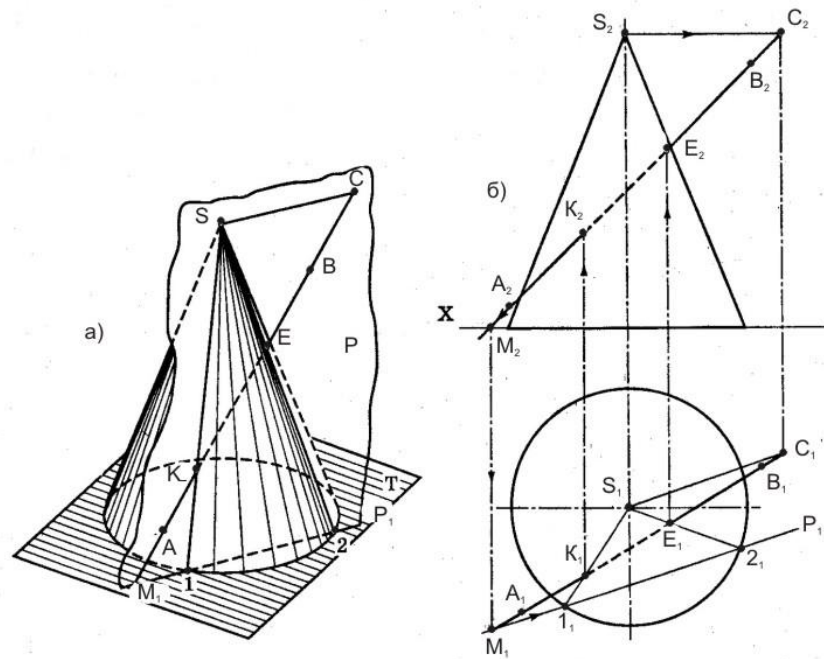


Рисунок 72 — Пересечение конуса прямой

Затем находим горизонтальный след M_1 прямой AB и через него проводим горизонтальный след P_1 плоскости P параллельно горизонтальной проекции горизонтали S_1C_1 . Точки 1_1 и 2_1 , пересечения следа P_1 с основанием конуса определяют образующие 1_1S_1 и 2_1S_1 , по которым вспомогательная плоскость P пересекает конус (треугольник сечения). На пересечении этих образующих с A_1B_1 находим искомые точки K (K_1, K_2) и E (E_1, E_2). Если бы след P_1 не пересек основание, то следует вывод, что прямая не пересекает конус.

Для нахождения точек пересечения прямой AB с поверхностью наклонного цилиндра (рисунок 73) заключаем прямую AB в плоскость P , параллельную оси цилиндра. Для этого проводим прямую BC (B_1C_1, B_2C_2), параллельную оси цилиндра. То есть плоскость P задана двумя пересекающимися прямыми AB и BC .

Затем находим горизонтальные следы M_1^1 и M_1^2 этих прямых и через них проводим горизонтальный след P_1 . Точки 1_1 и 2_1 определяют образующие, по которым плоскость P пересекает цилиндр (прямоугольник сечения). Пересечение этих образующих с прямой AB определяет искомые точки K и E .

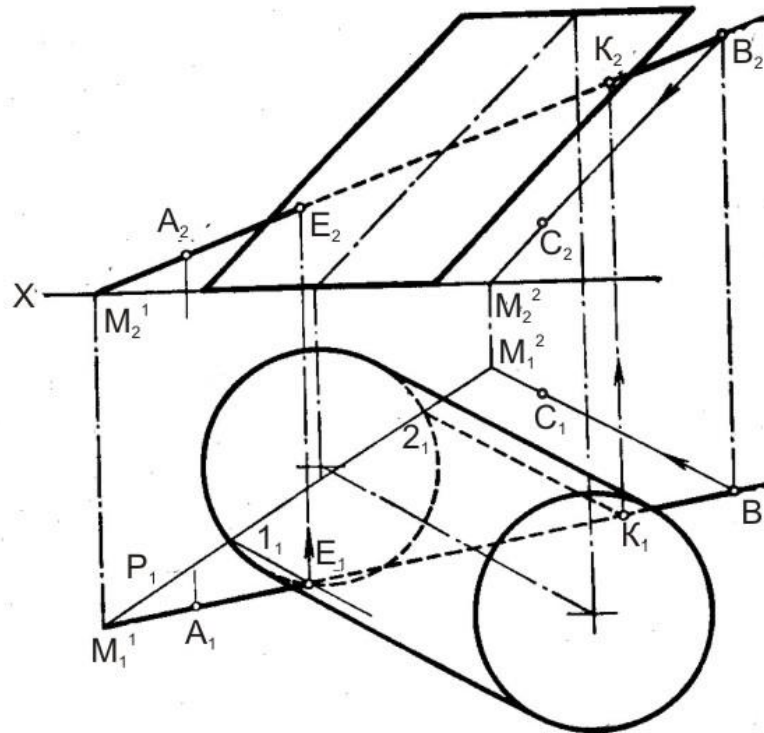


Рисунок 73 — Пересечение цилиндра прямой

Для нахождения точек пересечения прямой AB со сферой (рисунок 74) можно использовать любой способ преобразования эюра. Рассмотрим способ перемены плоскостей проекций. Сначала прямую AB преобразуем во фронталь. Для этого вводим новую фронтальную плоскость Π_4 , параллельно AB , совместив ось X_1 с проекцией A_1B_1 . Переносим координаты Z с плоскости Π_2 на Π_4 и строим проекции прямой A_4B_4 и центра сферы O_4 (по стрелкам).

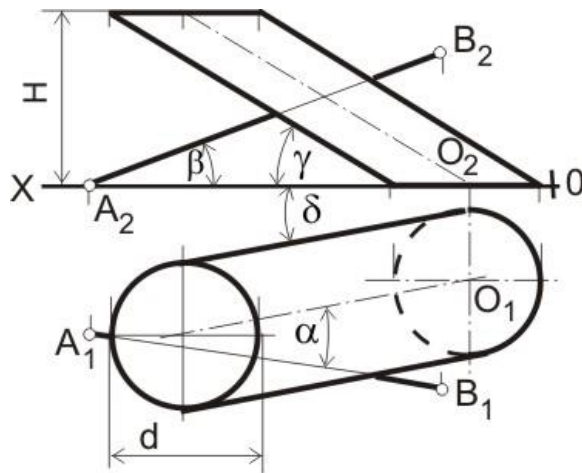
Затем заключаем прямую АВ в горизонтально-проецирующую плоскость Т, совместив ее след Т₁ с осью Х₁. Плоскость Т пересекает сферу по окружности радиуса R₁=1/2. Пересечение этой окружности с А₄В₄ определяет искомые точки К₄ и Е₄. Обратным построением находим их горизонтальные и фронтальные проекции.

1. В чем заключается общий прием построения точек пересечения прямой линии с кривой поверхностью?

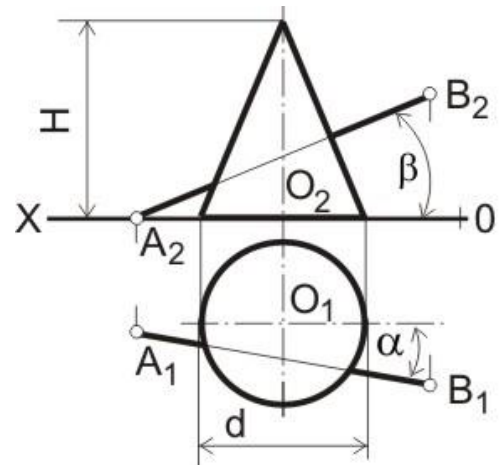
3. Как провести секущую вспомогательную плоскость при пересечении цилиндра прямой линией, чтобы получить на поверхности цилиндра прямые линии?

4. Каким методом можно построить точки пересечения прямой линии с поверхностью сферы?

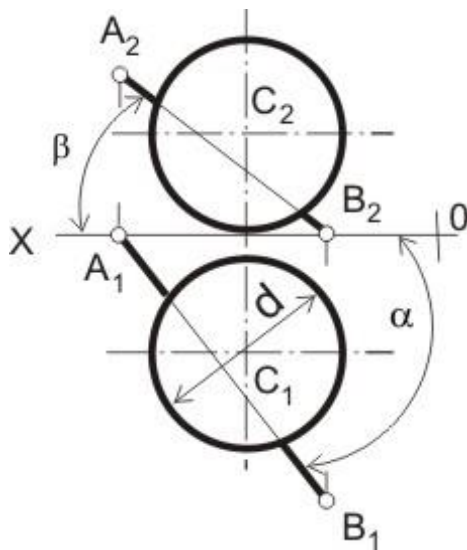
5. На рисунке 75 определить: пересекает или нет прямая АВ тела вращения? Если пересекает, то построить точки входа и выхода на цилиндре, конусе, сфере и торе (данные из таблицы 34).



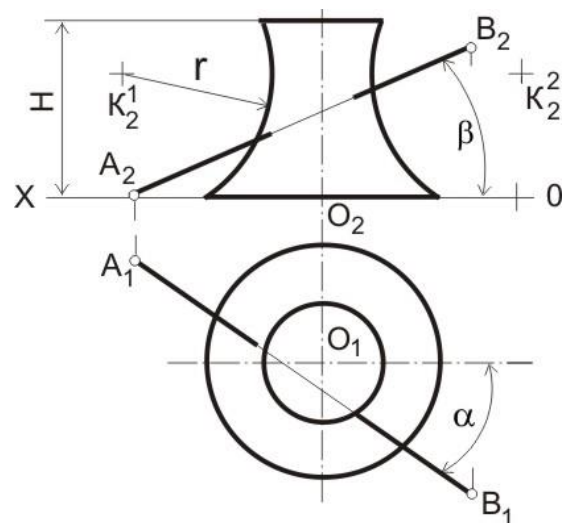
Цилиндр



Конус



Сфера



Тор

Рисунок 75 — Тела вращения

Литература: [1, 3, 4]

ПЗ 16 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

Цель работы: в результате выполнения данной лабораторной работы студент должен овладеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей.

Организационная форма занятия: в активной форме, на примерах конкретных задач, освоить различные способы построения линии пересечения двух поверхностей вращения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Линией пересечения двух кривых поверхностей второго порядка является пространственная кривая четвертого порядка. Для ее построения нужно найти ряд общих точек, принадлежащих им, и соединить их плавной кривой с учетом видимости. При построении точек сначала находят *характерные* точки.

Способ вспомогательных секущих плоскостей

Этот способ применяют тогда, когда секущие плоскости, пересекая поверхности тел, дают прямые линии или окружности. Секущие плоскости могут быть как плоскостями общего положения (при пересечении двух наклонных цилиндров, или двух наклонных конусов, или наклонных конуса и цилиндра), так и плоскостями частного положения, параллельными P_1 , P_2 или P_3 , (при пересечении тел вращения с проецирующими осями).

Для того чтобы найти произвольную точку линии пересечения (рисунок 76) вводят горизонтальную вспомогательную плоскость P , перпендикулярную к их осям (рисунок 76а), или им параллельную (рисунок 76б). Плоскость P пересекает цилиндр и конус по окружностям A и B , а сферу и цилиндр по окружности C и прямым D . Точки M и N пересечения этих линий являются искомыми точками линии пересечения. Вводя

несколько вспомогательных плоскостей, можно найти необходимое количество точек.

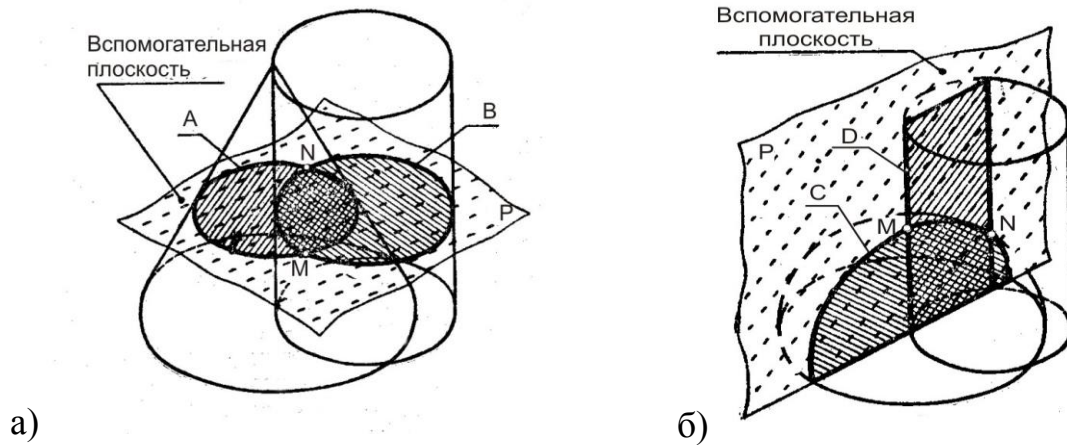


Рисунок 76 — Вспомогательные секущие плоскости

Способ вспомогательных concentric секующих сфер

Этот способ применяют тогда, когда оба тела являются телами вращения; оси этих тел пересекаются и параллельны одной из плоскостей проекций; тела имеют общую плоскость симметрии (рисунок 77). В этом случае сфера 1, описанная из точки О пересечения осей, имеет общую ось вращения с каждым телом (конус, цилиндр, сфера и тор) и образует с каждым из них **соосную поверхность**. А соосные поверхности всегда пересекаются по окружности, перпендикулярной оси вращения и проходящей через точки пересечения меридианов. Эта окружность проецируется на плоскость проекций, параллельную осям, в виде прямой линии (на рисунке это окружности пересечения). Взаимное пересечение этих окружностей на сфере 1 определяет искомые точки линии пересечения заданных тел. Проекции линии пересечения получаются всегда в пределах общей части проекций обеих поверхностей. На рисунке 78 показан вариант неполного пересечения поверхностей Г и Ф, называемый **врезка**.

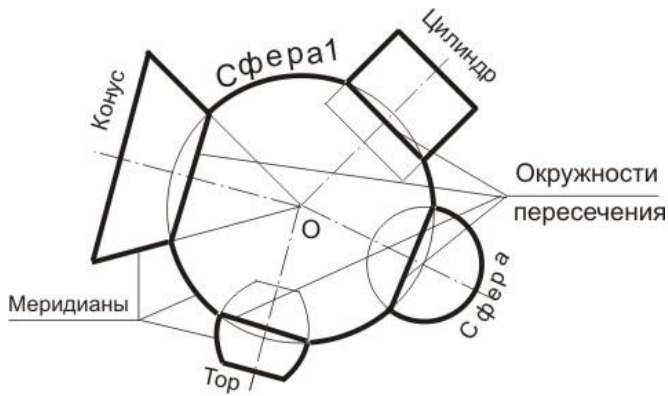


Рисунок 77 — Соосные тела

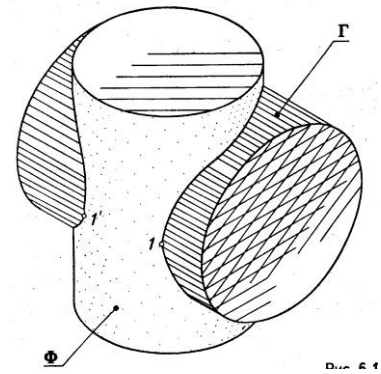


Рисунок 78 — Врезка

Построение проекции линии пересечения поверхностей конуса и полуцилиндра при их полном проницании методом вспомогательных секущих плоскостей показано на рисунке 79.

Вначале строятся характерные (опорные) точки. Высшие А и В точки определяются по пересечению меридианов на фронтальной проекции A_2 и B_2 . Их горизонтальные проекции A_1 и B_1 проецируются на ось цилиндра. Низшие С и D точки по пересечению очерков на профильной проекции C_3 и D_3 .

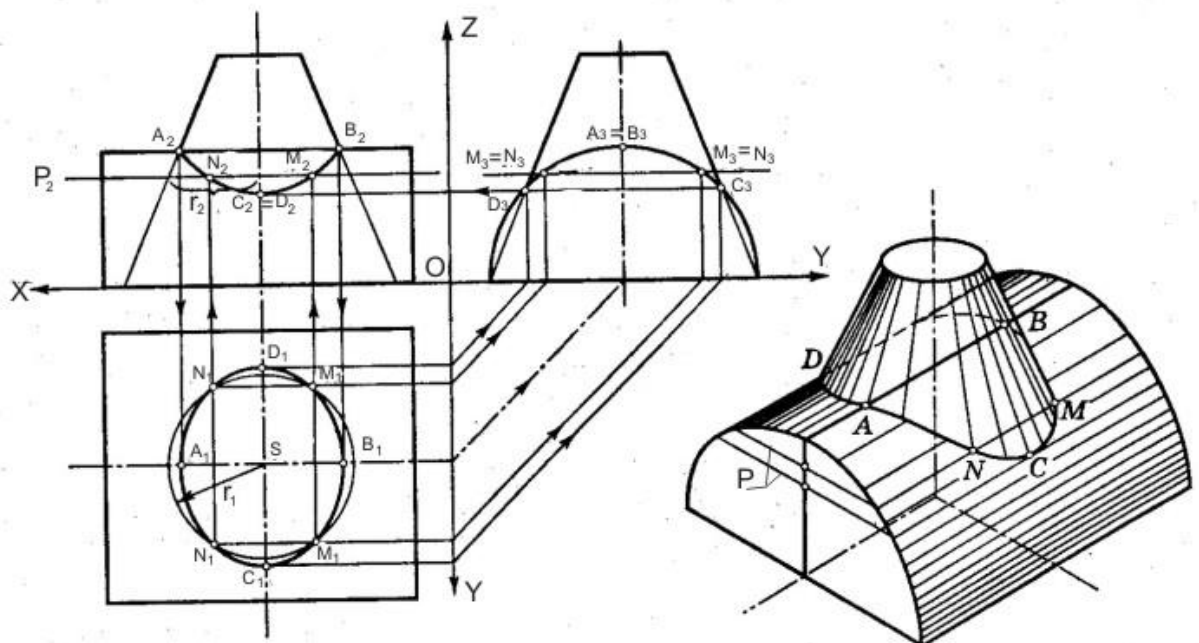


Рисунок 79 — Пересечение конуса и полуцилиндра

Теперь находим промежуточные точки М и N. Для этого вводим горизонтальную плоскость Р (P_2). Эта плоскость пересекает конус по окружности радиуса r (r_1, r_2), а полуцилиндр по прямым (образующим), которые определяются на профильной проекции. Пересечение этих фигур на горизонтальной проекции дает точки M_1 и N_1 . Фронтальные проекции этих точек строим с помощью вертикальных линий связи на следе P_2 . Аналогично находятся еще ряд точек. Соединив полученные точки плавной кривой, получаем проекции линии пересечения, все точки которой являются видимыми.

На рисунке 80 показано построение проекции линии пересечения цилиндра и тора при их неполном проницании (*врезка*).

Фронтальная проекция линии пересечения совпадает с окружностью цилиндра. Для построения горизонтальной проекции в этом примере, как и в предыдущем, необходимо использовать горизонтальные секущие плоскости Р, Т и Q. Каждая из них пересекает тор по окружности, а цилиндр по прямым (образующим). Точки $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1, 7_1$ и 8_1 пересечения окружностей и прямых, лежащих в одной плоскости, определяют искомую проекцию линии пересечения. При этом плоскость Р делит цилиндр на видимую (верхнюю) и невидимую (нижнюю) части, а точки 3 и 4 являются точками видимости. Участок $3_1, 1_1, 4_1$ видимый.

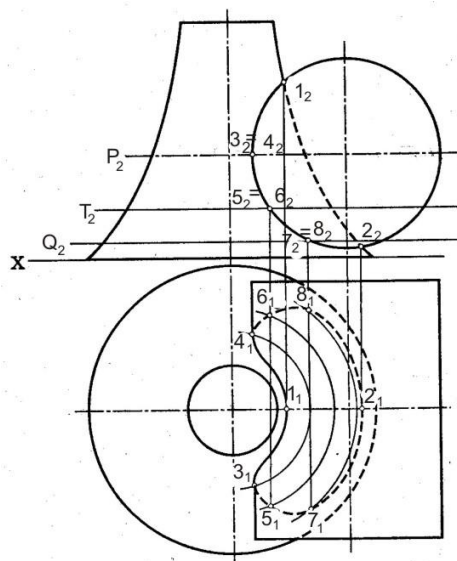


Рисунок 80 — Пересечение тора и цилиндра

Построение проекции линии пересечения конуса и цилиндра методом вспомогательных концентрических сфер показано на рисунке 81

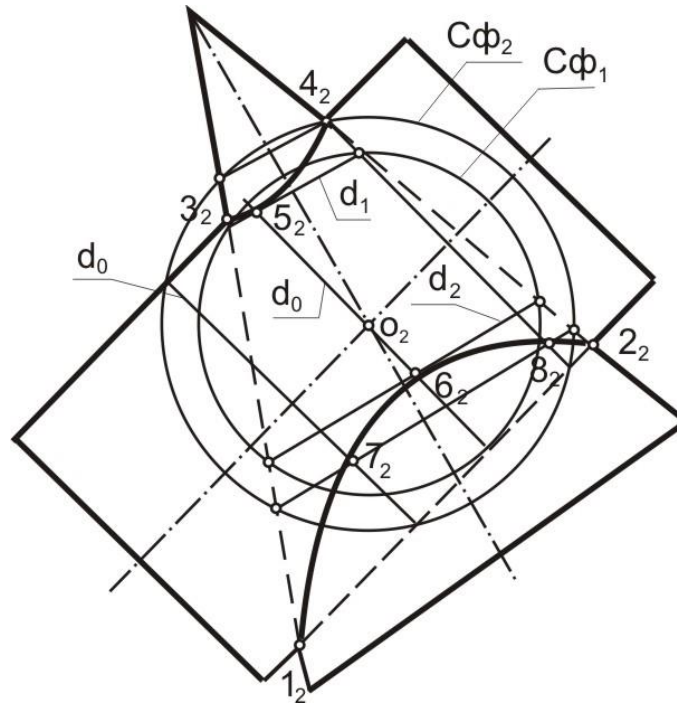


Рисунок 81 — Пересечение конуса и цилиндра

В данном примере плоскости, перпендикулярные к оси вращения одной из поверхностей, непригодны в качестве секущих вспомогательных: они пересекут другую поверхность по эллипсам. Задача решается путем сечения этих тел вспомогательными секущими концентрическими сферами с центром в точке O пересечения их осей вращения.

Сначала отмечаем опорные точки 1_2 , 2_2 , 3_2 и 4_2 , лежащие на пересечении меридианов конуса и цилиндра. Затем из центра O_2 вписываем минимальную сферу $C\phi_1$, касающуюся образующих цилиндра. Эта сфера касается цилиндра по окружности d_0 , а конус пересекает по окружностям d_1 и d_2 . Эти окружности, лежащие на одной сфере, пересекаются в точках 5_2 и 6_2 . Затем проводим сферу $C\phi_2$ большего диаметра и на пересечении соответствующих окружностей находим точки 7_2 и 8_2 . Для более точного построения линии пересечения аналогично вводятся еще сферы, но не больше радиуса $O_2 1_2$. Соединив найденные точки плавной кривой, получим проекции линии пересечения.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какова последовательность построения проекций линии пересечения двух поверхностей вращения в общем случае?
2. Когда целесообразно использовать в качестве посредников плоскости общего положения?
3. Когда используются для решения задач плоскости частного положения?
4. Когда используется способ секущих сфер?
5. Как определяется видимость линии пересечения поверхностей на проекциях?
6. На рисунке 82 построить проекции линии пересечения заданных поверхностей методом вспомогательных секущих плоскостей и определить их видимость (данные из таблицы 35).

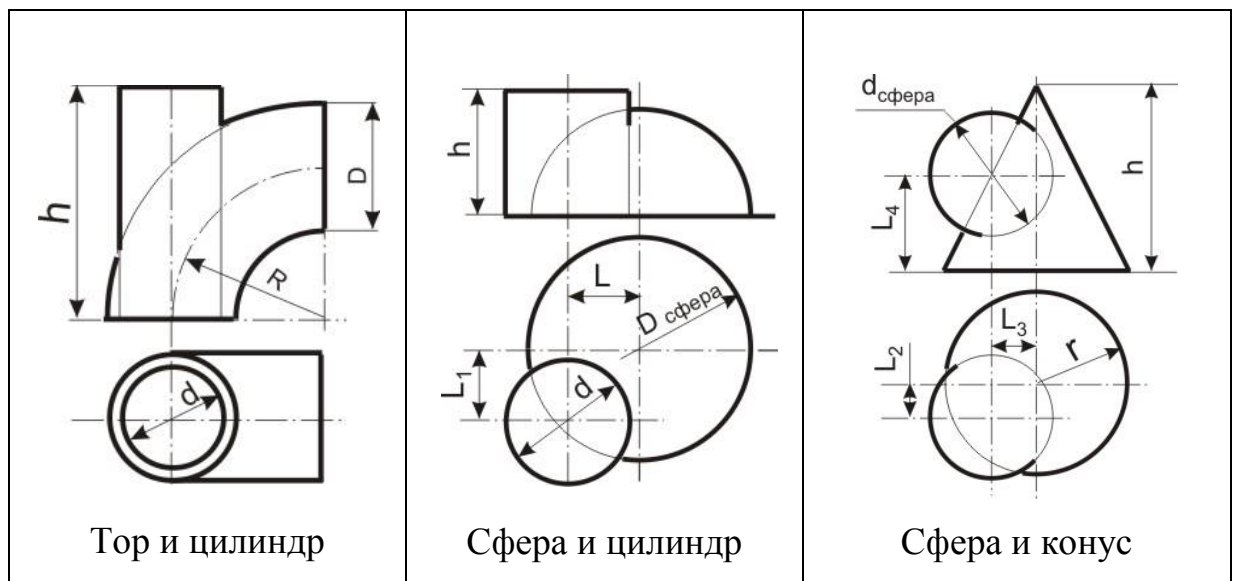


Рисунок 82 — Пересечение поверхностей вращения

7. На рисунках 83–88 построить проекции линии пересечения заданных поверхностей методом вспомогательных секущих концентрических сфер и определить их видимость. Оси тел пересекаются.

Варианты: 1,7,13,19,25

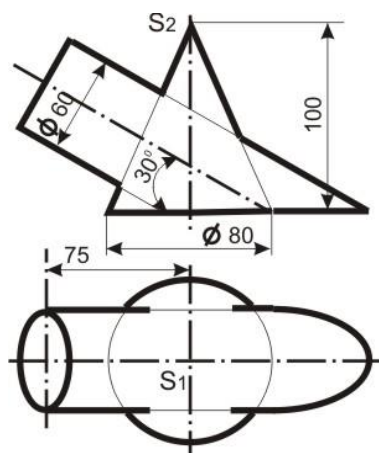


Рисунок 83 — Цилиндр и конус

Варианты: 2,8,14,20,26

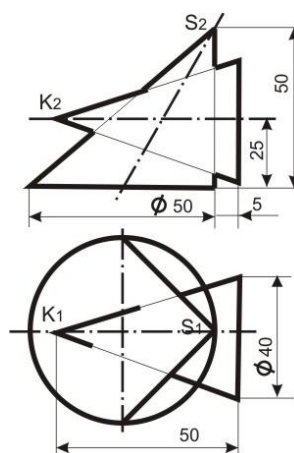


Рисунок 84 — Два конуса

Варианты: 3,9,15,21,27

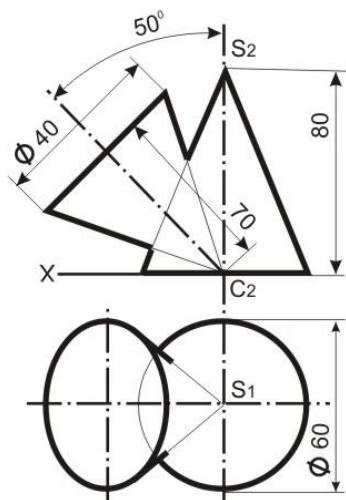


Рисунок 85 — Оси конусов // Π_2

Варианты: 4,10,16,22,28

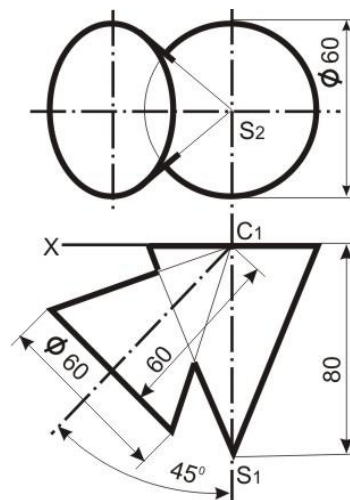


Рисунок 86 — Оси конусов // Π_1

Варианты: 5,11,17,23,29

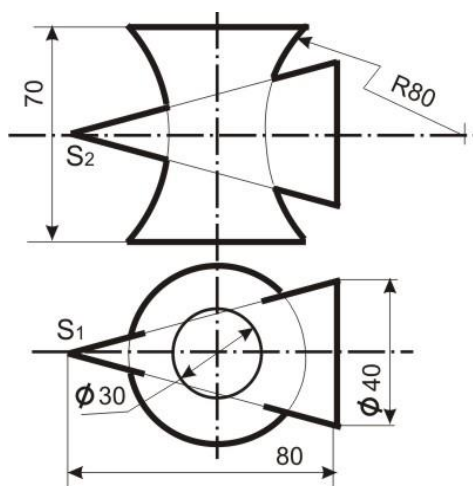


Рисунок 87 — Тор (глобoid) и конус

Варианты: 6,12,18,24,30

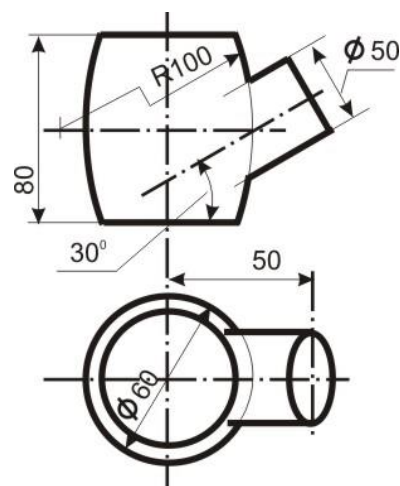


Рисунок 88 — Тор (бочка) и цилиндр

Литература: [1, 3, 4]

ГЛОССАРИЙ

Проецирующие прямые – прямые, проходящие через центр проекции и проецируемые точки.

Прямоугольная (ортогональная) проекция точки – это основание перпендикуляра, проведенного из точки на плоскость проекций.

Прямая общего положения – прямая не параллельная ни к одной из плоскостей проекций.

Прямая частного положения – прямая, параллельная одной или двум плоскостям проекций.

Горизонтальная прямая – прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций.

Фронтальная прямая – прямая, параллельная фронтальной плоскости проекций.

Профильная прямая – прямая, параллельная профильной плоскости проекций.

Проецирующие прямые – прямые, перпендикулярные плоскостям проекций.

Плоскость общего положения – плоскость не перпендикулярная ни к одной из плоскостей проекций.

Горизонтально-проецирующая плоскость – это плоскость, перпендикулярная к горизонтальной плоскости проекций.

Фронтально-проецирующая плоскость – это плоскость, перпендикулярная к фронтальной плоскости проекций.

Профильно-проецирующая плоскость – это плоскость, перпендикулярная к профильной плоскости проекций.

След плоскости – это линия пересечения плоскости с плоскостью проекций.

Линии наибольшего наклона плоскости – это прямые, лежащие в плоскости и перпендикулярные к ее горизонталям, или к ее фронталям, или к ее профильным прямым.

Перспектива – наука об изображении предметов и различных объектов на плоскости или любой другой поверхности в соответствии с теми кажущимися сокращениями размеров, изменениями очертаний формы и светотеневых отношений, которые наблюдаются в действительности.

Масштаб уклона (падения) плоскости – это проградуйрованная проекция линии наибольшего ската плоскости.

Направление простираения плоскости – это правое направление горизонталей, если смотреть в сторону увеличения отметок.

Угол простираения плоскости – это угол φ , который отсчитывается от северного конца меридиана против часовой стрелки до направления простираения.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с. - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 350-351..
2. Брачихин А.А., Врублевская С.С., Владыкина Ю.А., Дрей Л.С. Начертательная геометрия и инженерная графика: учебник, электронное
3. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшее образование, 2009. - 471 с. : ил. - (Основы наук) - Гриф: Рек. МО. - Библиогр.: с. 465-466.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 – Данные для решения задачи 1 (мм)

№ варианта	Координаты точки А			Координаты точки В		
	x	y	z	x	y	z
1, 17	30	- 28	18	22	0	35
2, 18	15	30	- 25	35	- 25	0
3, 19	35	- 20	- 15	10	0	- 30
4, 20	35	- 20	25	0	42	35
5, 21	18	- 30	- 30	23	0	30
6, 22	12	30	- 25	0	- 14	30
7, 23	30	34	35	40	24	0
8, 24	20	40	16	30	0	-20
9, 25	25	- 20	30	0	15	- 25
10, 26	25	34	- 20	15	25	0
11, 27	15	25	- 25	40	0	10
12, 28	20	24	- 14	10	- 30	0
13, 29	16	32	16	0	- 35	10
14, 30	40	- 30	- 25	15	0	0
15, 31	27	30	- 18	40	- 16	0
16, 32	17	26	30	0	15	-30

Таблица 2 – Данные для решения задачи 2 (мм)

№ варианта	Координаты точки А			Элемент симметрии
	x	y	z	
1, 17	30	- 28	18	ось X
2, 18	15	30	- 25	плоскость Π_1
3, 19	35	- 20	- 15	плоскость Π_2
4, 20	35	- 20	25	плоскость Π_2
5, 21	18	- 30	- 30	ось X

6, 22	12	30	- 25	плоскость Π_1
7, 23	30	34	35	плоскость Π_2
8, 24	20	40	16	ось X
9, 25.	25	- 20	30	плоскость Π_2
10, 26	25	34	- 20	плоскость Π_1
11, 27	15	25	- 25	плоскость Π_1
12, 28	20	24	- 14	ось X
13, 29	16	32	16	плоскость Π_2
14, 30	40	- 30	- 25	ось X
15, 31	27	30	- 18	плоскость Π_1
16, 32	17	26	30	ось X

Таблица 3 – Данные для решения задачи 1 (мм)

№ варианта	Координаты точки А			Координаты точки В			Координаты точки С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1, 17	30	15	10	18	18	27	60	35	8
2, 18	45	30	27	25	30	28	55	8	5
3, 19	15	22	15	22	30	35	45	10	12
4, 20	30	30	12	22	18	30	75	- 15	15
5, 21	15	- 7	20	12	- 42	38	45	- 22	8
6, 22	60	15	30	15	18	- 18	60	- 50	12
7, 23	60	21	20	15	- 30	-30	45	- 5	-10
, 24	30	- 50	50	10	35	33	45	9	15
9, 25	15	- 30	- 16	15	- 10	50	65	9	15
10, 26	45	25	30	22	- 25	- 25	65	7	- 7
11, 27	30	12	15	30	40	45	75	7	15
12, 28	65	35	20	45	20	40	7	50	10
13, 29	15	- 25	- 25	35	6	15	80	27	55
14, 30	37	- 20	- 18	25	33	37	65	15	8

15, 31	55	- 22	- 30	35	6	45	80	37	- 15
16, 32	50	7	45	75	- 20	45	22	0	15

Таблица 4 – Данные для решения задачи 2 (мм)

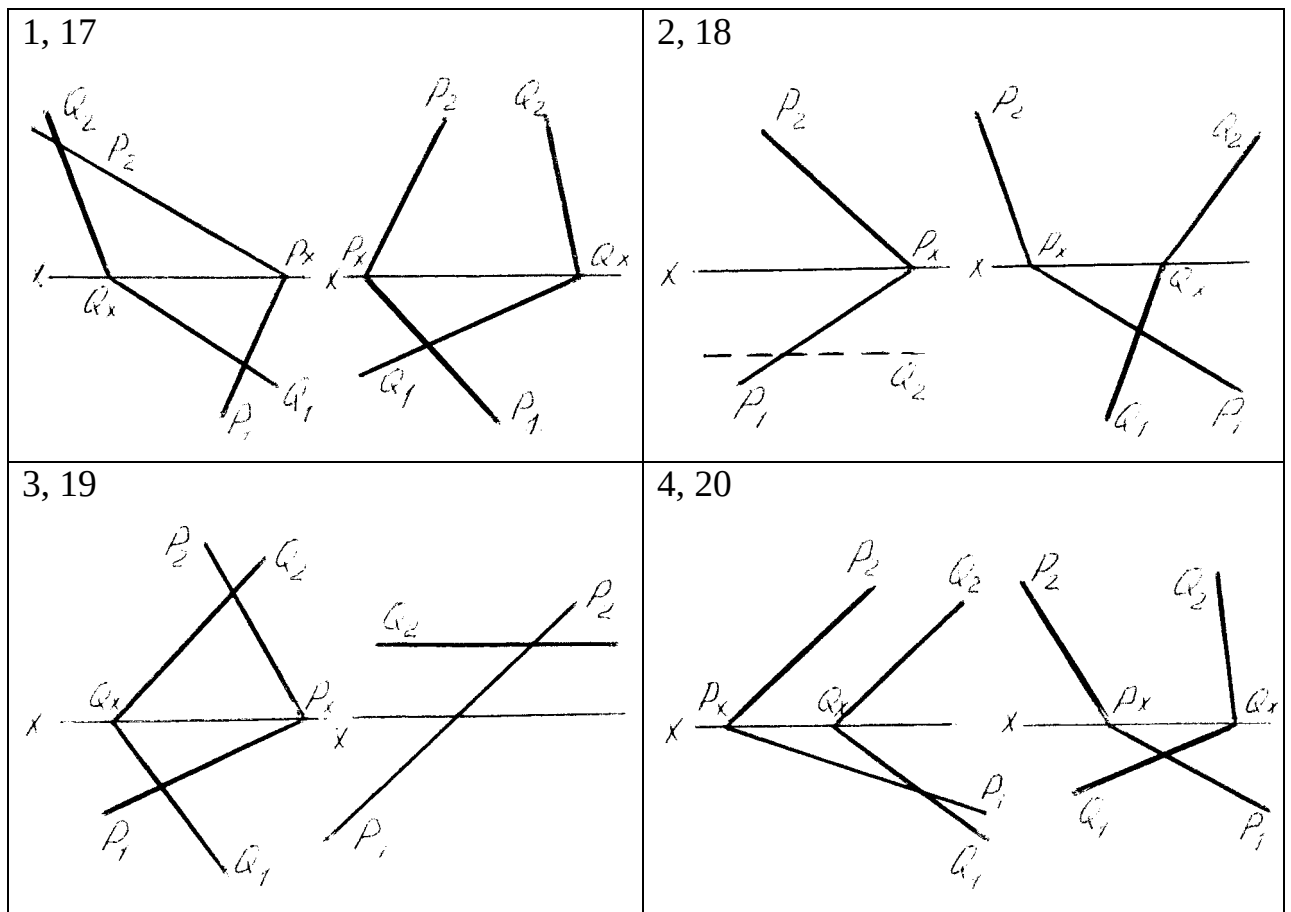
№ варианта	Координаты точки А			Координаты точки В			Отношение АС:СВ
	х	у	z	х	у	z	
1, 17	65	- 12	12	15	18	24	1:3
2, 18	70	- 18	37	30	18	- 30	2:3
3, 19	45	25	30	20	8	10	1:3
4, 20	70	14	- 30	30	- 18	- 14	1:4
5, 21	30	- 10	45	70	-25	- 25	2:3
6, 22	50	20	10	15	5	30	1:2
7, 23	55	0	-37	10	26	- 55	1:5
8, 24	60	8	10	15	45	30	1:6
9, 25	55	20	10	15	5	22	1:2
10, 26	48	10	22	17	26	5	1:3
11, 27	60	- 9	- 5	15	- 24	- 28	2:5
12, 28	55	8	10	20	20	35	1:4
13, 29	70	- 15	- 8	15	- 30	- 35	3:4
14. 30	22	0	30	65	30	- 15	2:5
15, 31	60	34	22	15	7	8	1:2
16, 32	75	- 16	37	25	35	- 8	2:5

Таблица 5 – Данные для решения задачи 3 (мм)

№ варианта	Координаты точки А			Координаты точки В			Координаты точки С		
	х	у	z	х	у	z	х	у	z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1, 17	75	12	- 30	15	12	0	60	37	27
2, 18	75	5	8	22	15	8	60	30	30
3, 19	70	- 18	- 21	25	- 18	37	55	- 30	- 30
4, 20	25	- 15	- 14	65	47	- 14	40	45	12

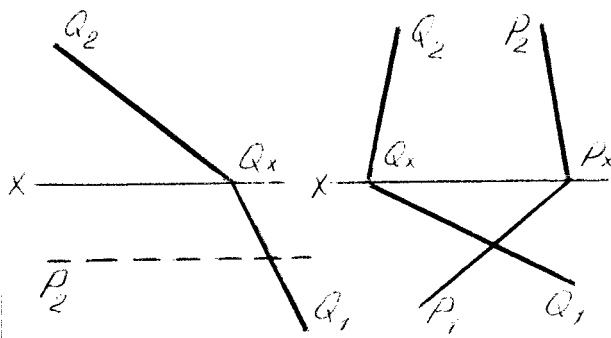
5, 21	60	18	10	15	18	30	55	- 25	45
6, 22	65	14	- 24	25	14	- 45	45	50	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7, 23	15	- 24	- 6	65	- 24	- 18	45	30	12
8, 24	70	- 10	20	20	- 30	20	40	17	8
9, 25	65	12	- 23	25	12	45	37	45	20
10, 26	22	5	15	75	30	15	30	30	37
11, 27	67	45	14	15	15	14	35	37	6
12, 28	70	15	18	22	15	30	30	- 18	37
13, 29	75	20	15	25	20	45	37	30	21
14, 30	70	22	15	20	22	35	40	30	- 7
15, 31	20	15	22	70	15	45	40	45	10
16, 32	65	- 18	- 15	30	- 40	- 15	45	30	18

Таблица 6 – Данные для решения задачи 1

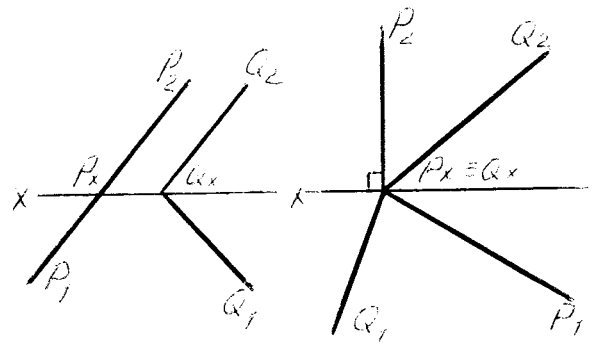


Продолжение таблицы 6

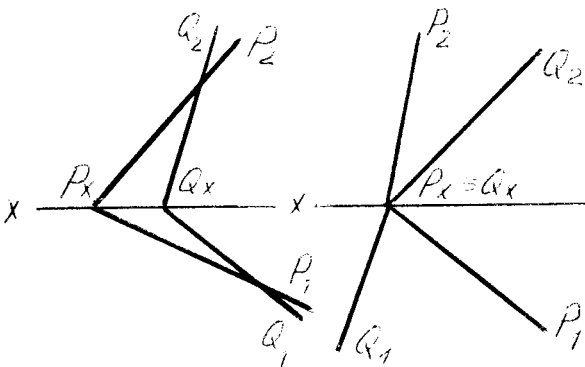
5,21



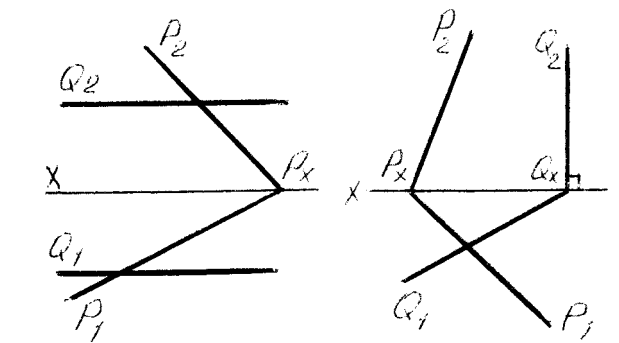
6,22



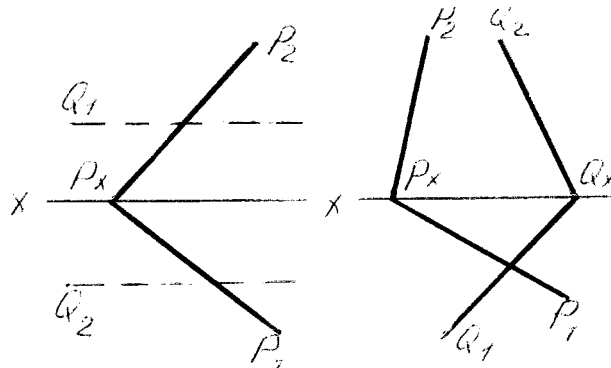
7,23



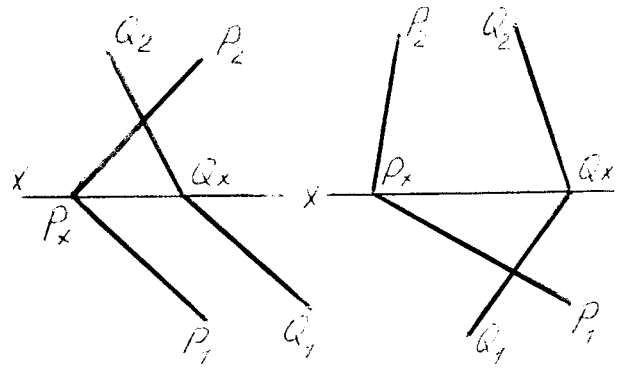
8,24



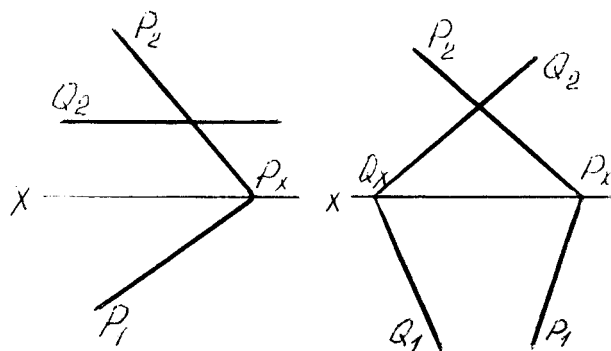
9,25



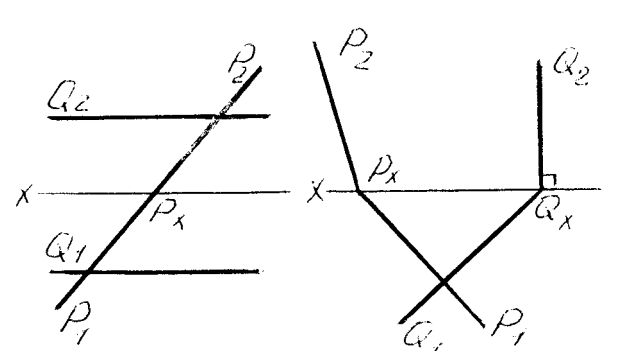
10,26



11,27



12,28



Продолжение таблицы 6

13,29

14,30

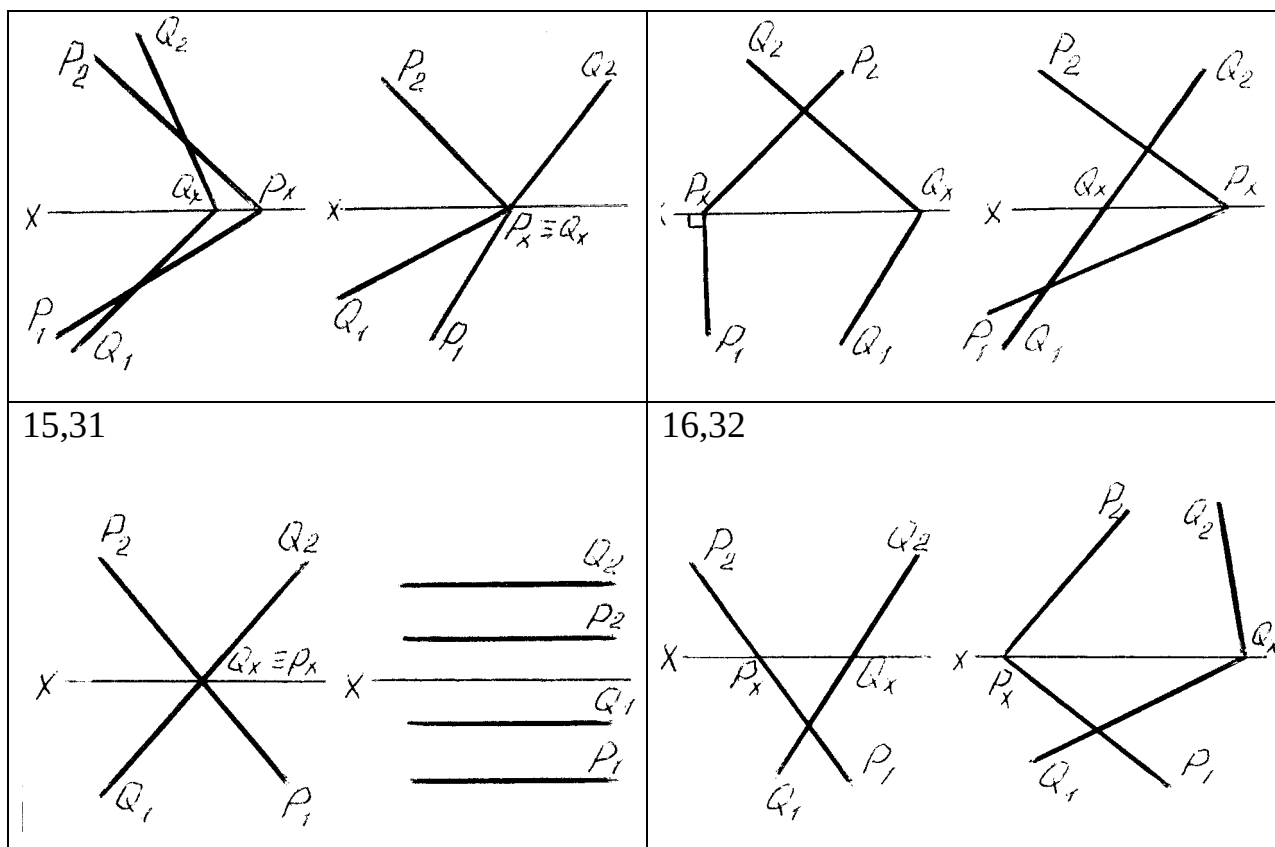


Таблица 7 – Данные для решения задачи 2 (мм)

№ варианта	Точка А			Точка В			Плоскость Р		
	х	у	z	х	у	z	α°	β°	L
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1, 17	50	35	30	5	5	30	60	150	70
2, 18	40	15	50	40	15	5	135	140	80
3, 19	70	40	10	5	5	35	55	135	30
4, 20	65	5	40	25	30	20	110	40	25
5, 21	70	15	25	10	30	25	115	45	45
6, 22	45	0	35	10	20	10	135	155	70
7, 23	70	17	30	20	35	30	35	30	5
8, 24	80	30	35	0	30	35	50	45	5
9, 25	55	35	15	15	10	35	65	135	35
10, 26	60	20	20	10	35	20	115	50	35
11, 27	65	40	30	15	0	10	140	145	65
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

12, 28	65	25	35	20	35	8	120	60	40
13, 29	70	10	10	10	30	45	45	35	15
14, 30	60	20	30	20	40	5	125	55	35
15, 31	60	35	10	15	5	35	45	135	30
16, 32	60	10	40	30	35	25	125	35	25

Таблица 8 – Данные для решения задачи 3 (мм)

№ варианта	Точка А			Точка В			Точка С			Точка D			Точка Е		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1, 17	67	45	24	22	30	55	37	0	0	75	15	15	10	45	38
2, 18	68	30	8	57	40	43	30	8	44	80	15	18	18	38	44
3, 19	75	8	13	40	40	45	15	14	7	60	45	6	24	12	8
4, 20	75	0	45	5	37	25	36	37	0	60	36	12	7	12	30
5, 21	75	12	12	37	45	45	18	12	12	80	24	45	10	37	18
6, 22	74	7	12	19	40	40	15	15	8	60	45	6	24	15	45
7, 23	75	24	36	27	37	55	52	8	0	90	40	30	20	6	30
8, 24	67	40	30	18	40	34	45	0	12	75	0	18	10	45	30
9, 25	68	40	40	18	40	40	42	5	6	62	45	15	37	5	45
10, 26	75	10	10	15	13	45	15	37	15	60	33	45	20	7	10
11, 27	80	10	45	25	30	30	80	45	13	75	7	7	15	45	45
12, 28	60	24	24	45	37	45	18	0	0	75	30	0	30	22	50
13, 29	90	45	15	30	6	45	30	6	45	80	10	5	15	45	37
14, 30	75	0	0	25	45	45	45	0	0	80	30	13	8	0	22
15, 31	68	45	45	10	30	18	50	10	0	80	45	0	15	18	38
16, 32	80	12	30	45	42	45	24	12	8	75	45	19	15	10	38

Таблица 9 – Данные для решения задачи 4 (мм)

№ варианта	Координаты точки К			Плоскость Р		
	x	y	z	L	α°	β°
1	2	3	4	5	6	7
1, 17	50	40	35	35	115	40
2, 18	30	35	35	45	60	140
3, 19	50	40	35	15	65	115
1	2	3	4	5	6	7

4, 20	50	40	30	10	50	50
5, 21	30	40	40	45	55	125
6, 22	60	35	10	15	35	75
7, 23	40	40	35	20	30	120
8, 24	50	30	25	55	135	140
9, 25	60	45	15	30	50	105
10, 26	30	45	35	40	110	70
11, 27	15	40	45	60	120	140
12, 28	35	25	25	60	125	75
13, 29	15	15	30	50	125	55
14, 30	70	15	35	20	55	50
15, 31	10	10	40	70	120	140
16, 32	30	35	30	50	70	140

Таблица 10 – Данные для решения задачи 1 (мм)

№ варианта	Координаты точки А			Плоскость Р		
	x	y	z	L	α°	β°
1	2	3	4	5	6	7
1, 17	70	25	15	10	50	40
2, 18	65	30	45	50	135	55
3, 19	40	35	40	40	60	150
4, 20	55	30	15	30	65	135
5, 21	35	20	20	50	115	30
6, 22	20	15	- 40	45	130	50
7, 23	17	6	20	65	130	130
8, 24	43	40	40	50	130	140
9, 25	30	6	50	40	35	120
10, 26	20	10	45	30	50	130
11, 27	55	30	35	35	65	135
12, 28	60	20	45	40	135	45

1	2	3	4	5	6	7
13, 29	70	11	15	10	40	50
14, 30	10	-10	40	40	70	140
15, 31	35	45	25	40	130	35
16, 32	40	30	50	40	120	150

Таблица 11 – Данные для решения задачи 2 (мм)

№ варианта	Точка А			Точка В			Точка С			Точка D		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1, 17	50	17	43	40	7	7	8	7	50	60	50	50
2, 18	65	25	20	30	5	45	30	50	5	65	50	45
3, 19	55	20	40	35	5	5	17	45	45	65	45	5
4, 20	50	50	50	45	5	50	20	40	40	70	50	20
5, 21	20	45	50	5	20	22	55	45	5	70	7	50
6, 22	20	45	40	50	5	45	5	12	8	70	50	8
7, 23	70	40	12	45	0	0	10	45	10	75	10	45
8, 24	15	50	10	40	7	7	8	22	50	75	45	30
9, 25	5	15	0	42	5	55	5	60	15	80	10	5
10, 26	80	0	50	8	5	25	55	45	50	70	30	5
11, 27	60	35	20	40	5	5	7	50	45	65	5	45
12, 28	40	55	50	12	6	50	35	50	5	65	50	50
13, 29	65	0	0	45	5	50	7	45	5	65	45	5
14, 30	25	40	45	50	5	40	35	10	5	65	40	5
15, 31	60	40	45	30	10	45	15	45	7	65	5	7
16, 32	60	50	50	80	25	0	35	0	45	10	45	10

Таблица 12 – Данные для решения задачи 3 (мм)

№ варианта	Точка А			Точка В			Точка С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1, 17	30	50	25	50	45	40	15	21	25
2, 18	25	10	20	30	20	40	65	- 8	15
3, 19	15	15	20	55	20	10	15	50	45
4, 20	40	45	50	8	- 25	45	50	15	30
5, 21	40	40	40	30	10	30	75	- 15	50
6, 22	45	15	15	65	30	5	20	10	50
7, 23	25	30	40	10	- 15	30	60	30	55
8, 24	30	15	35	25	30	50	60	5	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9, 25	15	25	25	25	50	5	60	15	30
10, 26	30	40	50	10	25	40	60	35	20
11, 27	45	15	25	30	20	15	70	- 35	20
12, 28	15	20	30	30	20	20	70	- 20	- 40
13, 29	20	40	10	15	10	50	50	- 15	15
14, 30	20	40	30	30	20	20	60	30	50
15, 31	20	0	50	65	- 15	- 45	20	20	50
16, 32	25	35	50	35	10	20	70	25	40

Таблица 13 – Данные для решения задачи 1 (мм)

№ варианта	Координаты точки А			Координаты точки В		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2	3	4	5	6	7
1	60	15	30	60	30	0
2	55	25	25	55	25	15
3	50	20	45	50	0	30
4	45	20	35	45	30	15
5	40	25	15	40	15	30
6	65	35	20	65	0	25
7	63	20	40	63	40	10
8	57	45	25	57	25	30

9	53	40	30	53	0	45
10	47	20	30	47	30	30
11	43	15	35	43	45	15
12	41	30	20	41	20	45
13	46	20	50	46	40	25
14	51	25	40	51	45	15
15	56	25	45	56	35	45
16	61	20	30	61	40	15
17	66	45	25	66	25	35
18	67	40	25	67	30	40
19	62	35	20	62	15	40
1	2	3	4	5	6	7
20	57	40	35	57	15	45
21	52	15	40	52	40	20
22	47	25	35	47	45	25
23	42	45	30	42	0	35
24	44	15	45	44	40	30
25	49	40	40	49	35	25
26	54	50	25	54	30	20
27	59	30	50	59	50	15
28	64	30	45	64	40	25
29	69	35	40	69	50	20
30	70	50	15	70	50	0

Таблица 14 – Данные для решения задачи 2 (мм)

№ вар.	А			В			С			Д		
	Х	Y	Z	Х	Y	Z	Х	Y	Z	Х	Y	Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	55	12	25	15	17	7	30	25	20	30	0	0
2	65	25	4	25	5	27	55	7	13	18	25	13
3	60	10	5	24	20	30	40	20	30	40	20	0

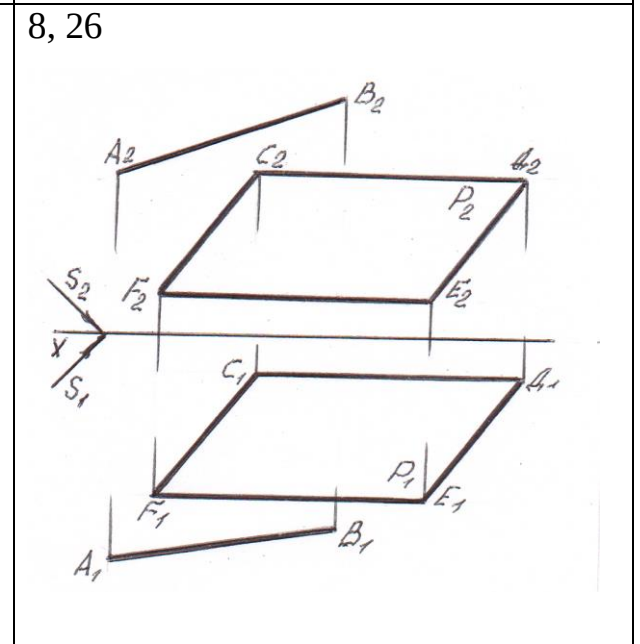
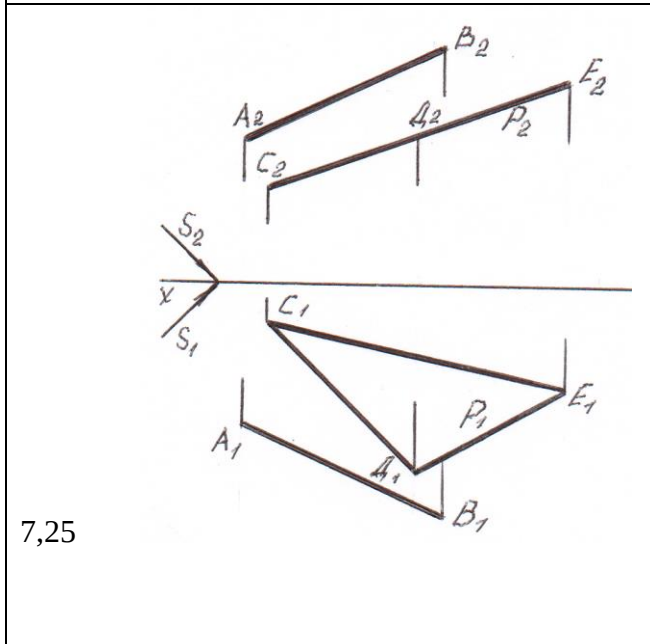
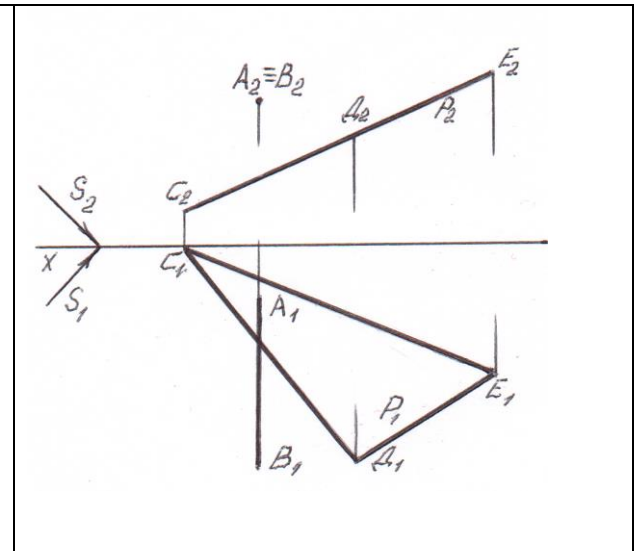
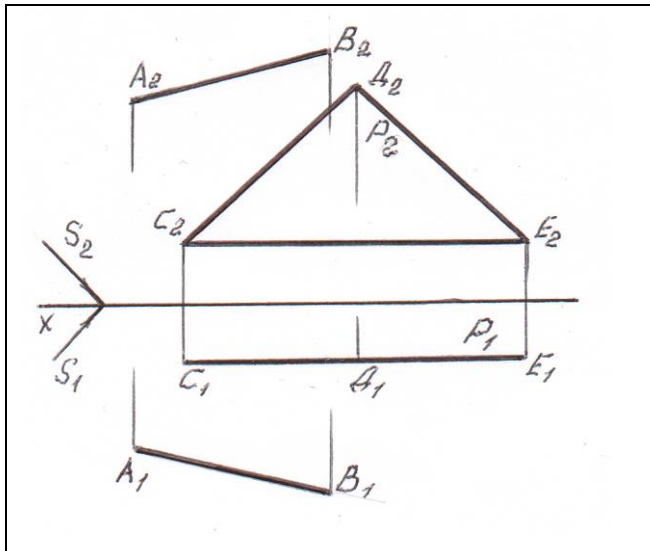
4	64	22	35	25	10	7	35	25	18	35	0	18
5	55	0	23	25	27	0	40	6	30	40	27	8
6	60	25	0	25	0	27	65	15	0	15	15	20
7	55	0	0	20	23	28	60	22	16	20	0	16
8	60	18	7	20	25	30	60	18	27	23	18	14
9	60	24	28	23	0	0	55	20	17	18	20	17
10	60	15	25	18	28	13	50	22	0	17	22	0
11	60	0	12	17	24	32	45	7	10	45	7	30
12	65	34	24	22	7	15	40	10	35	40	10	5
13	60	20	35	15	10	5	60	0	15	20	22	15
14	58	0	0	18	35	25	40	8	20	40	32	20
15	50	12	18	10	25	35	55	0	20	20	0	20
16	55	7	35	15	20	15	60	17	37	60	17	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17	60	27	32	17	15	8	65	15	20	15	20	20
18	65	20	27	20	10	17	40	0	0	40	27	22
19	65	12	32	13	28	9	65	19	25	23	19	0
20	55	15	8	12	25	25	45	8	10	45	30	10
21	60	27	10	14	6	23	55	8	6	55	35	35
22	55	9	28	13	30	0	60	34	22	18	8	22
23	60	37	8	15	15	35	65	16	13	15	16	30
24	65	15	7	20	35	25	45	12	35	45	37	7
25	60	10	26	15	34	0	50	0	30	10	0	15
26	55	0	30	10	24	12	55	18	5	12	18	28
27	60	7	14	15	30	23	60	10	10	16	25	10
28	65	15	10	20	30	25	65	20	25	20	20	25
29	60	5	5	15	35	35	45	10	23	45	30	23
30	65	20	30	15	35	10	60	28	15	15	9	15

Таблица 15 – Данные для решения задачи 3

1, 16	2, 17	3, 18
-------	-------	-------

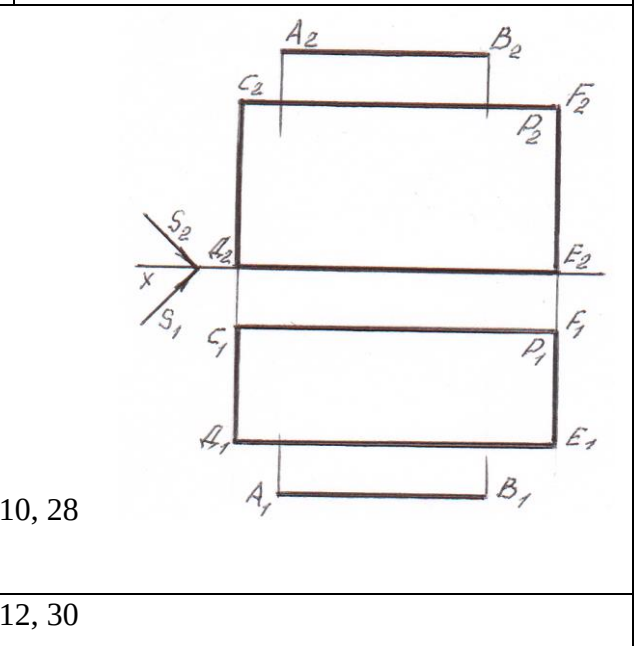
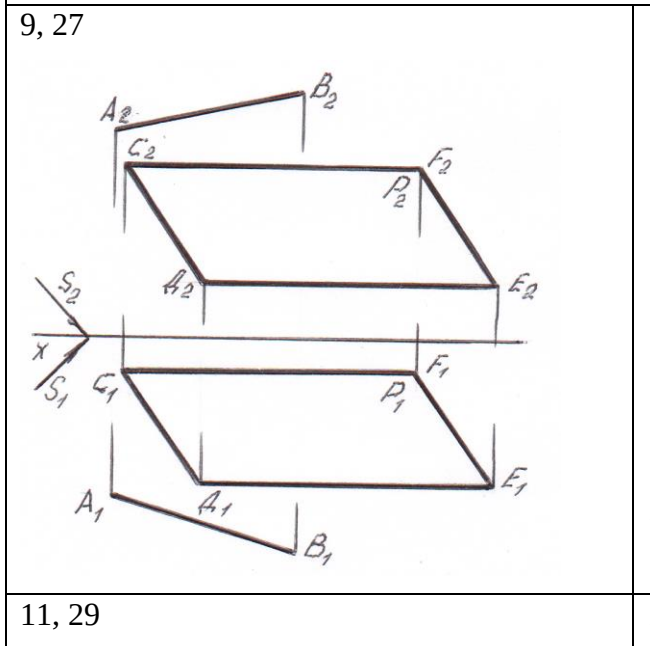
4, 19	5, 20	6, 21
7, 22	8, 23	9, 24
10, 25	11, 26	12, 27
13, 28	14, 29	15, 30

1, 19	2, 20	
3, 21	4, 22	
5, 23	6, 24	



7,25

8, 26



11, 29

10, 28

12, 30

13, 31	14, 32
15, 33	16, 34

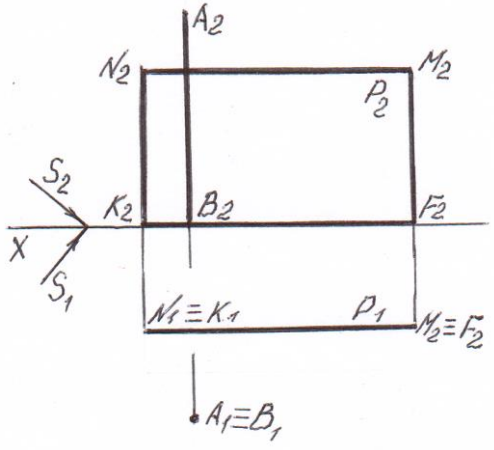
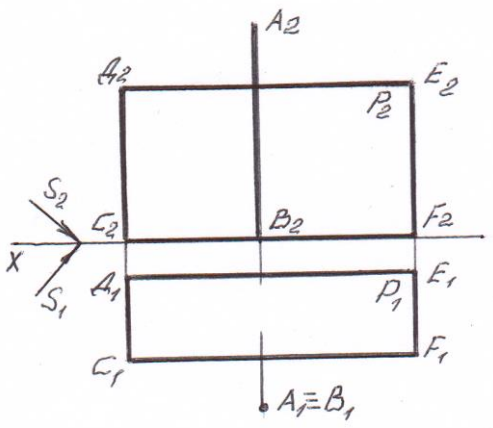
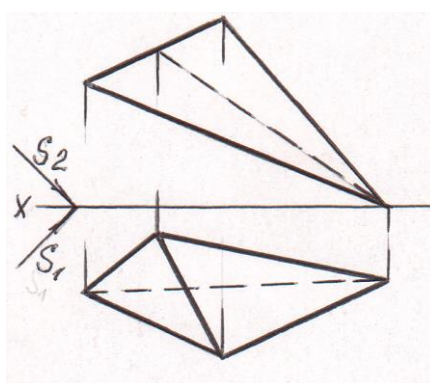
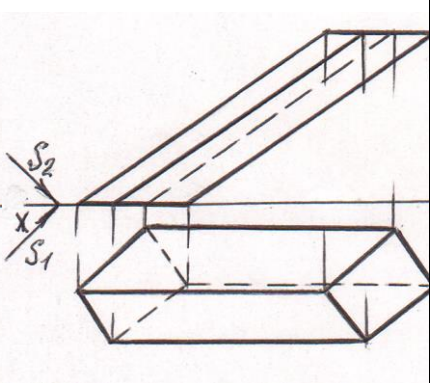
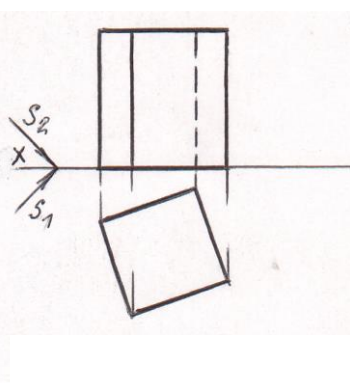
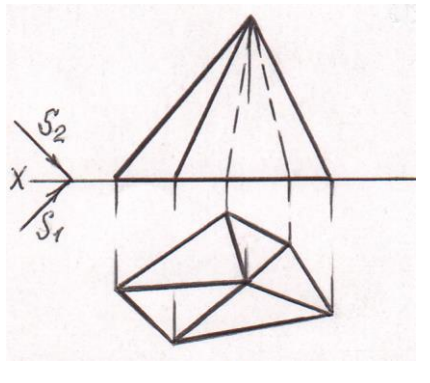
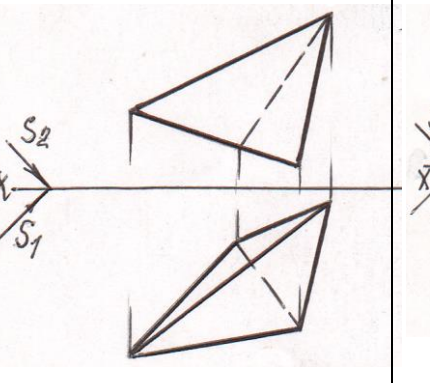
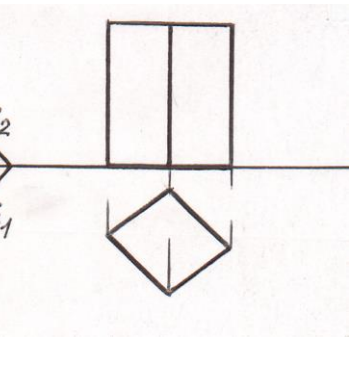
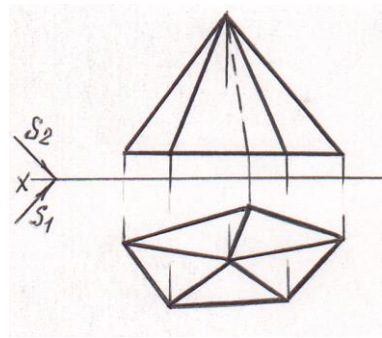
17,35 	18, 36 
--	--

Таблица 17 – Данные для решения задачи 2

1, 16 	2, 17 	3, 18 
4, 19 	5, 20 	6, 21 
7, 22	8, 23	9, 24 

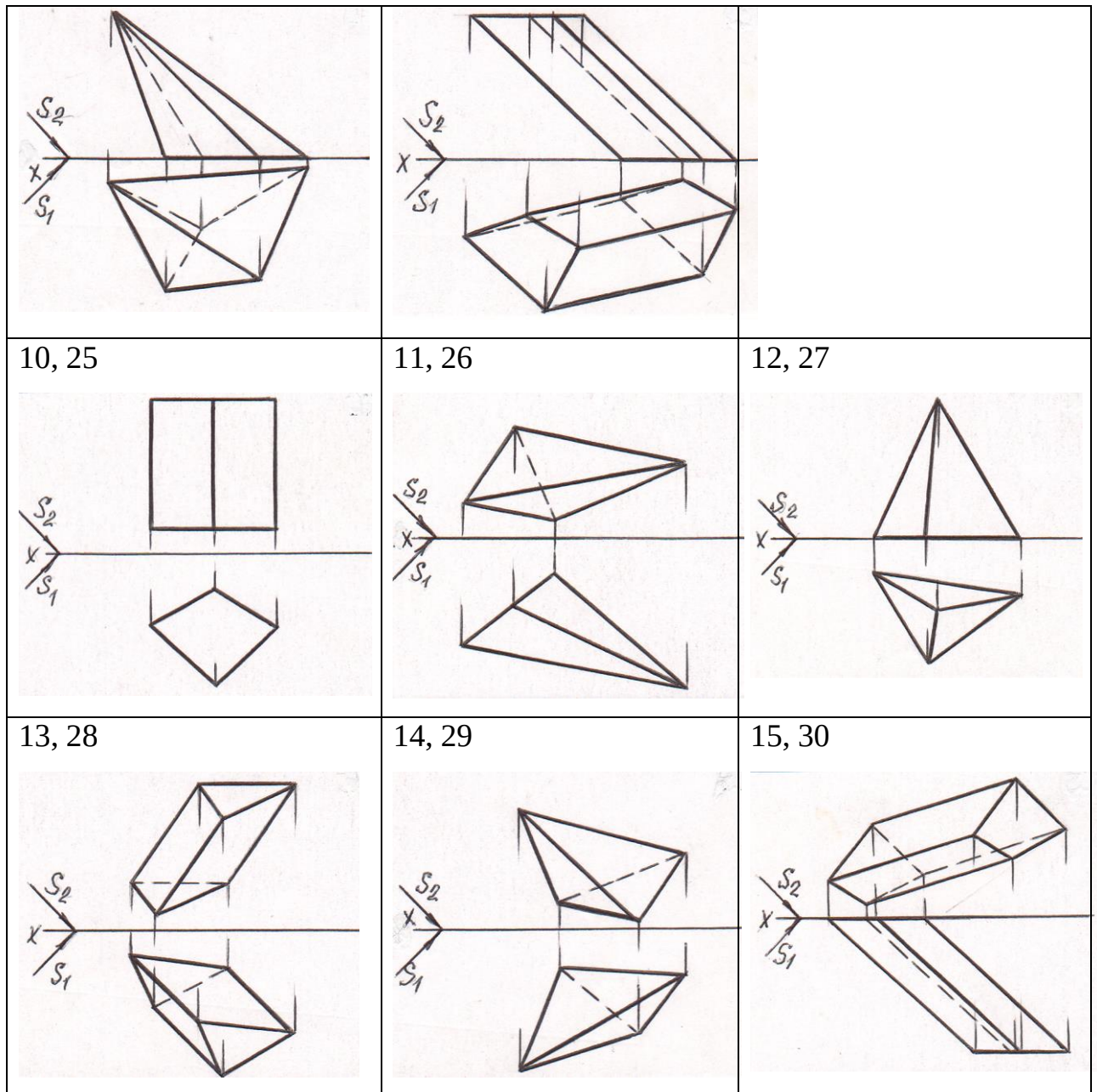


Таблица 18 – Данные для решения задачи 1 (мм)

№ варианта	Координаты точки А			Координаты точки В		
	x	y	z	x	y	z
1, 17	65	- 10	15	15	20	25
2, 18	70	- 20	35	30	20	- 30
3, 19	45	25	30	20	10	10
4, 20	70	15	- 30	30	- 20	- 15
5, 21	30	- 10	45	70	- 25	- 25
6, 22	50	20	10	15	5	30
7, 23	55	0	- 40	10	25	- 55

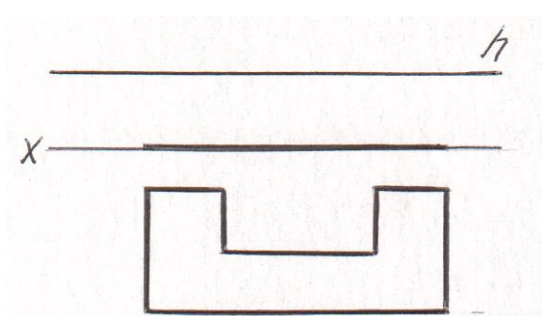
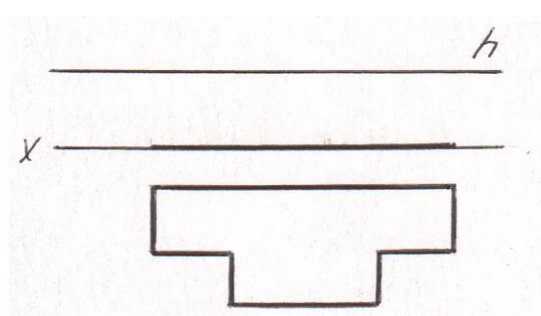
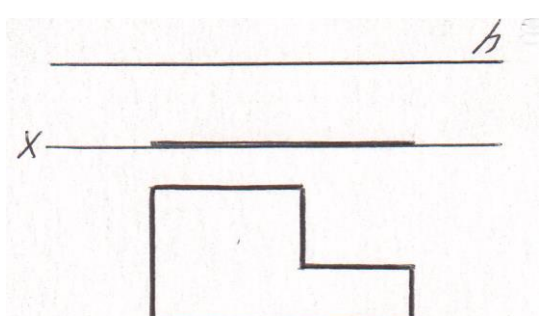
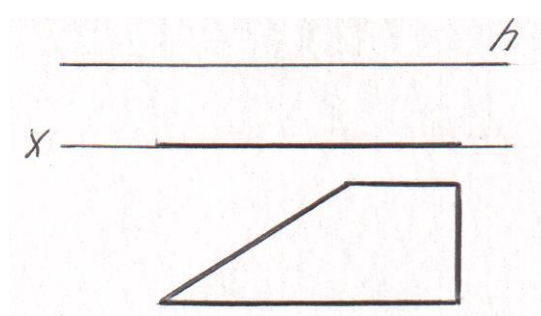
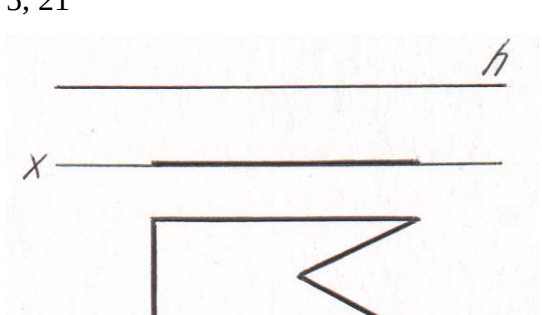
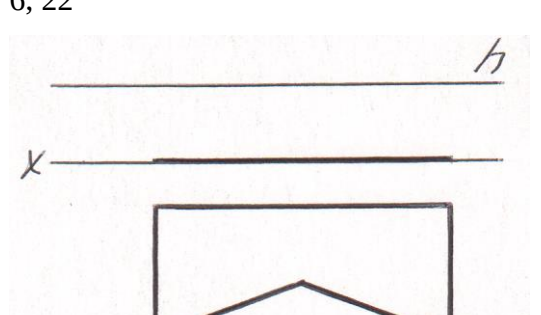
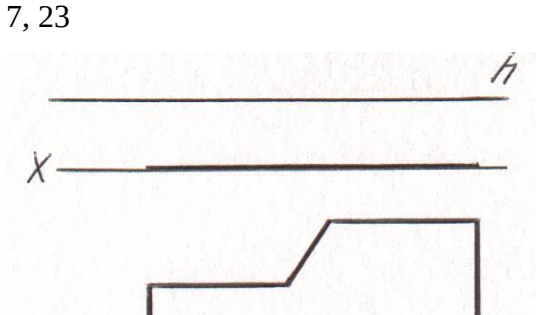
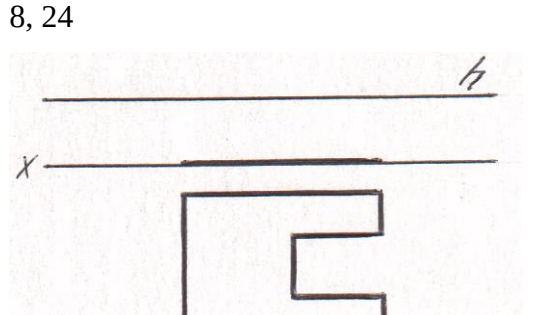
8, 24	60	10	10	15	45	30
9, 25	55	20	10	15	5	20
10, 26	50	10	25	20	25	5
11, 27	60	- 10	- 5	15	- 25	- 30
12, 28	55	10	10	20	20	35
13, 29	70	- 15	-10	15	- 30	- 35
14, 30	20	0	30	65	30	- 15
15, 31	60	35	20	15	10	10
16, 32	75	- 15	40	25	35	- 10

Таблица 19 – Данные для решения задачи 2 (мм)

№ варианта	Координаты точки А			Плоскость Р		
	х	у	z	L	α°	β°
1	2	3	4	5	6	7
1, 17	70	25	15	10	50	40
2, 18	65	30	45	50	135	55
3, 19	40	35	40	40	60	150
4, 20	55	30	15	30	65	135
5, 21	35	20	20	50	115	30
1	2	3	4	5	6	7
6, 22	20	15	- 40	45	130	50
7, 23	17	6	20	65	130	130
8, 24	43	40	40	50	130	140
9, 25	30	6	50	40	35	120
10, 26	20	10	45	30	50	130
11, 27	55	30	35	35	65	135
12, 28	60	20	45	40	135	45
13, 29	70	11	15	10	40	50
14, 30	10	-10	40	40	70	140
15, 31	35	45	25	40	130	35

16, 32	40	30	50	40	120	150
--------	----	----	----	----	-----	-----

Таблица 20 – Данные для решения задачи 1

1, 17 	2, 18 
3, 19 	4, 20 
5, 21 	6, 22 
7, 23 	8, 24 
9, 25	10, 26

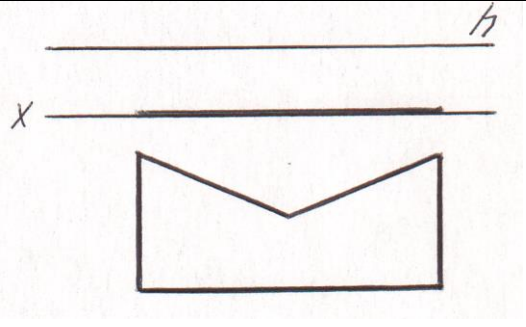
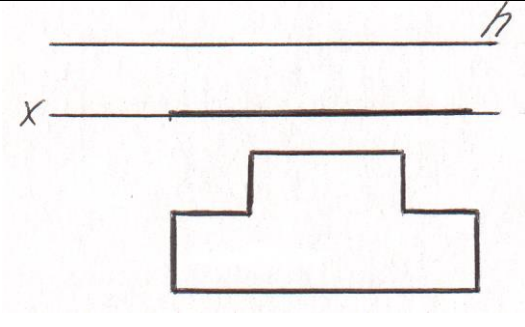
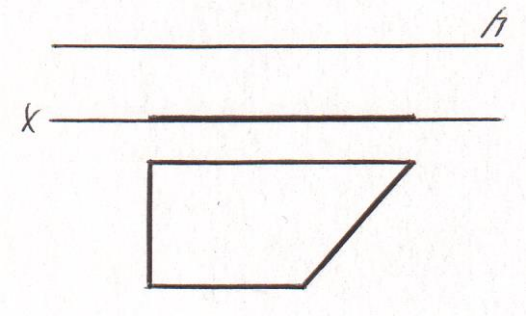
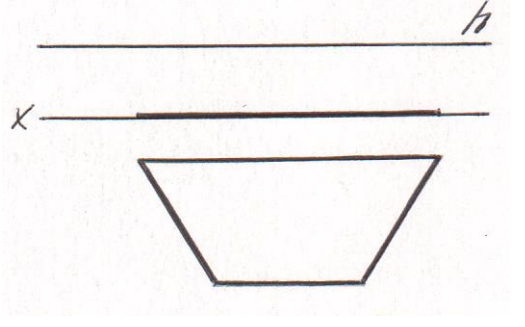
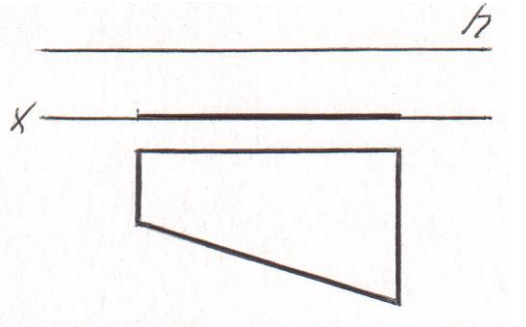
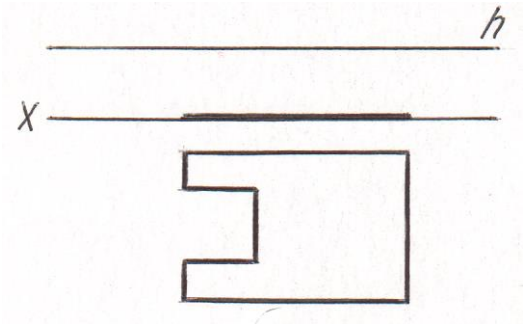
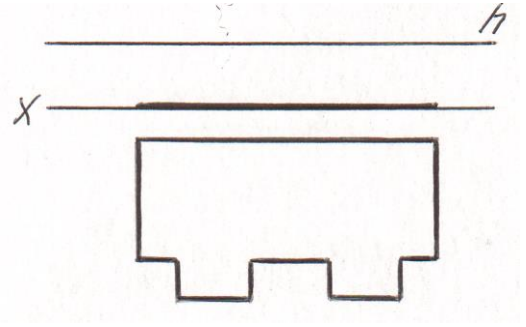
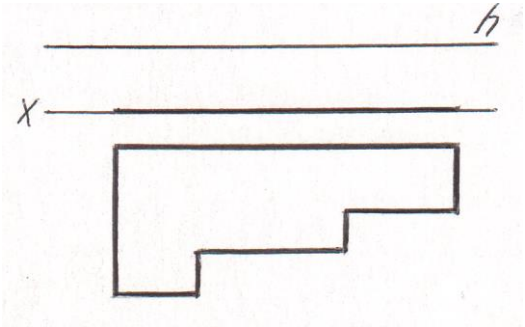
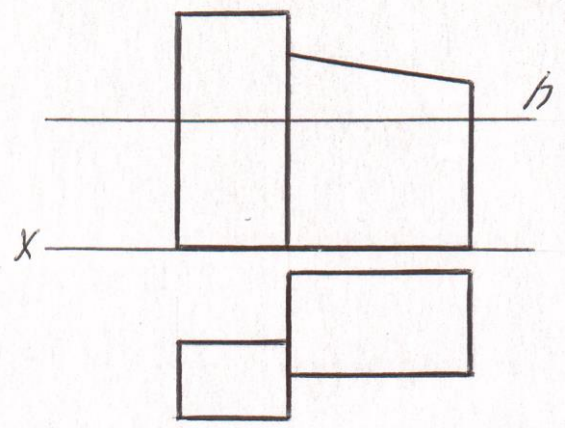
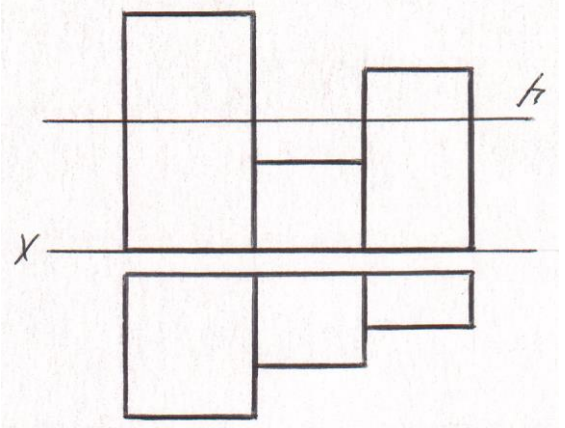
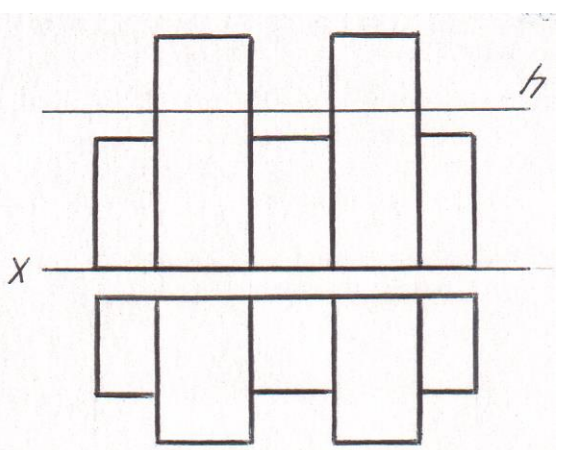
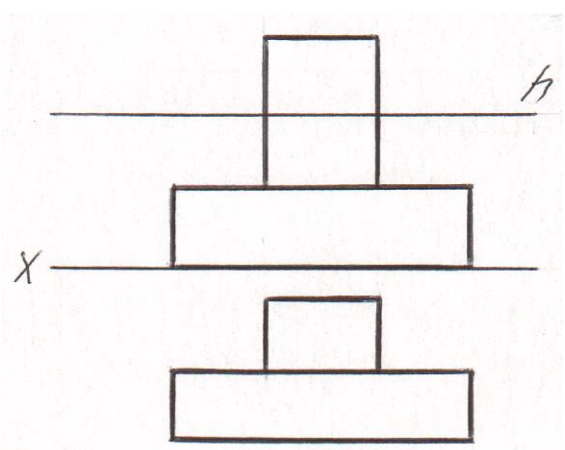
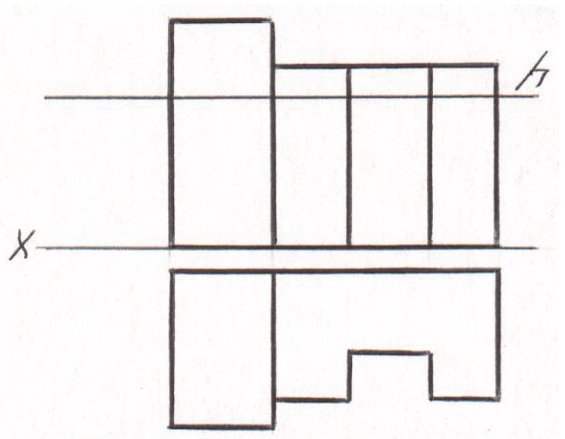
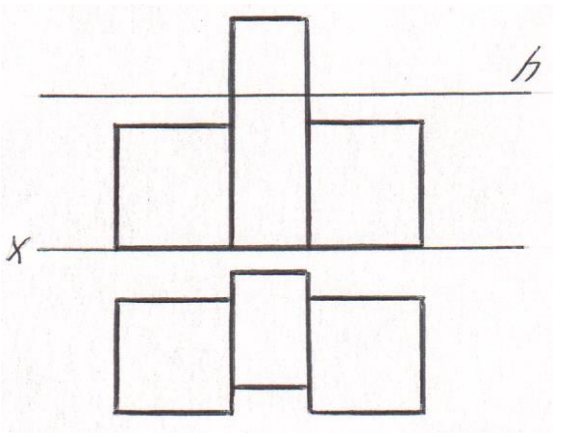
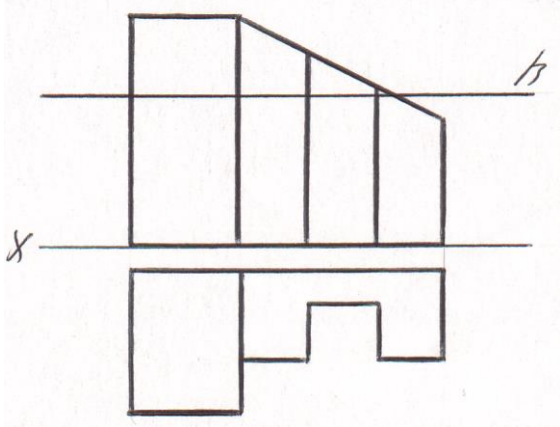
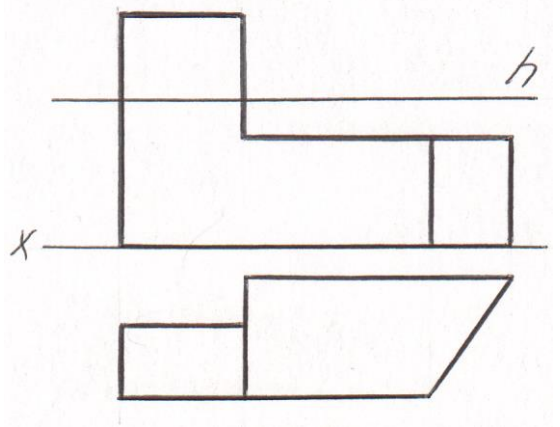
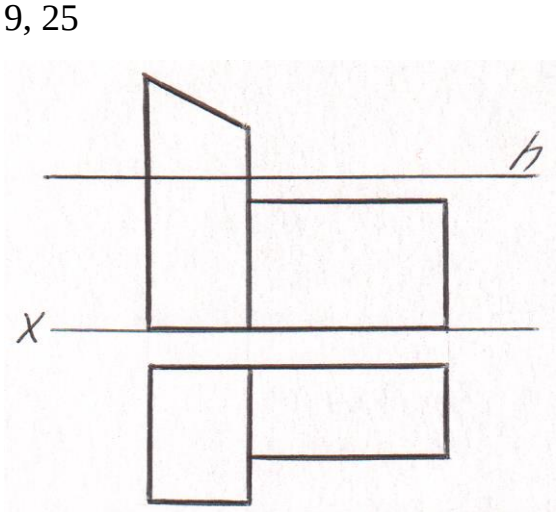
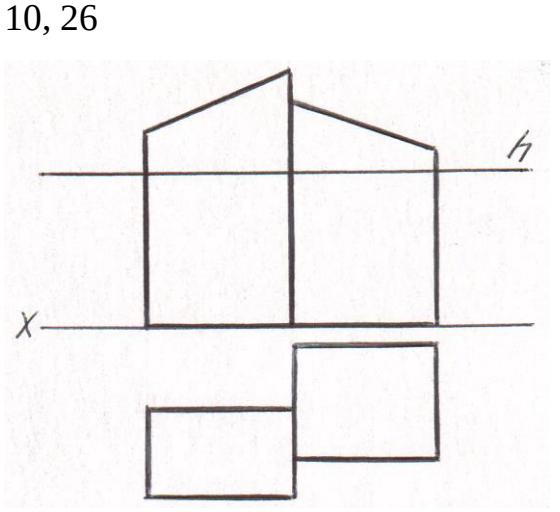
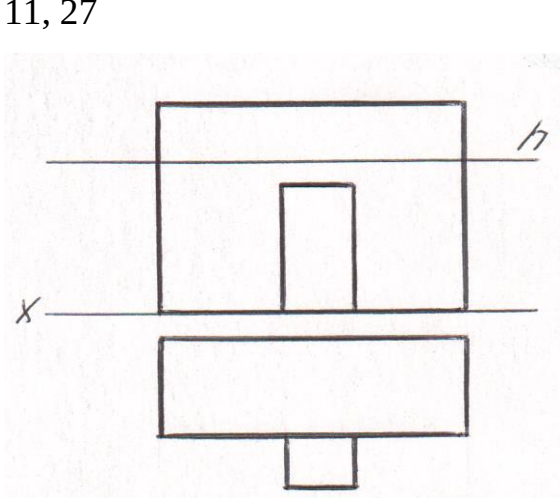
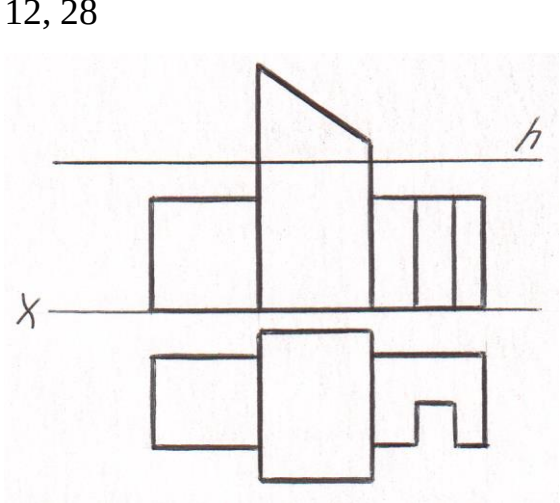
	
11, 27 	12, 28 
13, 29 	14, 30 
15, 31 	16, 32 

Таблица 21 – Данные для решения задачи 1

1, 17	2, 18
-------	-------

	
3, 19 	4, 20 
5, 21 	6, 22 
7, 23	8, 24

	
9, 25 	10, 26 
11, 27 	12, 28 
13, 29	14, 30

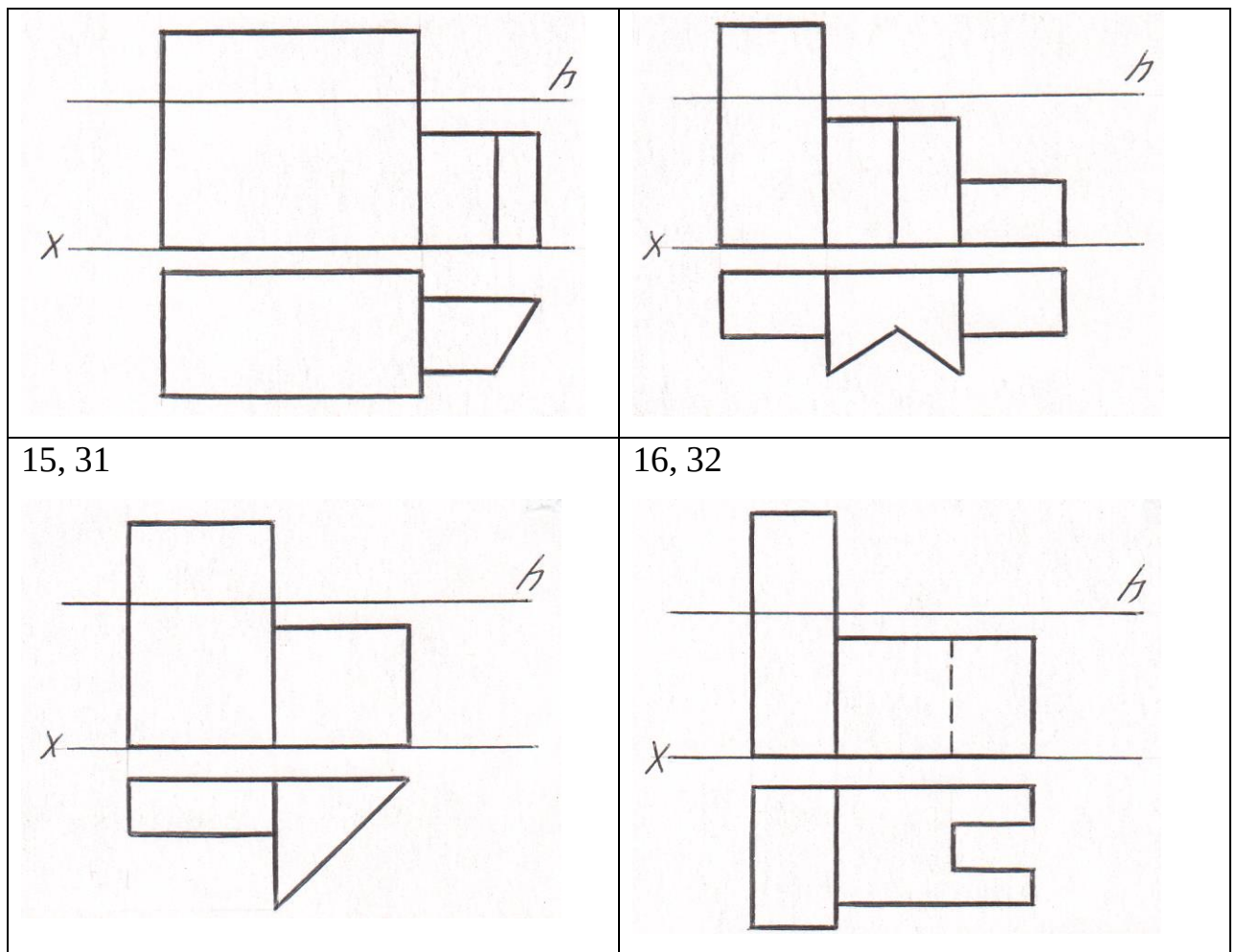


Таблица 22 – Данные для решения задачи 1

1, 19	2, 20	3, 21
4, 22	5, 23	6, 24
7, 25	8, 26	9, 27

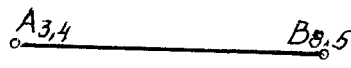
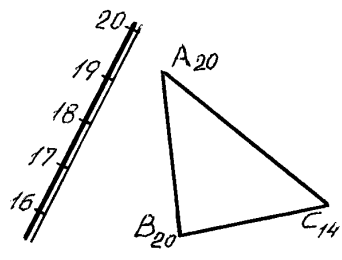
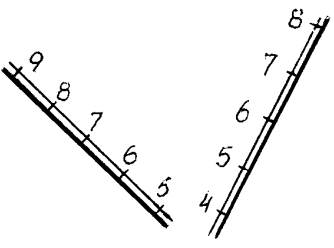
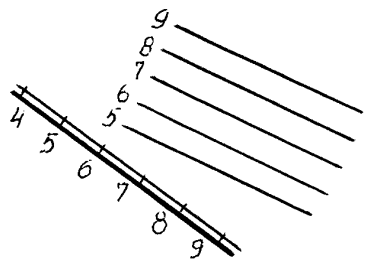
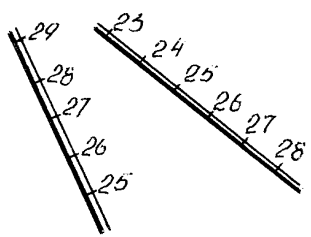
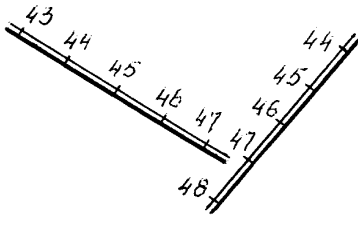
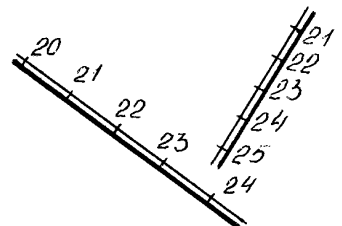
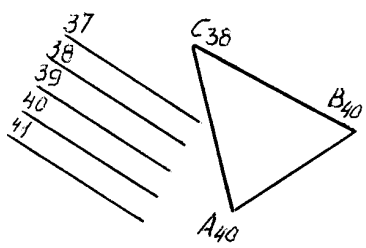
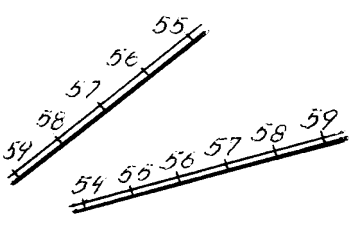
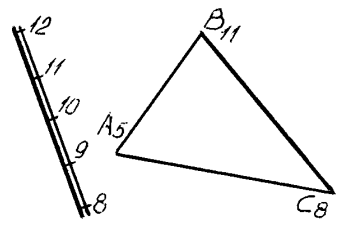
10, 28 	11, 29 	12, 30 
13, 31 	14, 32 	15 
16 	17 	18 

Таблица 23 – Данные для решения задачи 2

1, 19 	2, 20 	3, 21 
4, 22 	5, 23 	6, 24 
7, 25 	8, 26 	9, 27 

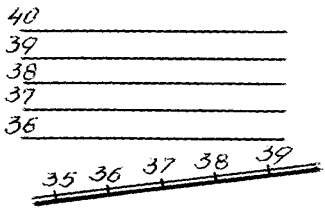
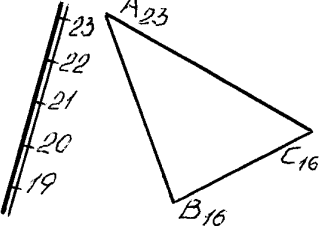
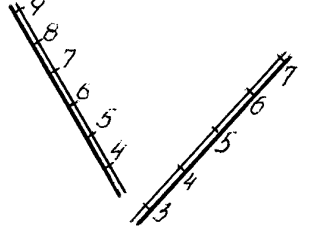
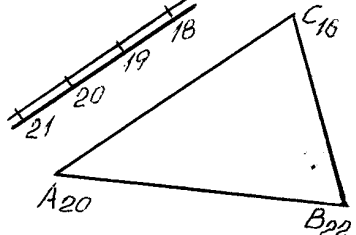
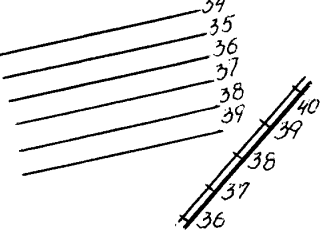
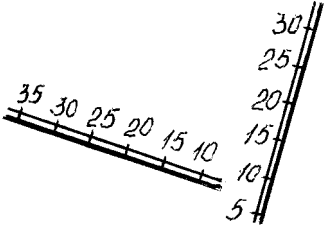
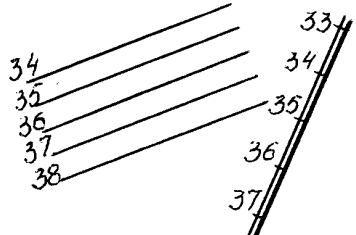
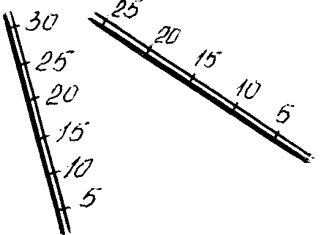
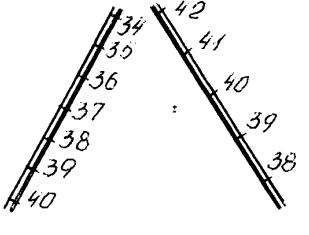
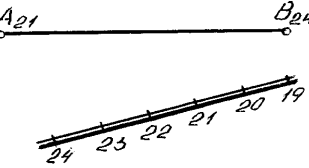
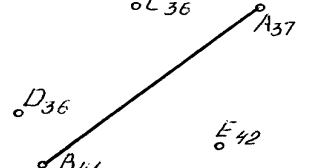
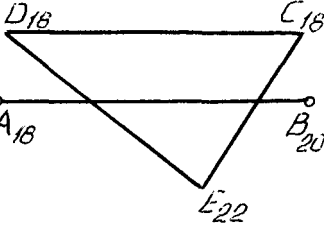
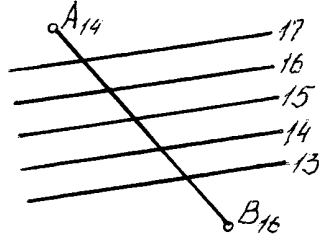
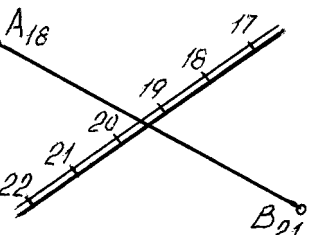
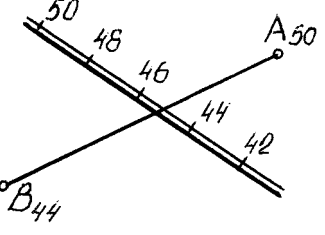
10, 28 	11, 29 	12, 30 
13, 31 	14, 32 	15 
16 	17 	18 

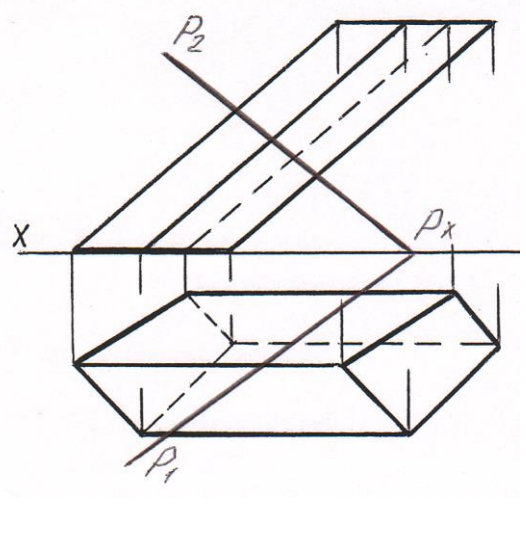
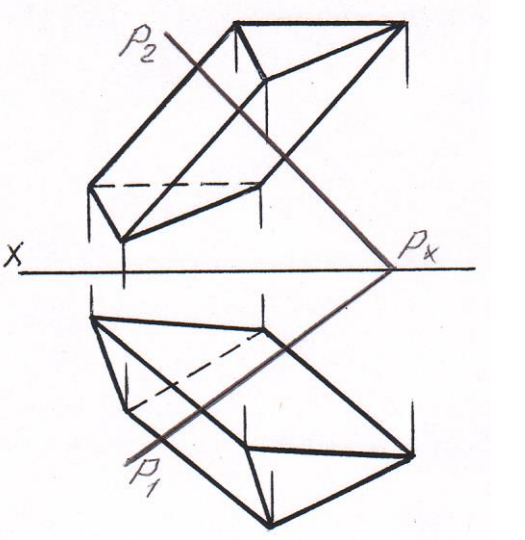
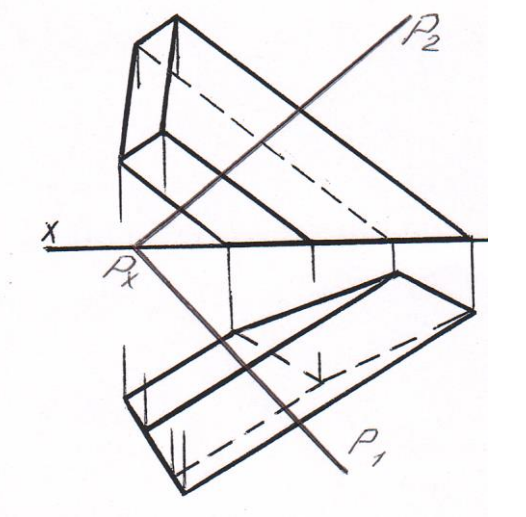
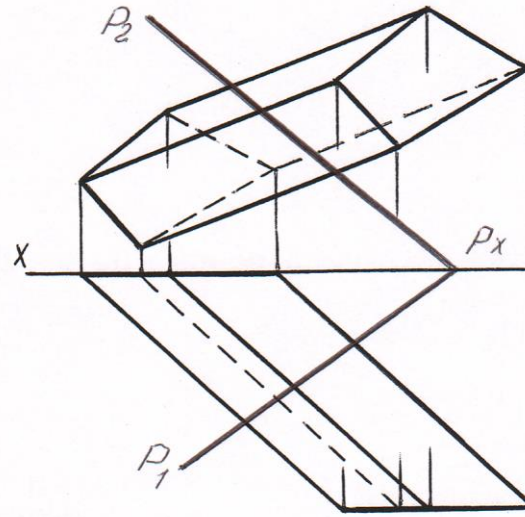
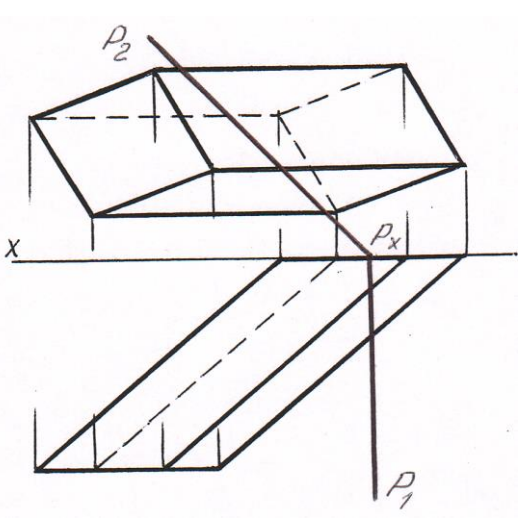
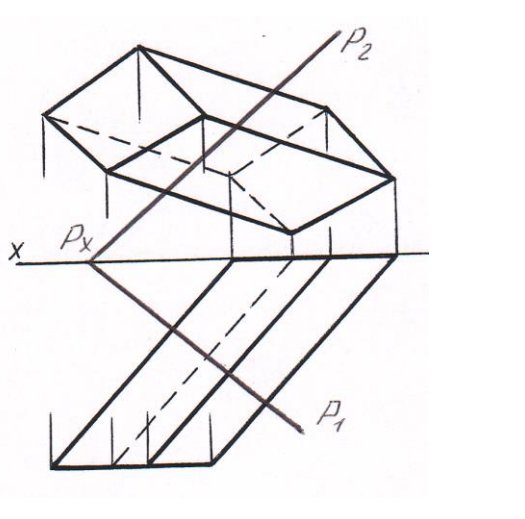
Таблица 24 – Данные для решения задачи 3

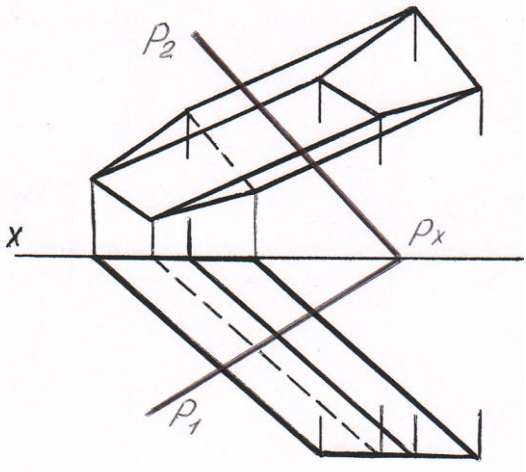
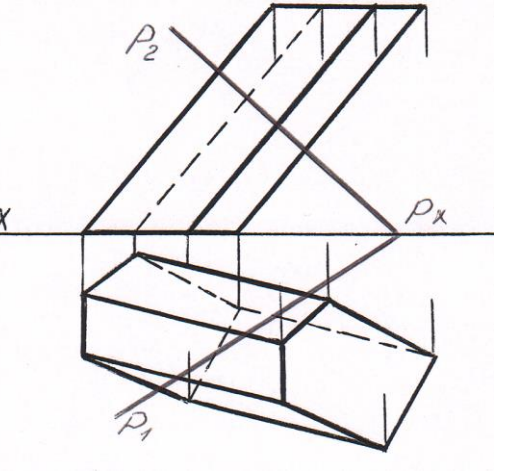
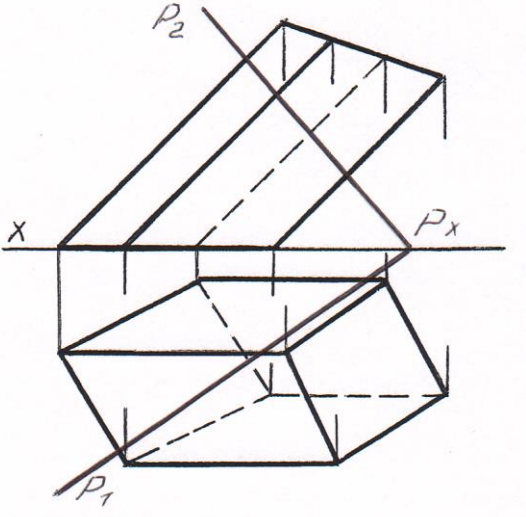
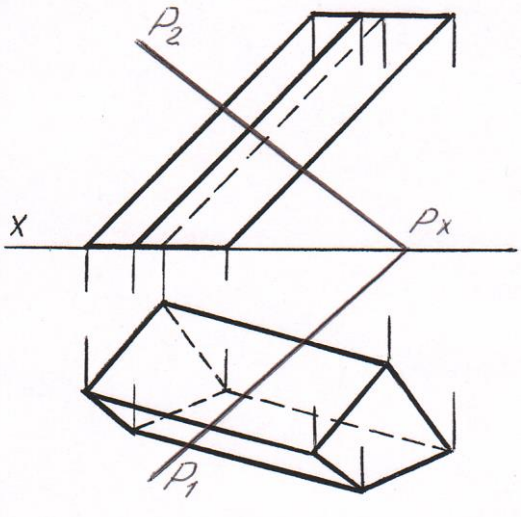
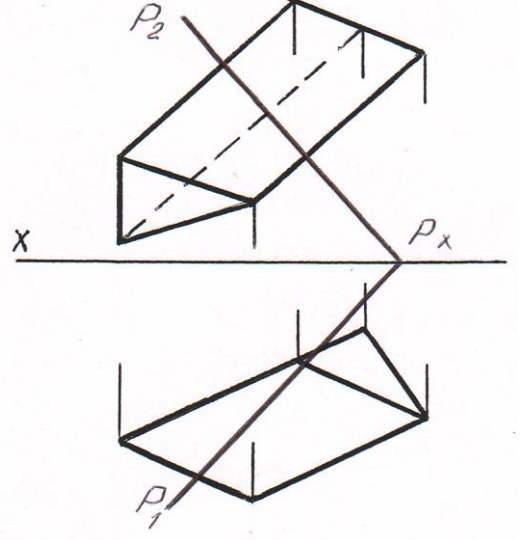
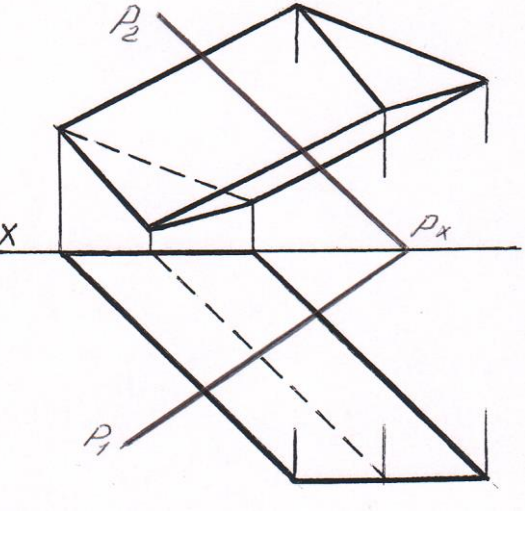
1, 19 	2, 20 	3, 21 
4, 22 	5, 23 	6, 24 
7, 25	8, 26	9, 27

10, 28	11, 29	12, 30
13, 31	14, 32	15
16	17	18

Таблица 25 – Данные для решения задачи 1

1, 19	2, 20
-------	-------

	
3, 21 	4, 22 
5, 23 	6, 24 
7, 25	8, 26

	
9, 27 	10, 28 
11, 29 	12, 30 
13, 31	14, 32

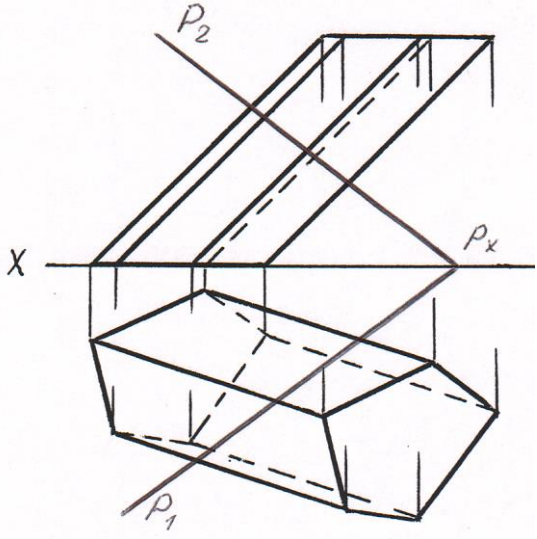
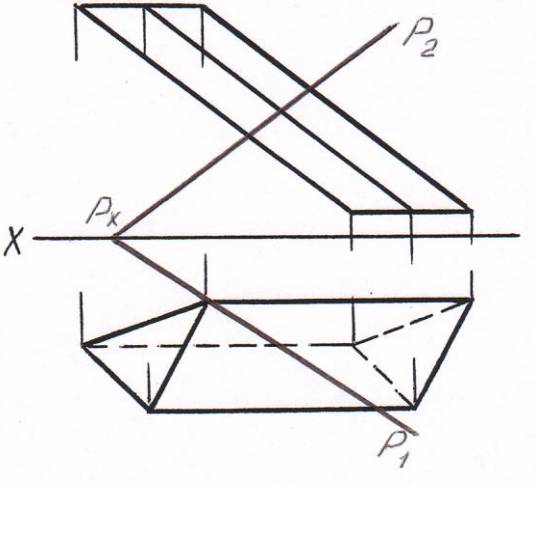
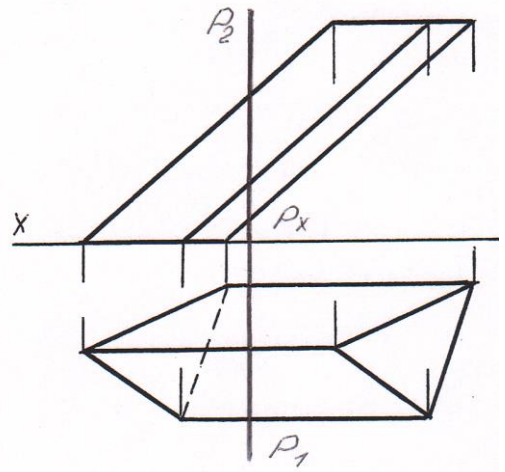
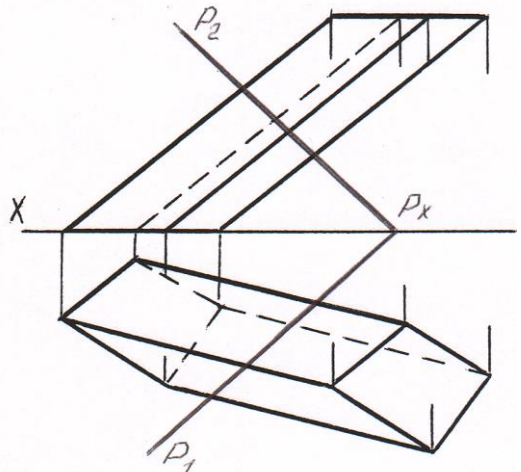
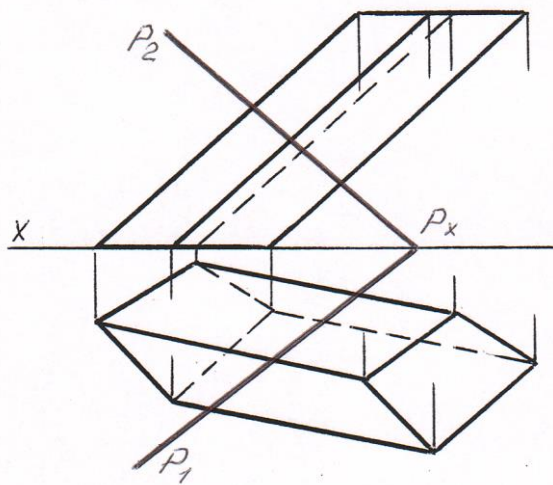
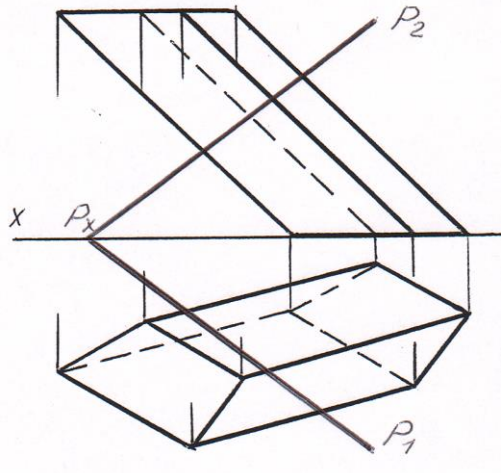
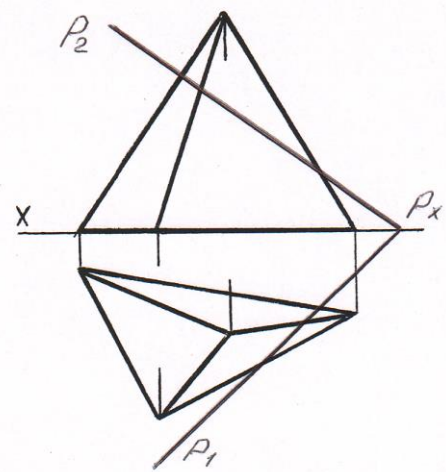
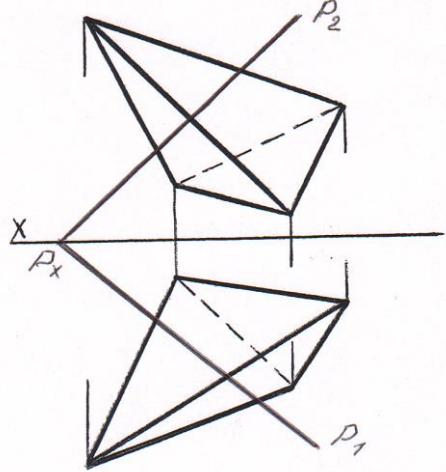
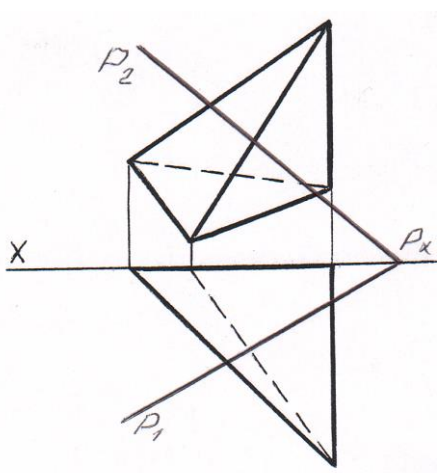
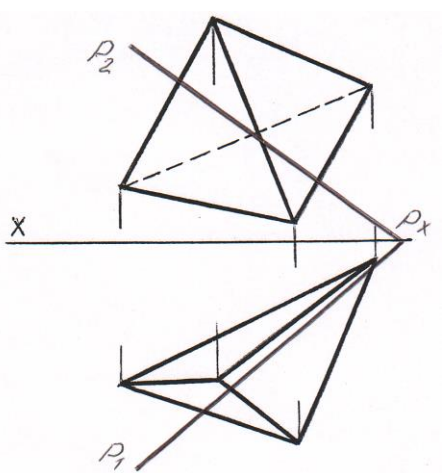
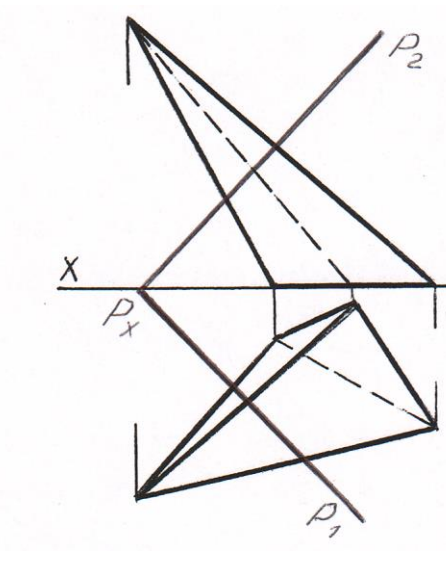
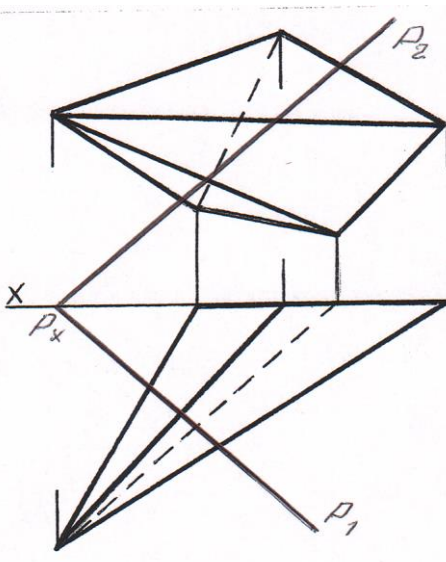
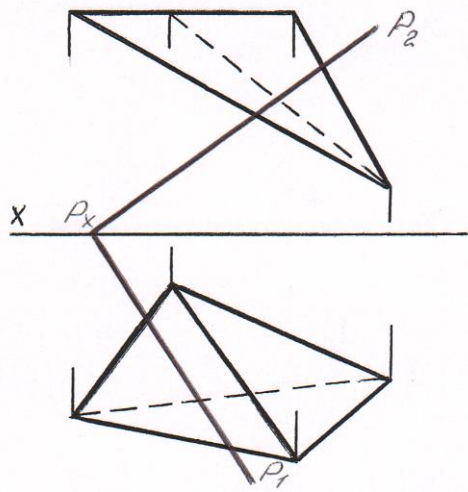
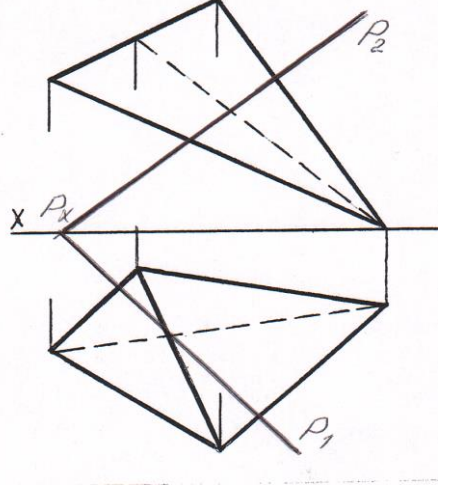
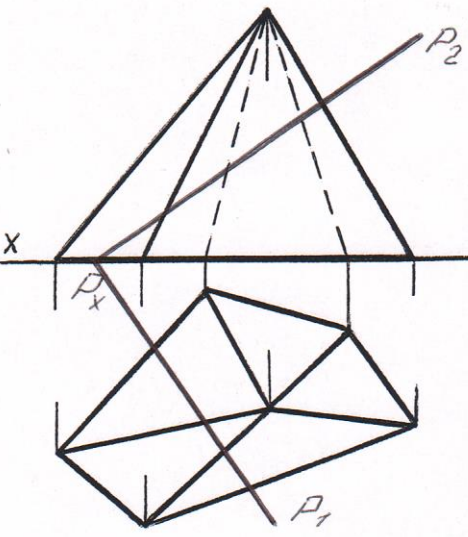
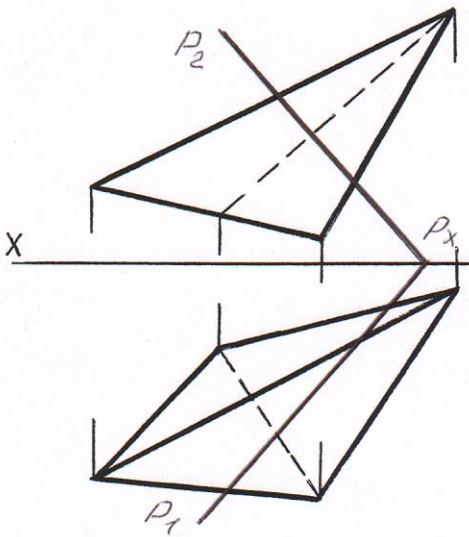
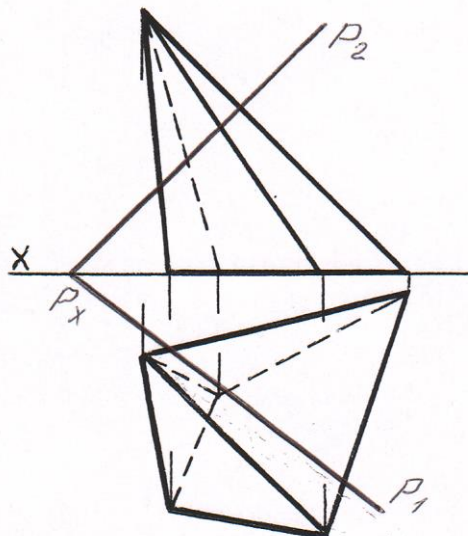
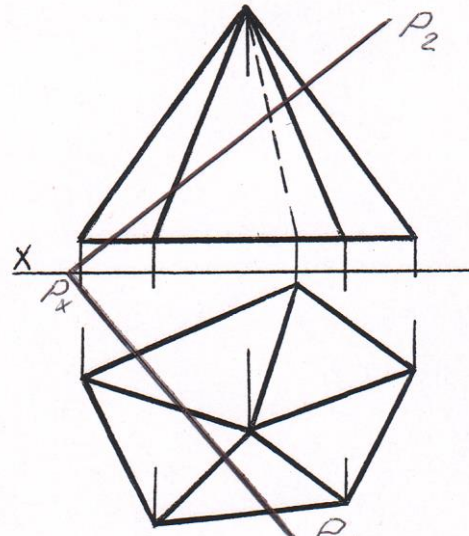
	
15, 33 	16, 34 
17, 35 	18, 36 

Таблица 26 – Данные для решения задачи 2

1, 19

2, 20

	
3, 21 	4, 22 
5, 23 	6, 24 
7, 25	8, 26

	
9, 27 	10, 28 
11, 29 	12, 30 
13, 31	14, 32

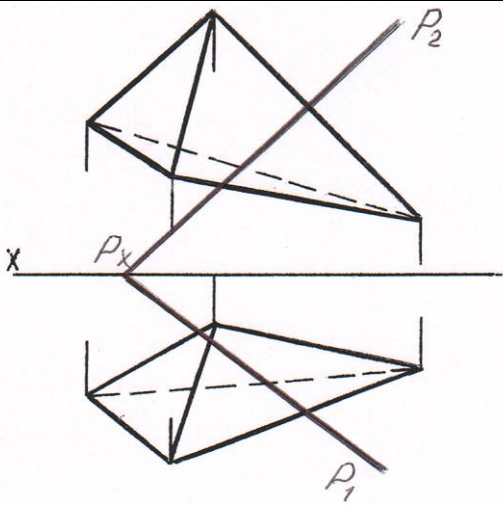
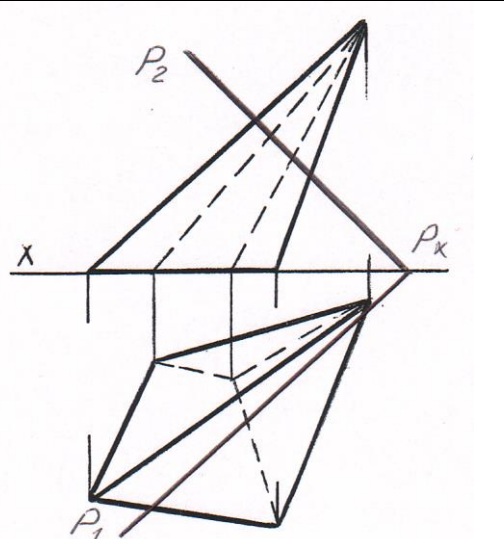
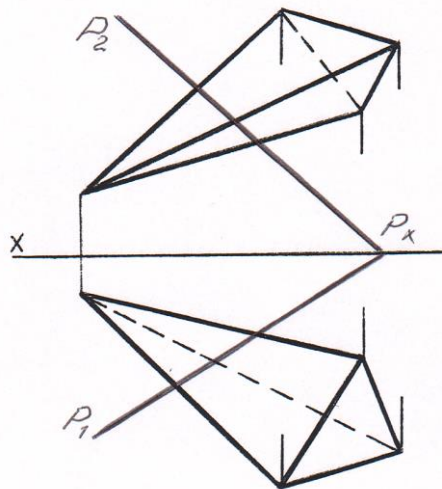
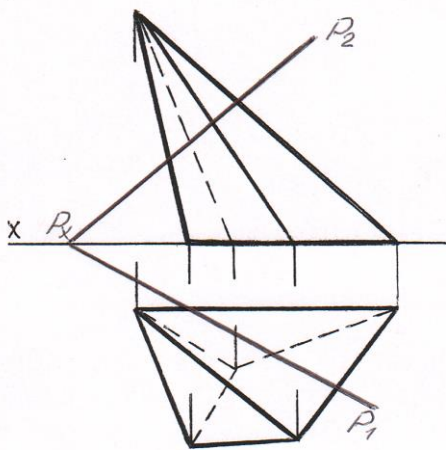
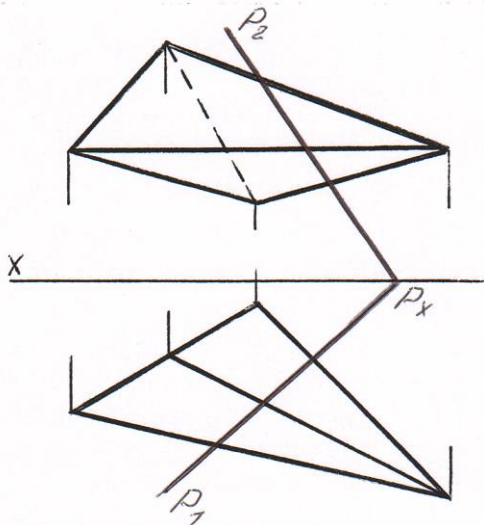
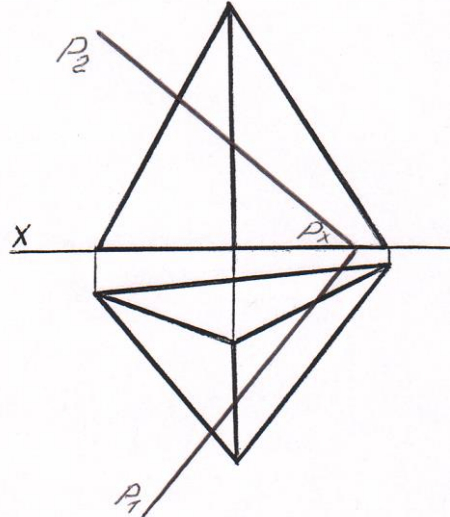
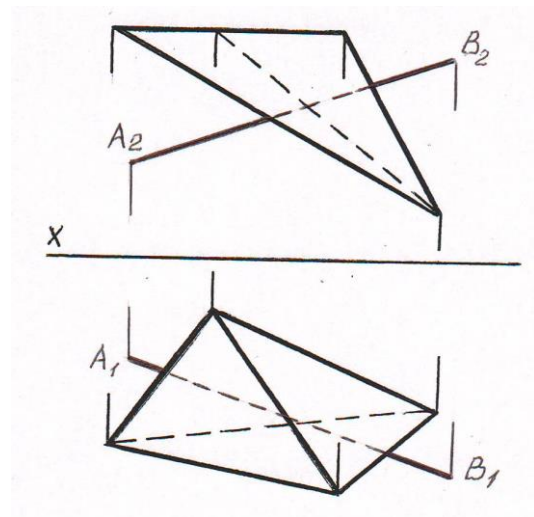
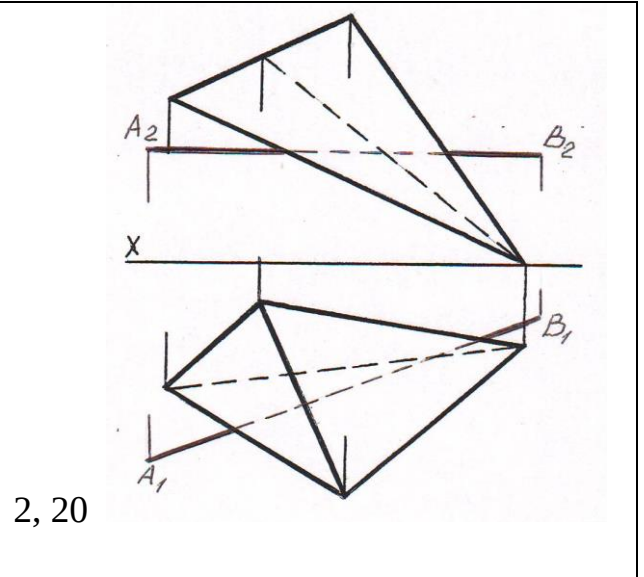
	
5, 33 	16, 34 
17, 35 	18, 36 

Таблица 27 – Данные для решения задачи 1

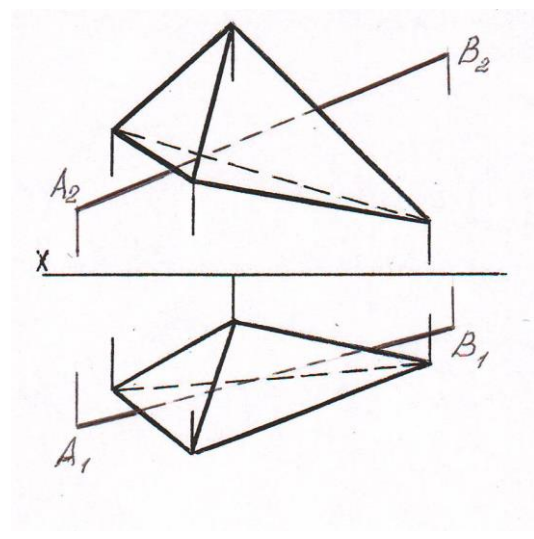
1, 19



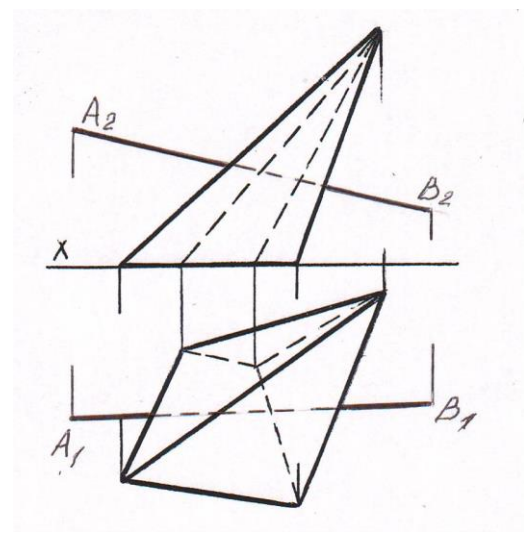
2, 20



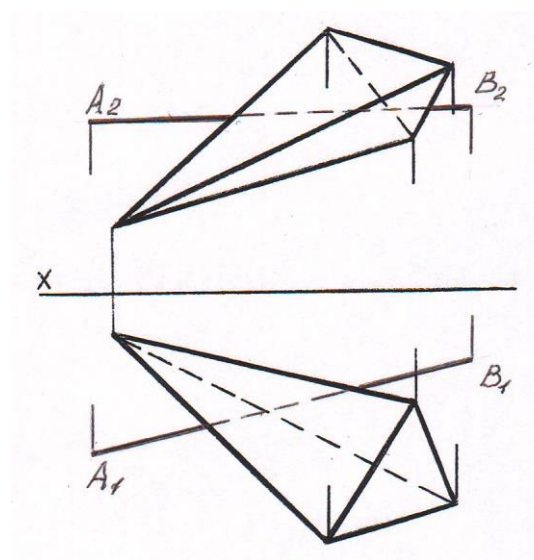
13, 31



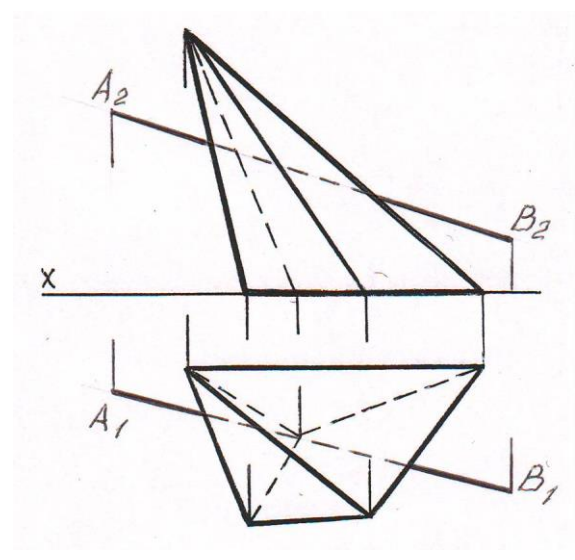
14, 32



15, 33



16, 34

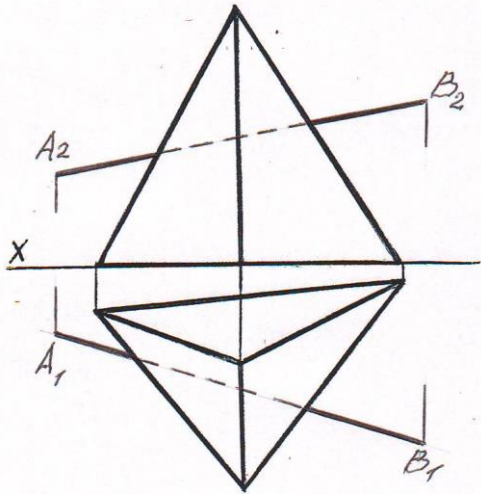
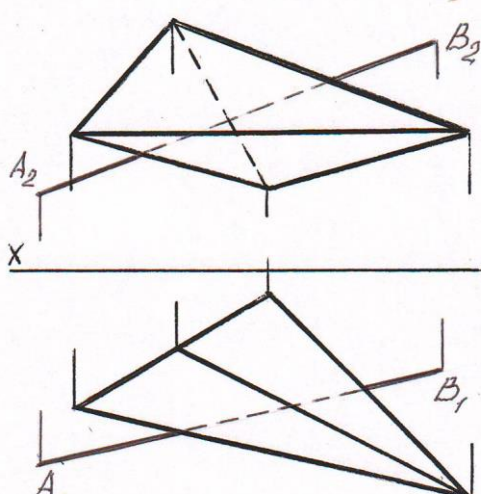
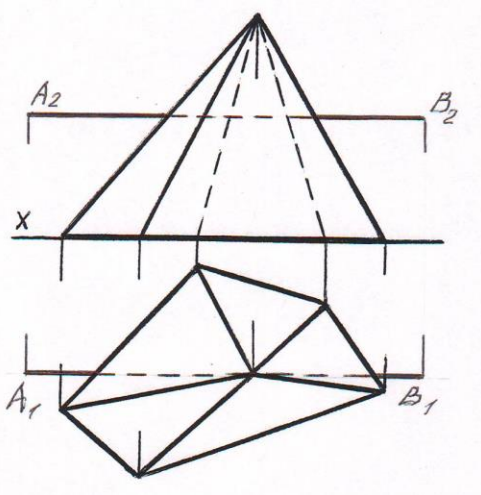
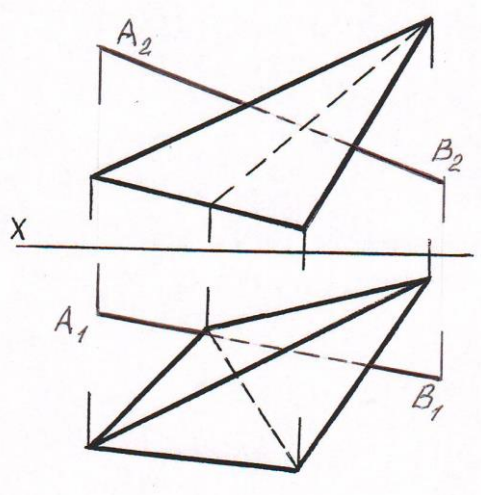
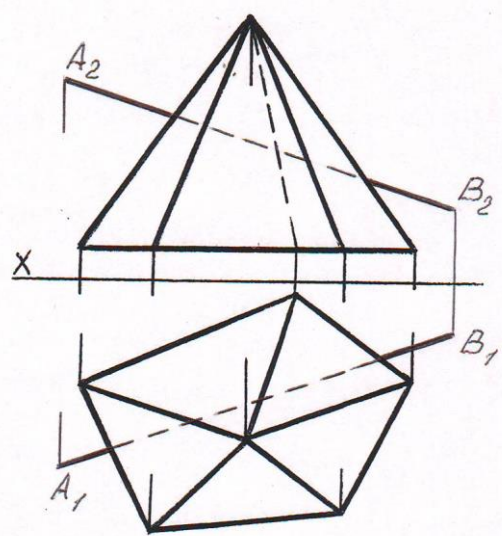
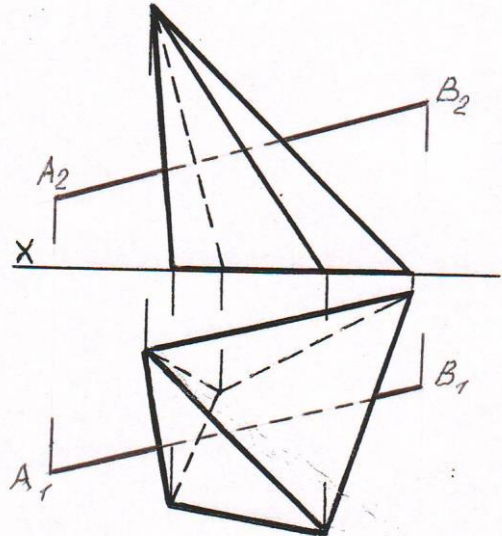


17, 35



18, 36



	
3, 21 	4, 22 
5, 23 	6, 24 
7, 25	8, 26

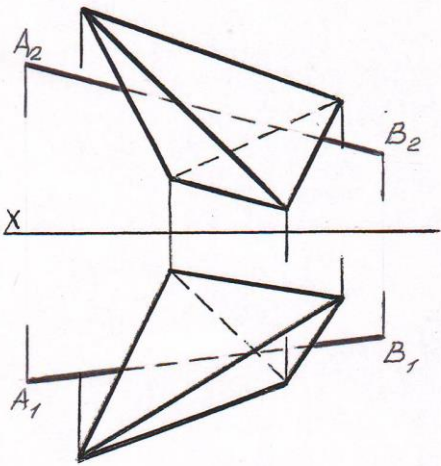
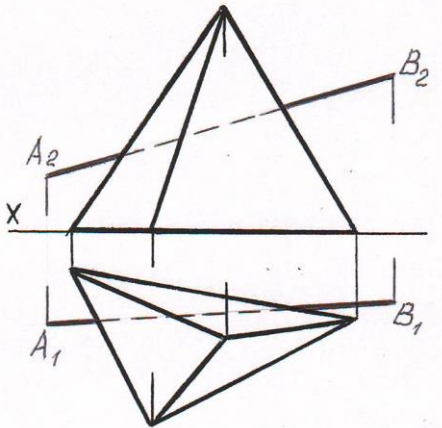
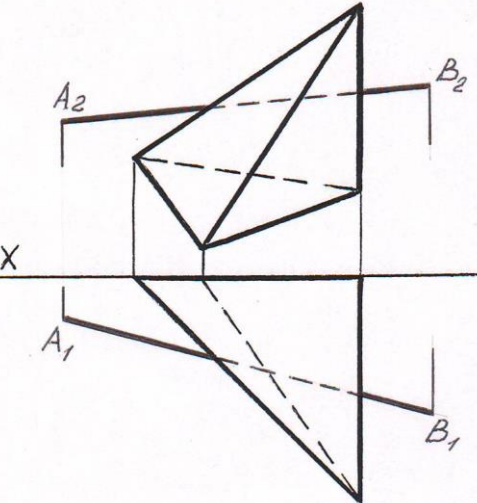
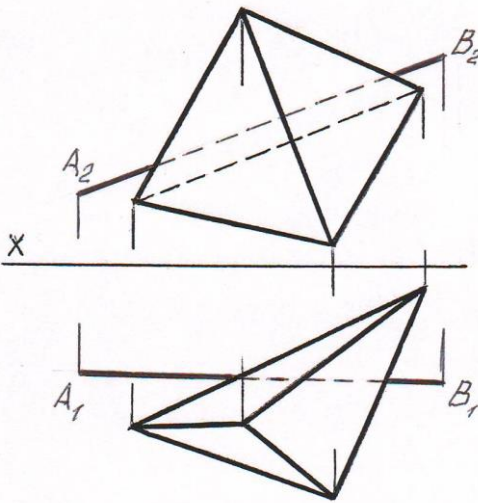
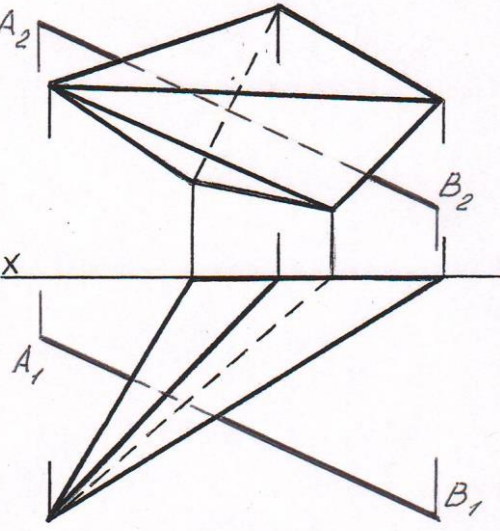
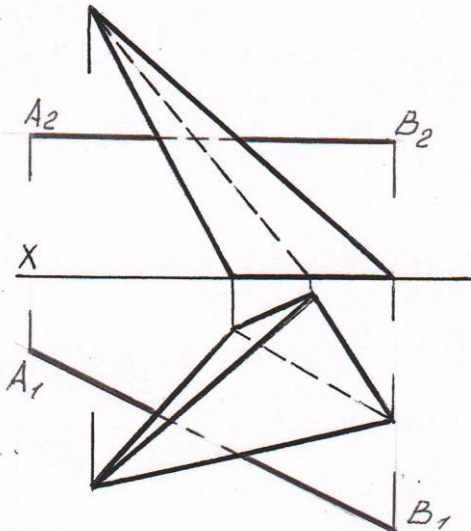
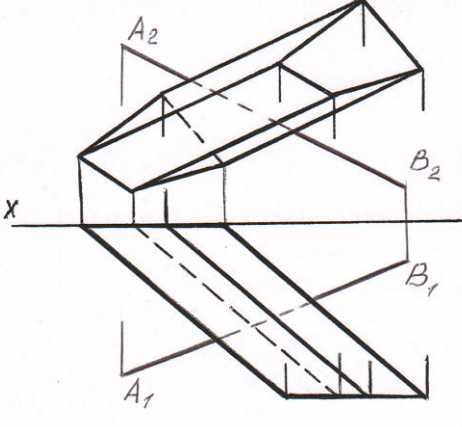
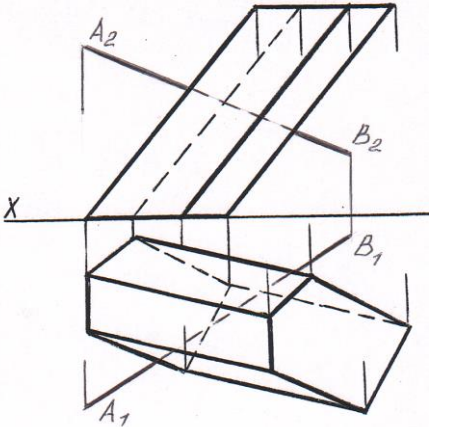
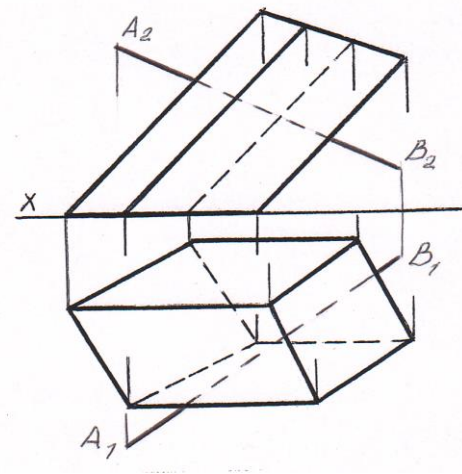
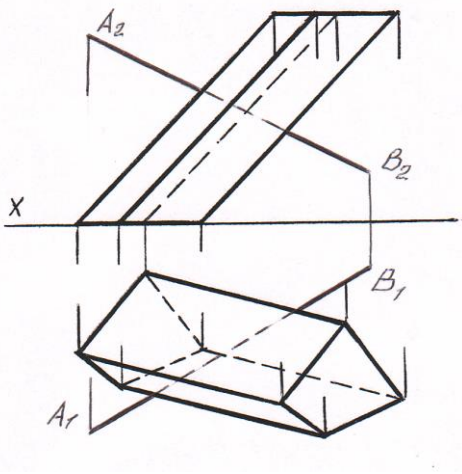
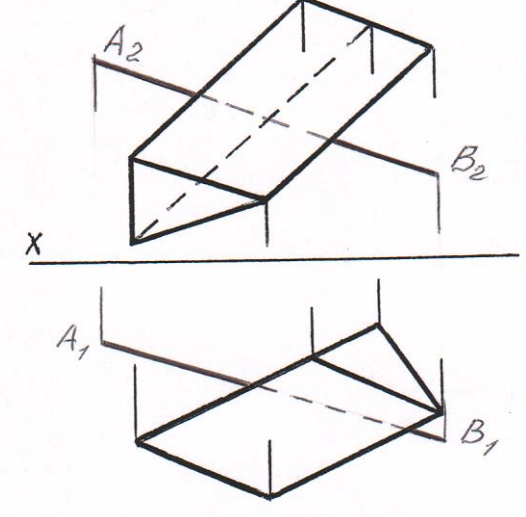
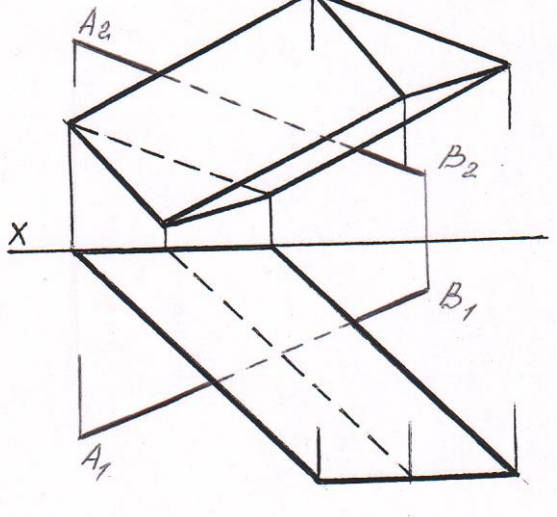
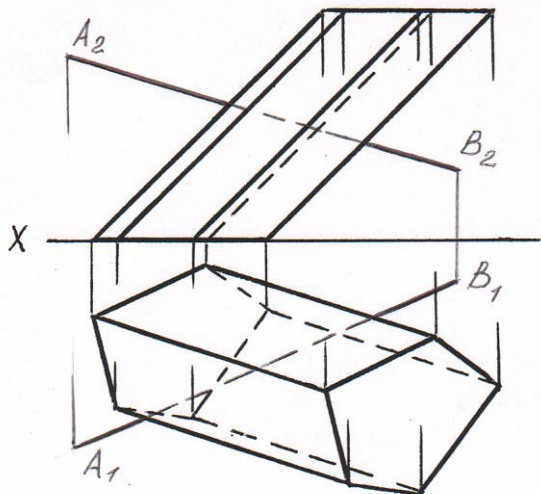
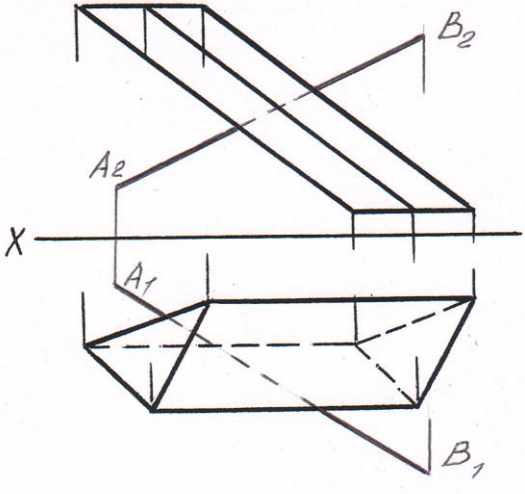
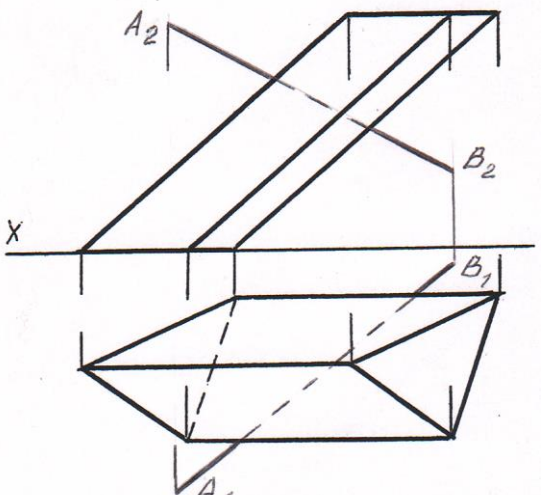
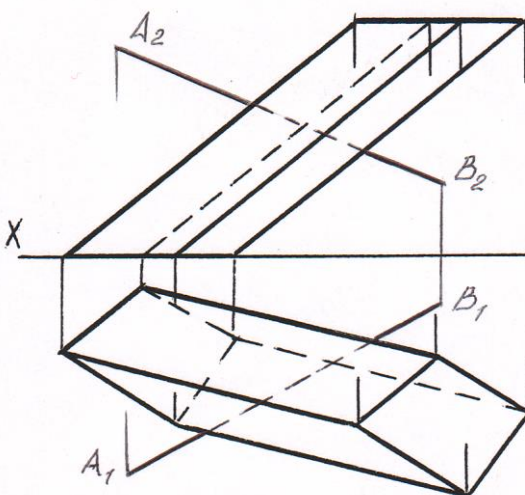
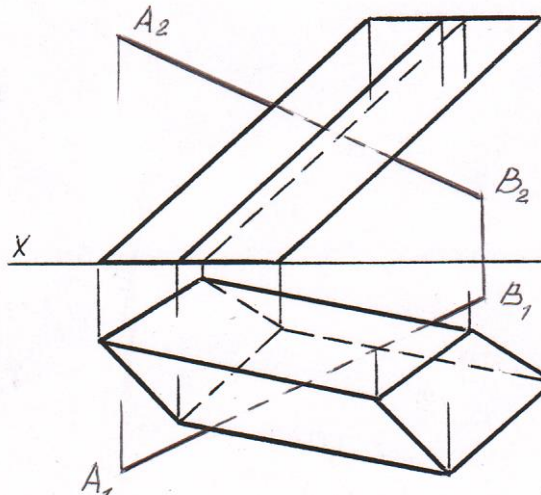
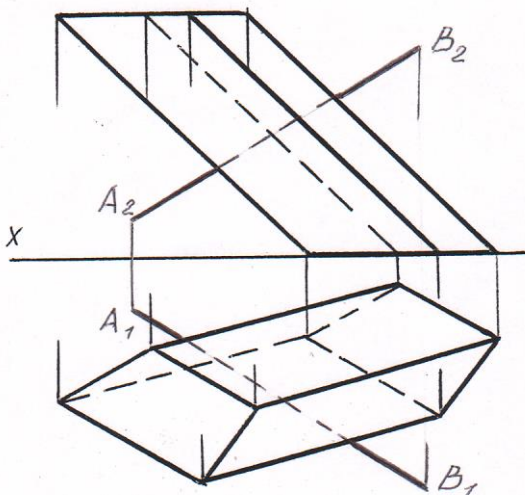
	
9, 27 	10, 28 
11, 29 	12, 30 

Таблица 28 – Данные для решения задачи 2

1, 19

2, 20

	
3, 21 	4, 22 
5, 23 	6, 24 
7, 25	8, 26

	
9, 27 	10, 28 
11, 29 	12, 30 
13, 31	14, 32

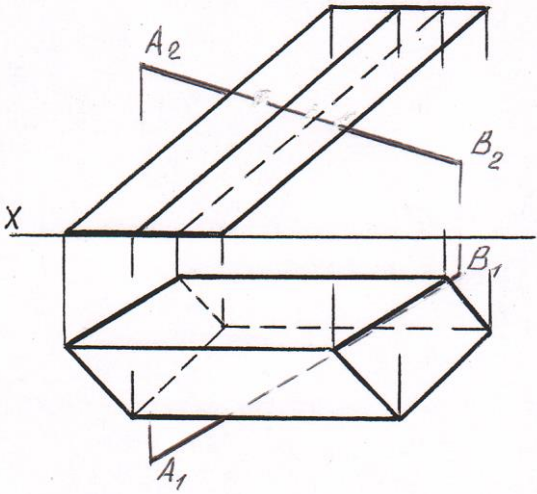
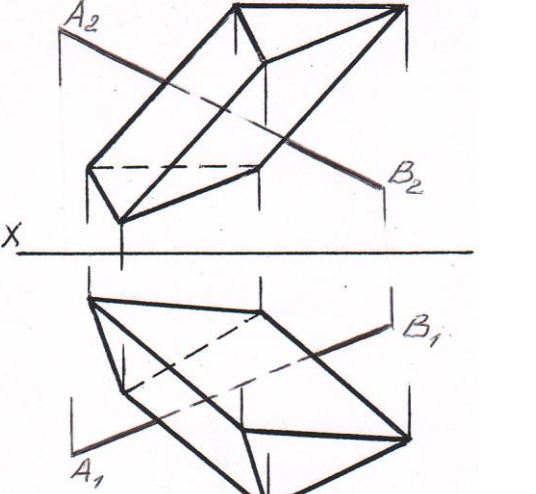
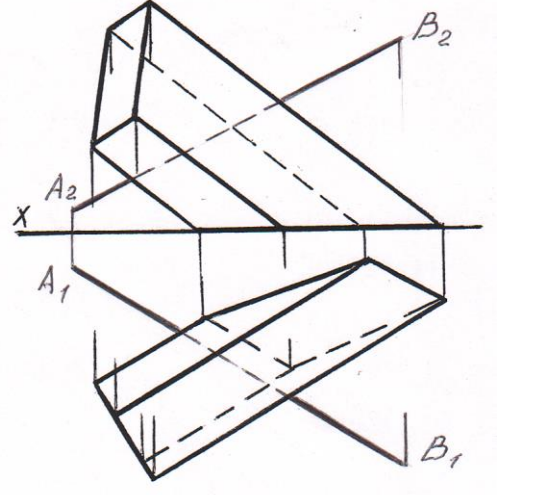
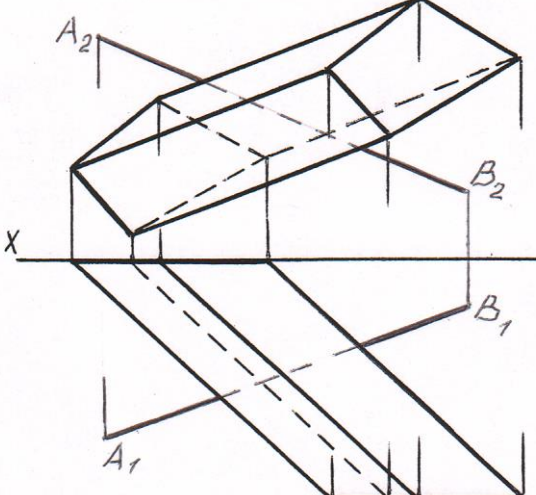
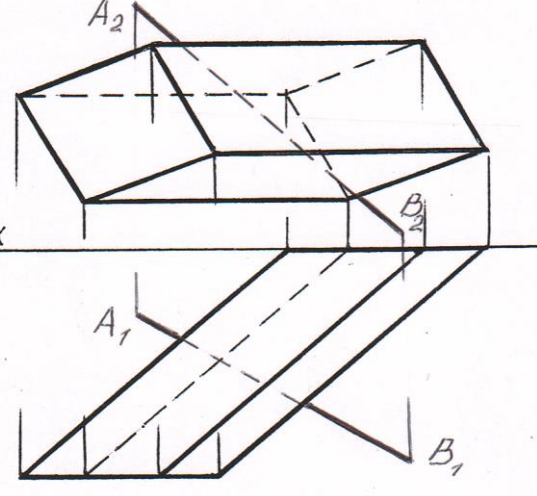
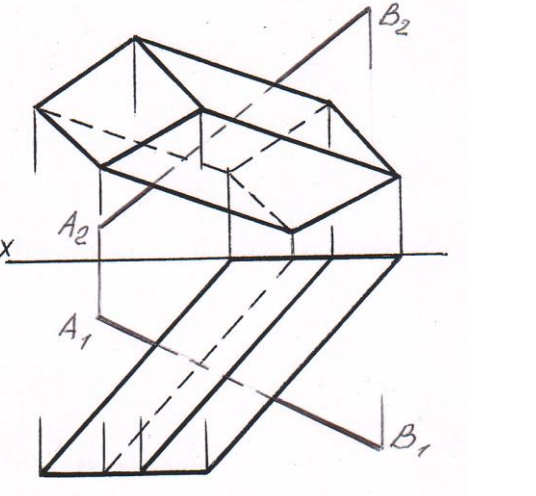
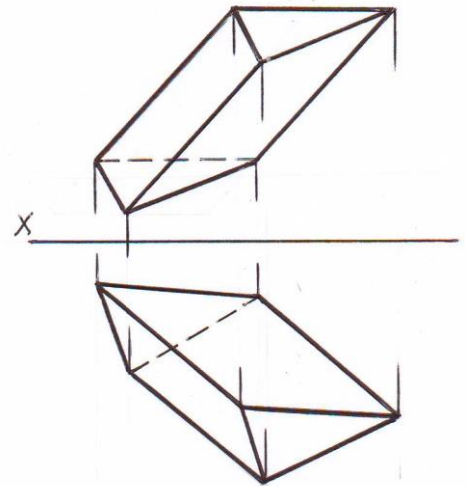
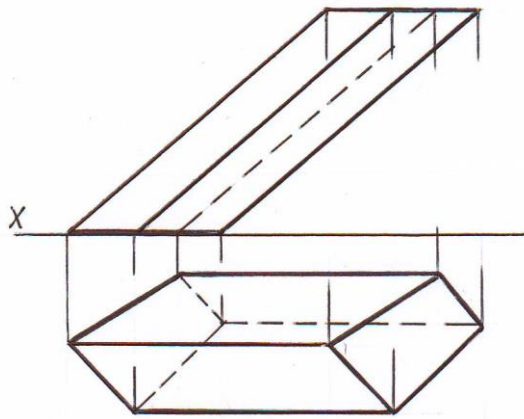
	
15, 33 	16, 34 
17, 35 	18, 36 

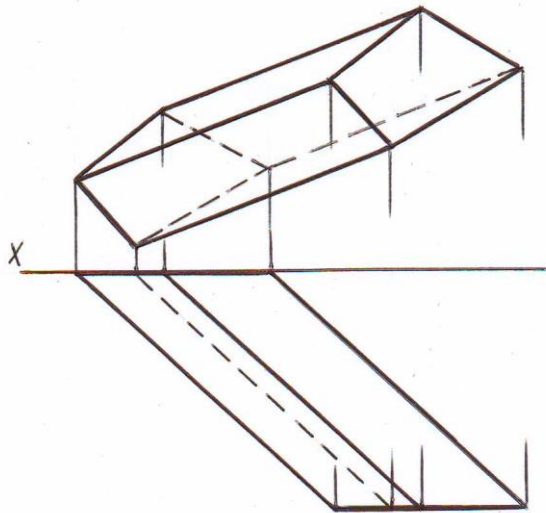
Таблица 29 – Данные для решения задачи 1

1,19

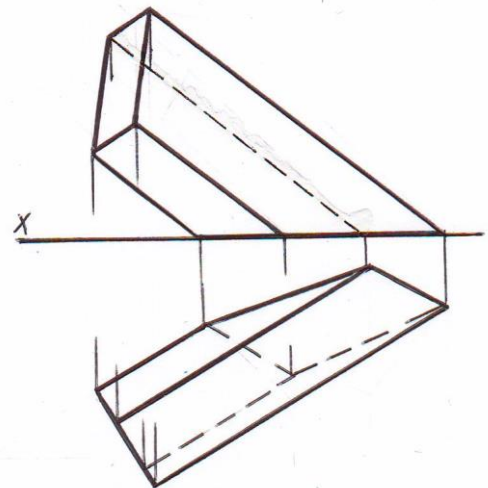


2,20

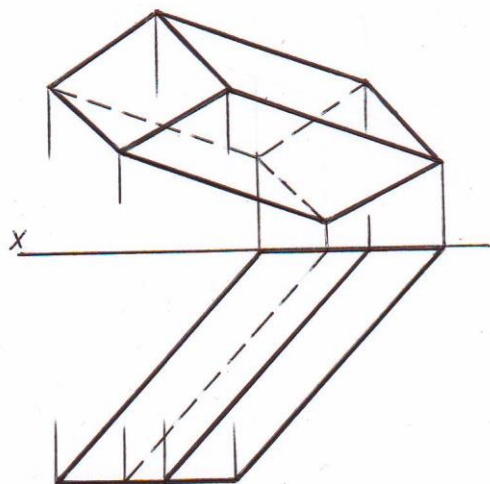
3,21



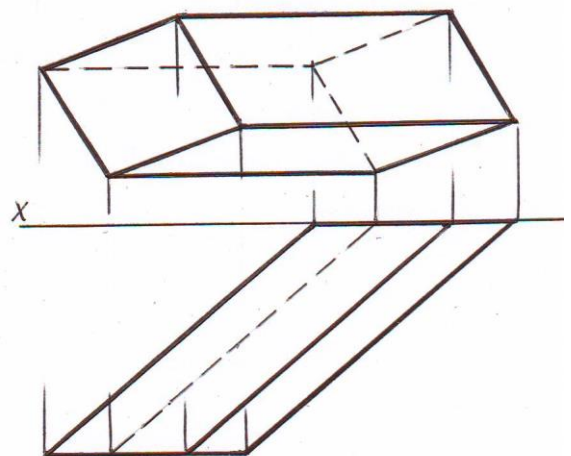
4,22

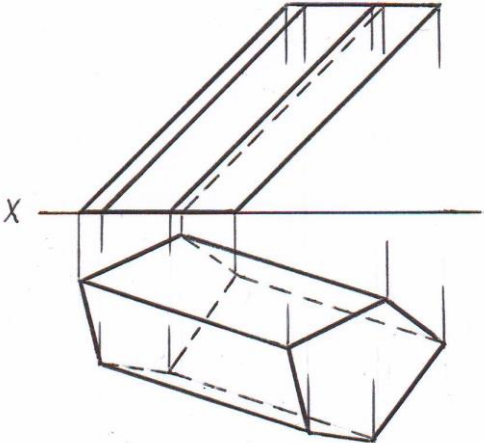
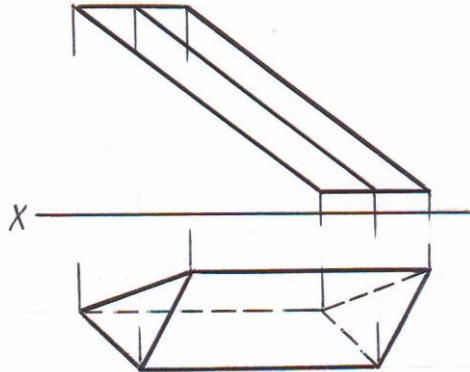
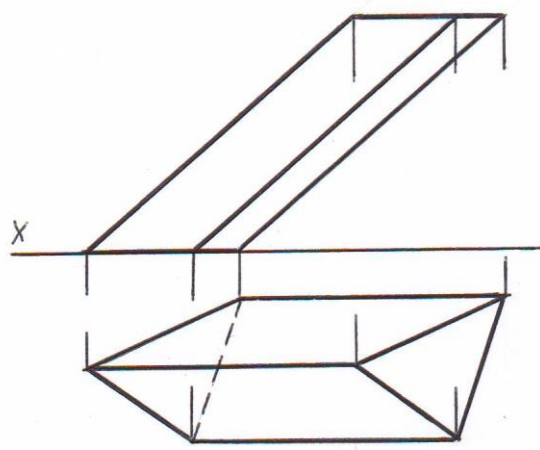
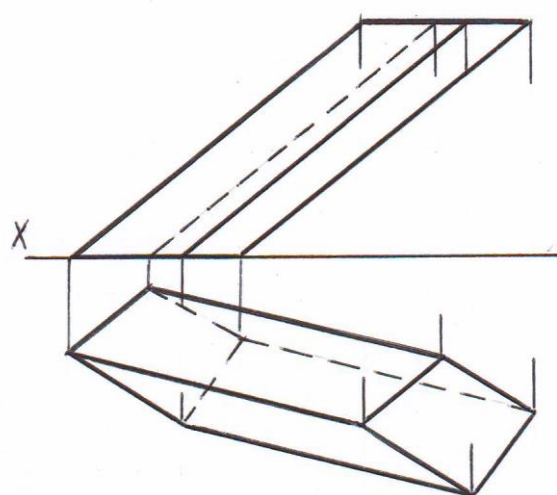
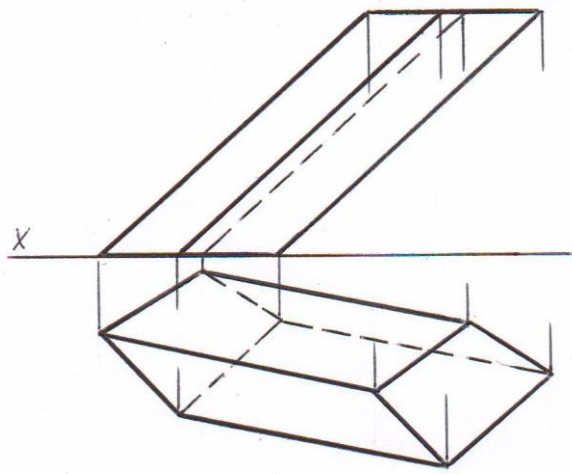
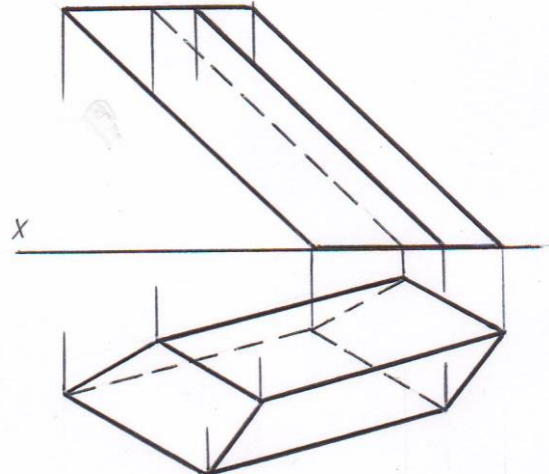


5,23



6,24



7, 25 	8, 26 
9, 27 	10, 28 
11, 29 	12, 30 
13, 31	14, 32

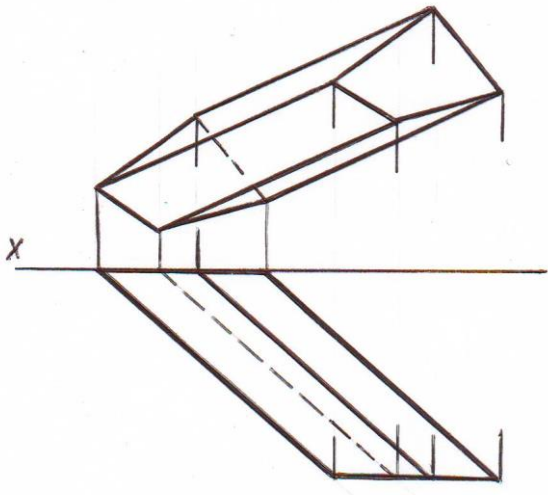
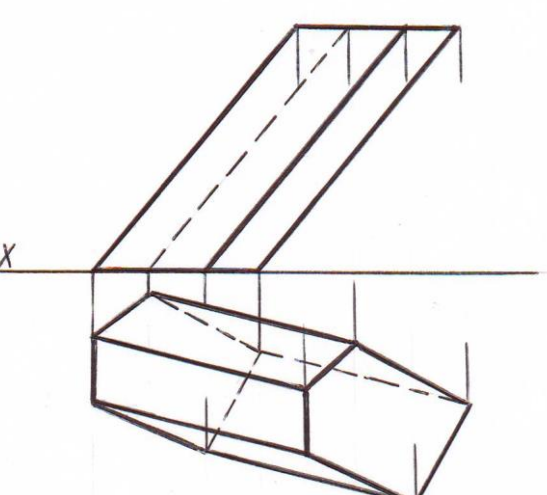
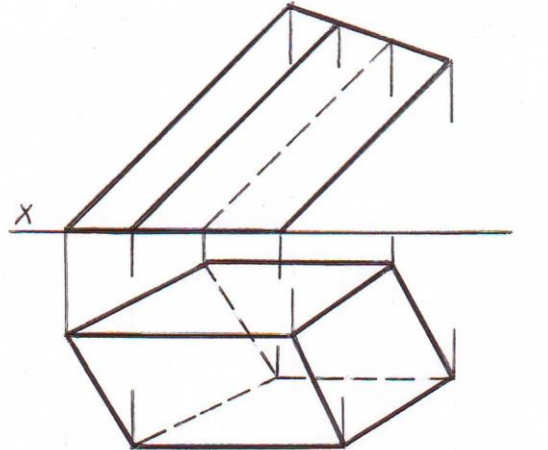
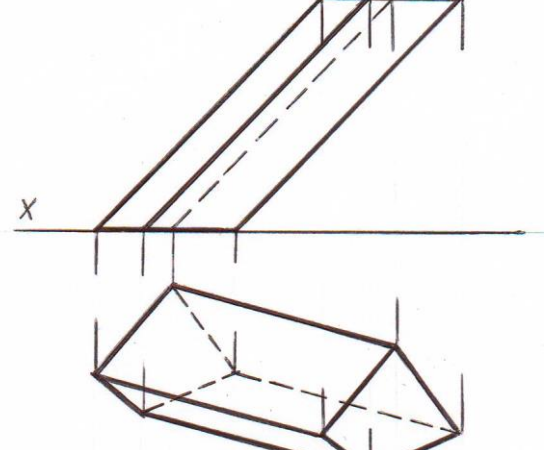
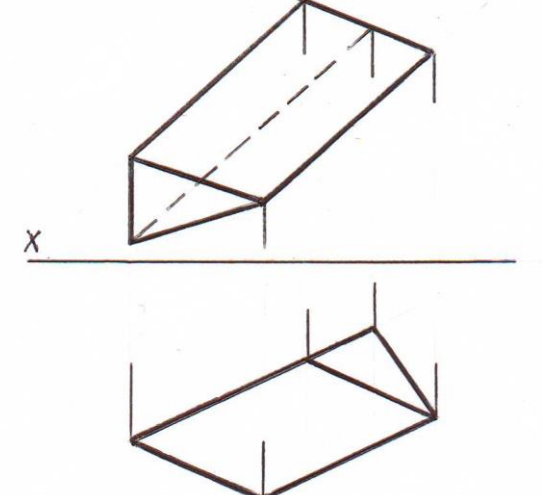
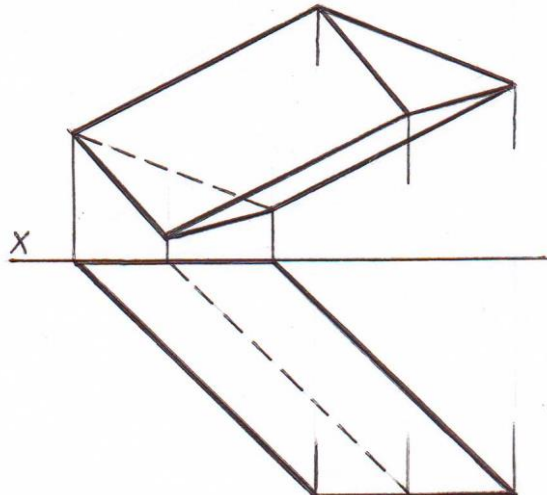
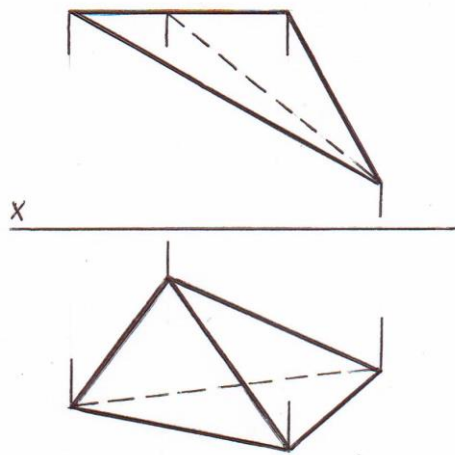
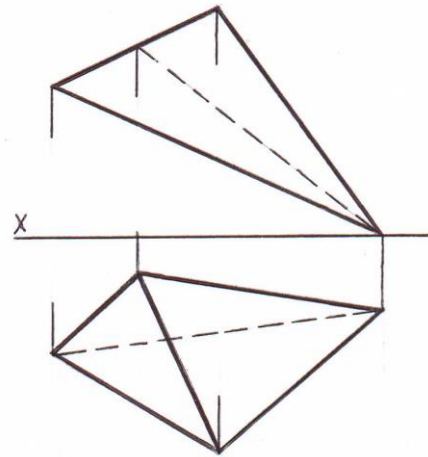
	
15, 33 	16, 34 
17, 35 	18, 36 

Таблица 30 – Данные для решения задачи 2

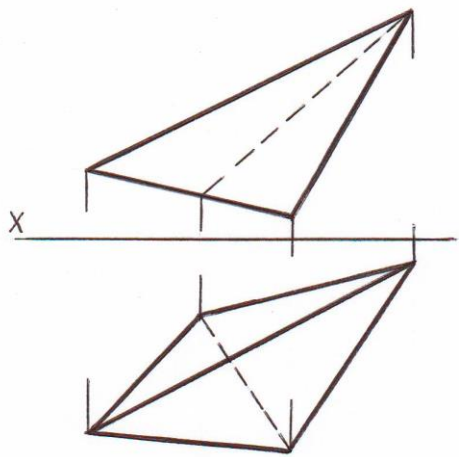
1, 19



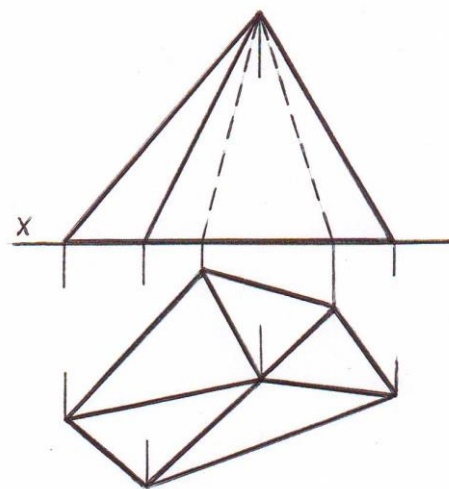
2, 20



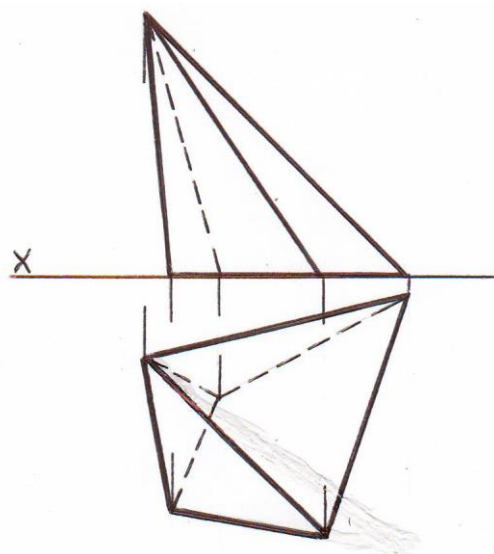
3, 21



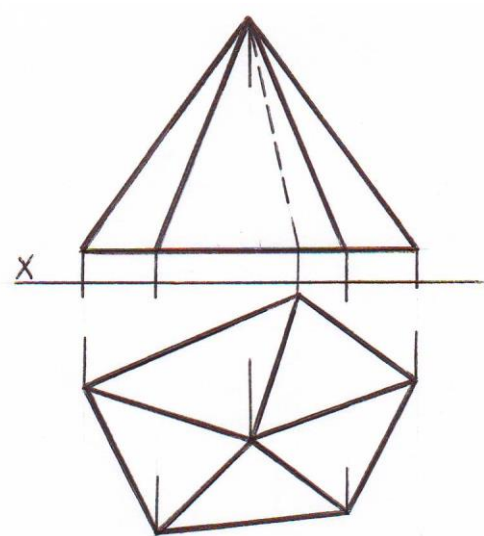
4, 22



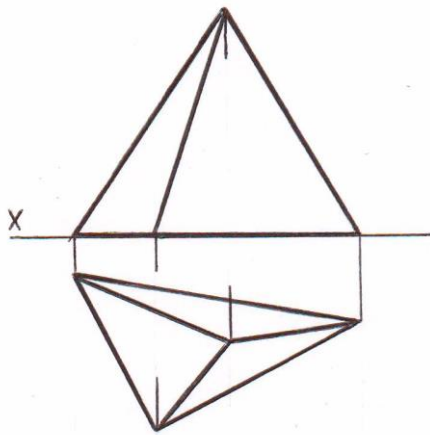
5, 23



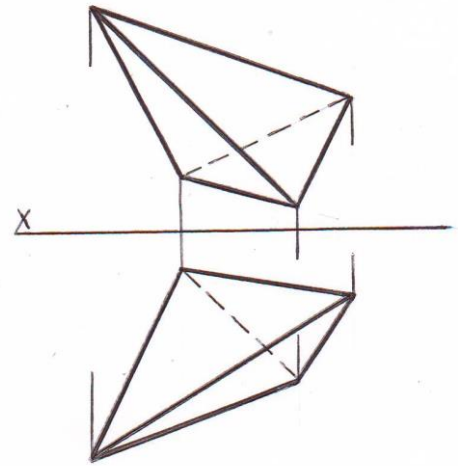
6, 24



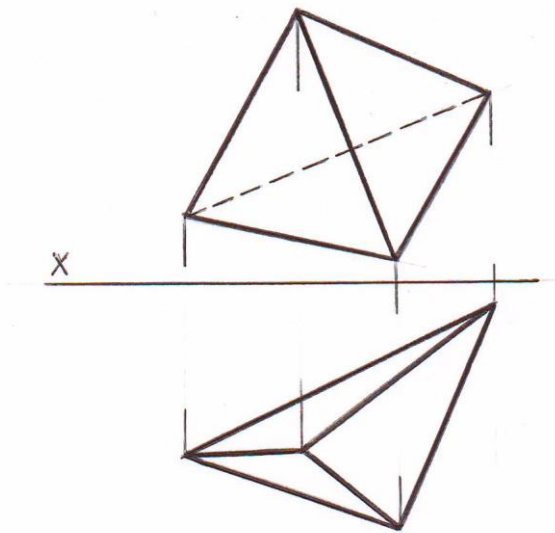
7, 25



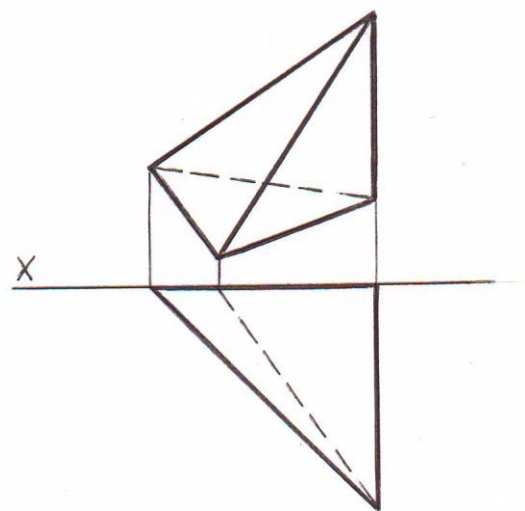
8, 26



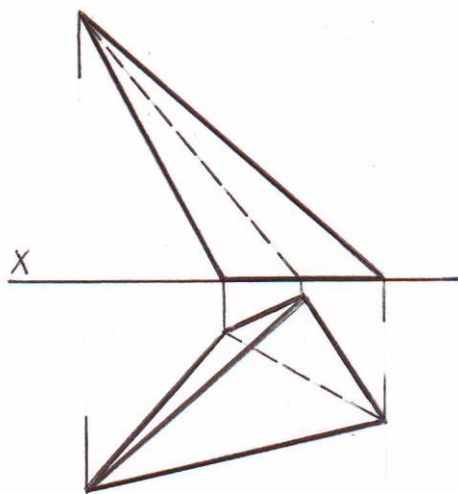
9, 27



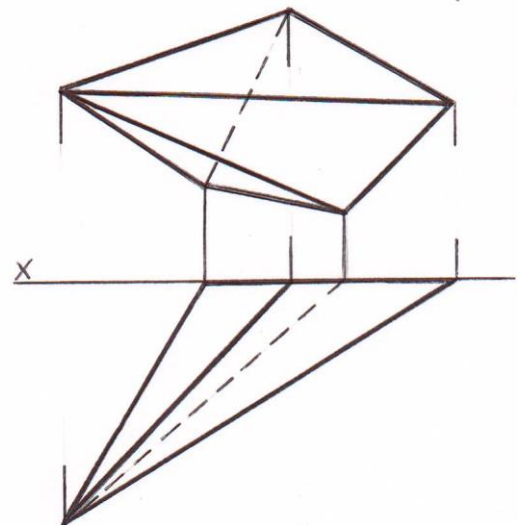
10, 28



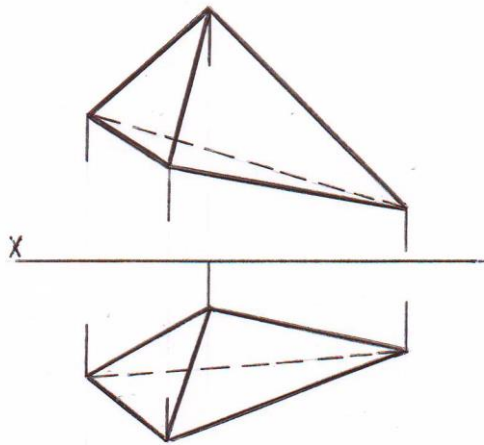
11, 29



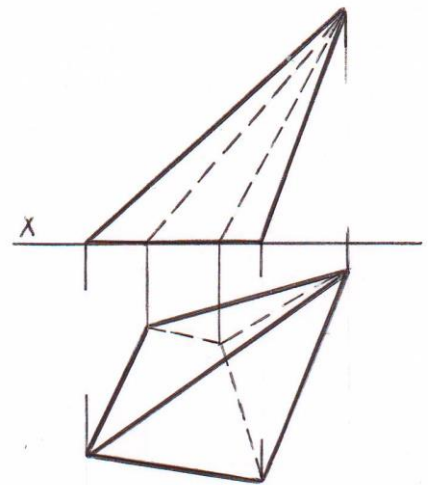
12, 30



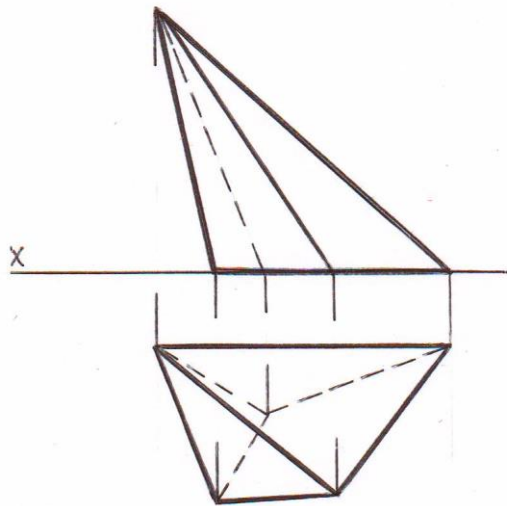
13, 31



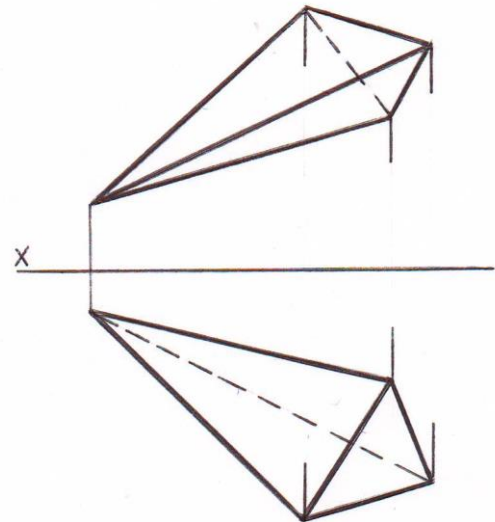
14, 32



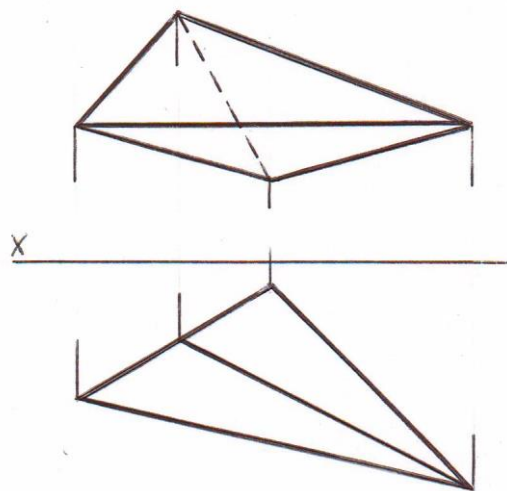
15, 33



16, 34



17, 35



18, 36

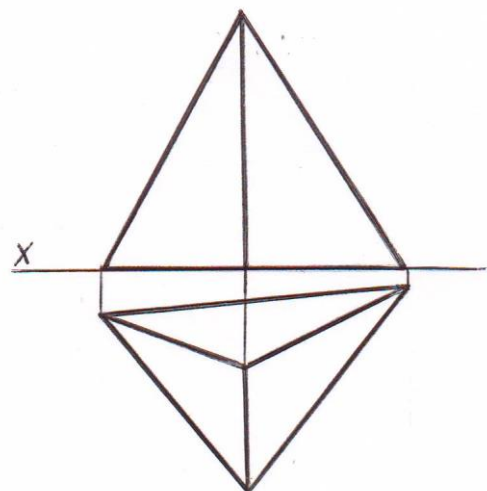


Таблица 32 — Данные к задаче 2

Таблица 33 — Данные к задаче 3

[illegible]

X_p	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
α	35	45	50	60	35	45	50	60	35	45	50	35	45	50	60
β	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35

Таблица 34 — Данные к задаче 1

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Цилиндр															
X₀	15	20	25	30	35	40	15	20	25	30	35	40	30	35	40
Y₀	20	25	30	35	40	45	20	25	30	35	40	45	35	40	45
d	25	30	35	40	45	50	30	40	45	50	55	60	45	40	50
H	30	35	40	45	50	30	35	40	45	50	30	35	40	45	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
γ	30	35	40	25	20	30	35	40	25	20	30	35	40	25	20
δ	15	20	25	30	35	15	20	25	30	35	15	20	25	30	35
X_A	50	55	60	65	70	75	50	60	65	70	75	80	60	60	55
Y_A	25	30	35	10	20	30	30	35	40	10	20	30	45	40	45
α	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30	20	25	30
β	15	20	25	30	35	40	15	20	25	30	35	40	20	25	30
Конус															
X₀	35	30	20	25	30	30	35	30	20	25	30	30	35	30	20
Y₀	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
d	50	40	30	25	35	40	50	40	30	25	35	40	50	40	30
H	45	40	35	35	40	45	50	50	40	35	45	50	60	55	50
X_A	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Y_A	30	25	20	15	10	10	15	20	30	35	30	25	25	25	25
α	10	15	20	25	30	40	35	15	20	25	30	15	20	25	30
β	15	20	25	30	35	15	20	25	30	35	15	20	25	30	35
Сфера															
X_C	30	35	40	45	50	30	35	40	45	50	30	35	45	45	50
Y_C	20	25	25	30	30	20	25	25	30	30	20	25	25	30	30
Z_C	15	20	20	25	25	15	20	20	25	25	15	20	20	25	25

d	30	35	40	45	50	30	35	40	45	50	30	35	40	45	50
α	45	50	55	60	65	45	50	55	60	65	45	50	55	60	65
β	15	20	25	30	35	40	45	50	55	20	25	30	35	40	45
X_A	60	60	80	90	75	60	70	70	80	90	60	70	75	80	90
X_B	10	15	15	20	15	10	10	10	15	20	10	10	10	10	10
Тор															
X_O	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Y_O	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
H	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
X_{K1}	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Z_{K1}	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
X_{K2}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Z_{K2}	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
r	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
X_A	70	80	65	70	80	65	70	80	65	70	80	65	70	80	65
Y_A	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10	10	15	10
α	30	25	20	15	10	30	25	20	15	10	30	25	20	15	10
β	45	40	35	30	25	25	30	35	40	45	45	40	35	30	25

Таблица 35 — Данные к задаче 1

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Тор и цилиндр															
R	50	54	50	52	55	48	50	54	50	52	55	48	50	54	50
D	40	44	38	42	44	36	40	44	38	42	44	36	40	44	38
D	36	40	34	38	40	36	36	40	34	30	40	36	36	40	34
h	80	90	80	80	90	78	80	90	80	80	90	78	80	90	80
Сфера и цилиндр															
D_{сф}	78	76	80	72	74	70	78	76	80	72	74	70	78	76	80
d	40	38	42	36	34	36	40	38	42	36	34	36	40	38	42
L	25	27	26	22	20	22	25	27	26	22	20	22	25	27	21

L₁	22	25	28	24	22	24	22	25	28	24	22	25	28	24	22
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
h	50	48	50	45	46	40	50	48	50	45	46	40	50	48	50
Сфера и конус															
d_{сф}	80	70	70	60	50	50	40	40	40	50	60	70	70	60	90
r	45	45	40	40	35	35	30	35	35	40	40	45	45	45	40
L₂	5	10	15	20	15	10	5	15	10	15	20	20	15	10	20
L₃	25	20	20	15	10	15	20	25	20	25	15	10	15	15	25
L₄	50	45	45	40	40	35	35	35	40	40	45	45	50	45	45
h	95	90	85	80	75	70	65	70	75	80	85	90	95	90	85

Министерство науки и образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Северо-Кавказский Федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению расчетно-графической работы
по дисциплине

«Начертательная геометрия. Строительное черчение»
для студентов направления подготовки

08.03.01 Строительство

Содержание

1. Введение
2. Цель, задачи и реализуемые компетенции
3. Формулировка задания и его объём
4. Общие требования к написанию и оформлению работы
5. Рекомендации по выполнению работы
6. План-график выполнения работы
7. Критерии оценивания работы
8. Порядок защиты работы
9. Список литературы

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время темпы развития строительного производства требуют высокого уровня подготовки инженеров-строителей. В приобретении необходимых знаний значительную роль играет графическая грамотность инженеров.

Умение правильно выполнить и прочесть чертёж вырабатывается в результате овладения курсом инженерной графики. Эти знания, умение и навыки необходимы при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, а также в практической инженерной деятельности.

В соответствии с действующим учебным планом в данном издании представлены варианты заданий по теме «Архитектурно-строительный чертёж». Даны указания по их графическому оформлению.

2. Цель: получение навыков и умений при выполнении и оформлении архитектурно-строительных чертежей; подготовка студентов к самостоятельной работе при изучении специальных дисциплин; представить многогранность применения дисциплины на практике.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать содержание строительных чертежей, применяемые масштабы и условные обозначения; изучить основные этапы их построения ;
- уметь пользоваться справочной литературой (СПДС) при оформлении чертежей; научиться читать строительные чертежи;
- владеть навыками использования чертёжных инструментов для выполнения построений на чертеже;

3. Формулировка задания и его объём

Задача I. *Вычертить план первого этажа, фасад и разрез 2–2 в масштабе 1 : 100. На плане нанести: толщину стен и перегородок, оконные и дверные проёмы, лестничные марши, приборы сантехнического оборудования, маркировку осей и проёмов, а также указать наименования помещений и их площади (цифры площадей подчеркнуть). По вертикальным наружным стенам привязка к осям нулевая, к внутренним несущим – центровая, по горизонтальным наружным – смещённая. На разрезе произвести разбивку лестничных маршей. Фасад здания отмыть акварелью. Вычертить узел А в масштабе 1 : 10.*

4. Общие требования к написанию и оформлению работы

Для выполнения задания необходимо изучить методические указания по теме и рекомендуемую литературу.

Архитектурно-строительный чертёж выполняют в масштабе 1 : 100 на листе чертёжной бумаги формата А1 карандашом. Задание выбирают согласно своему варианту (рис. 3.7 и табл. 3.2) или выдается преподавателем. Пример выполнения чертежа представлен на рис. 3.1.

5. Рекомендации по выполнению работы

Наземные строения, состоящие из помещений, предназначенных для жилья, культурно-бытовых и других целей, называются зданиями. Наземные строения, в которых совсем нет помещений для пребывания людей или имеющиеся отдельные помещения не определяют основного назначения этих строений, называются инженерными сооружениями (мосты, плотины и т.д.).

Согласно ГОСТ 21.501–93 «Архитектурные решения. Рабочие чертежи» в состав основного комплекта рабочих чертежей архитектурных решений включают:

- а) общие данные по рабочим чертежам;
- б) планы этажей, в том числе подвала, технического подполья, технического этажа и чердака;
- в) разрезы;
- г) фасады;
- д) планы полов (при необходимости);
- е) планы кровли (крыши);
- ж) выносные элементы (узлы, фрагменты);
- з) спецификации к схемам расположения.

Строительные чертежи отличаются от машиностроительных следующими особенностями.

На строительных чертежах виды имеют специфические названия. Так, вид на здание снаружи называется фасадом, вид на здание сверху называется планом.

Для общестроительных чертежей, планов, разрезов и фасадов здания обычными являются масштабы 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 400. Масштабы 1 : 5, 1 : 10, 1 : 15, 1 : 20, 1 : 25 служат для выполнения чертежей различных конструкций и отдельных деталей. В масштабе 1 : 1 выполняются лишь чертежи шаблонов сложных по своему профилю тяг, карнизов и т.п. Масштабы увеличения вообще не применяются.

Часто отдельные виды здания, в силу больших размеров, располагаются на различных листах и, следовательно, не имеют непосредственной проекционной связи.

На строительных чертежах, независимо от того, находятся между собой в проекционной связи отдельные виды или нет, над каждым изображением выполняется надпись, характеризующая данное изображение.

Рис. 3.1. Архитектурно-строительный чертеж

План

Чертеж начинают с вычерчивания плана здания в масштабе 1 : 100. Под планом здания обычно подразумевают горизонтальный раз- рез здания, выполненный по тому или иному этажу (поэтажный план) горизонтальной плоскостью, проведенной несколько выше подо- конников. На чертеже плана показывают то, что получается в секущей плоскости, и то, что расположено под нею. Поэтому план дает возможность судить не только о форме и плановых размерах всего здания, но и о форме, размерах, взаимном расположении отдельных помещений, расположении и толщине капитальных стен и перегородок, расположении и плановых размерах лестниц и других элементов здания, а также о размещении санитарно-технического и прочего оборудования. Всегда выполняется план первого этажа и планы всех не однотипных этажей. Над изображением плана выполняется надпись типа «План 1-го этажа», «План крыши» и т.п.

Чертежи планов здания рекомендуется вычерчивать в следующей последовательности. Сначала на лист наносят модульную сетку разбивочных осей (рис. 3.2, *а*). Разбивочной осью называется ось (линия), проходящая вдоль наружных и капитальных внутренних стен. Эти оси в начале строительства выносятся на местность, что называется разбивкой здания. Расстояние между разбивочными осями сооружения соответствует номинальному размеру и должно быть кратным 100 ($M = 100$ мм). Расположение разбивочных осей здания должно удовлетворять требованиям единой модульной системы (ЕМС).

Все наружные и капитальные внутренние стены, а также опоры (колонны и столбы), должны иметь разбивочные оси. К разбивочным осям привязывают все элементы и конструкции здания. Разбивочные оси внутренних колонн и стен обычно совпадают с их геометрическими осями. Разбивочные оси наружных стен не совпадают с их геометрическими осями. Они могут совпадать с внутренней гранью стены или отстоять от нее на величину, кратную 100 мм (величина модуля). Разбивочные оси наносят штрихпунктирными линиями. Их выносят за контуры здания и заканчивают кружками диаметром 6...12 мм, в которых ставят их обозначения (марки).

Продольные разбивочные оси маркируют буквами русского алфавита снизу вверх, начиная с буквы А. Поперечные оси маркируют цифрами слева направо, начиная с цифры 1. Маркировку осей, как правило, производят по левой и нижней сторонам. Если расположение осей противоположных сторон плана не совпадает, в местах расхождения разбивки, маркировку выносят дополнительно, по правой и верхней сторонам плана.

После разметки на чертеже сетки осей вычерчивают капитальные стены, затем наносят перегородки (рис. 3.2, *б*). Взаимное пересечение перегородок не отмечается линией их пересечения. Далее изображают и маркируют оконные и дверные проемы в перегородках, наносят санитарно-техническое оборудование и вентиляционные каналы. На плане лестничной клетки показывают контуры площадок и маршей, на плане 1-го этажа изображают и входную площадку на лестницу (рис. 3.2, *в*)

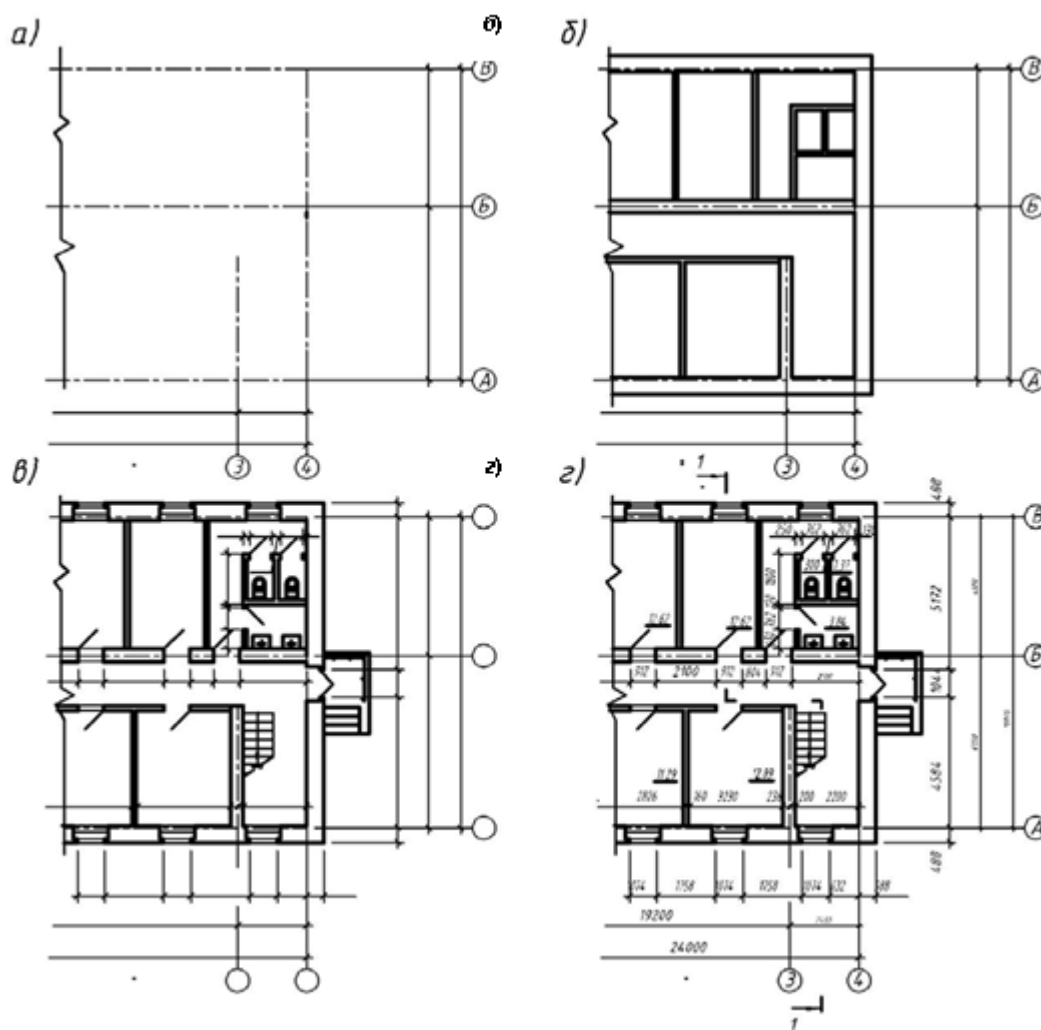


Рис. 3.2. Последовательность выполнения плана здания

Размеры, как и на машиностроительных чертежах, указываются в мм, но наносят в виде замкнутой цепочки. Первую из них, с чередующимися размерами простенков и проемов, проводят на расстоянии 15...20 мм от внешнего контура плана.

Размеры простенков должны соответствовать размерам, рекомендуемым для кирпичной кладки, с учетом размеров стандартного кирпича, а размеры проемов – размерам для установки в них стандартных оконных блоков. Но так как размеры здания зависят прежде всего от размеров между разбивочными осями капитальных стен, намечаемыми в соответствии с размерами стандартных панелей перекрытия, то, как правило, не удастся добиться, чтобы все без исключения простенки соответствовали размерам, рекомендуемым для кирпичной кладки. В таком случае, чтобы сбалансировать общую длину кирпичной кладки по той или иной разбивочной оси, размер одного простенка (лучше большего) проставляют таким, каким он получится после вычета из всей длины стены суммы размеров всех проемов и простенков.

Вторая от внешнего контура плана размерная цепочка определяет расстояние между разбивочными осями. Также дается привязка осей наружных стен к их наружным граням.

За второй размерной цепочкой указывается расстояние между крайними разбивочными осями и дается габаритный размер плана. Расстояние между размерными цепочками принимается 8...10 мм. Кружки для обозначения разбивочных осей выносятся за все размерные линии. Чтобы разбивочные оси при выноске их к кружкам не пересекали все размерные линии, оси в соответствующих местах должны прерываться.

За все размерные линии выносятся и линии разрезов (следы секущих плоскостей), которые показываются обычно на плане 1-го этажа и, в отличие от машиностроительного черчения, обозначаются арабскими цифрами.

Размеры, проставляемые внутри плана здания

Прежде всего, это цепочки размеров, определяющих последовательно ширину (длину) помещений, толщину стен и перегородок. Внутри плана проставляются размеры привязки граней капитальных стен к разбивочным осям, размеры внутренних дверных проемов и дается привязка проемов к ближайшим поперечным стенам. На плане лестницы указывается ширина и длина лестничной клетки, ширина площадок, ширина и номинальный размер горизонтальной проекции марша. На свободном месте, желательно ближе к правому нижнему углу плана каждого помещения, проставляется его площадь, высчитанная с точностью до 0,01 м². Цифра, определяющая площадь помещения, подчеркивается толстой линией (цифра пишется шрифтом № 3,5) (рис. 3.3).

На чертеже М 1 : 100 обводку контуров капитальных стен рекомендуется выполнить линией толщиной 0,6...0,7 мм, а перегородок – линией несколько тоньше, чтобы все линии контура не сливались. Контуров всех элементов, находящихся за секущей плоскостью, вычерчиваются линией 0,2...0,25 мм.

Высота размерной цифры – 3,5 мм, а размер шрифта для обозначения осей должен быть на один – два номера больше, чем размер шрифта чисел.

В плане и разрезе стены, попавшие в разрез, штриховкой не покрывают.

Во всех вариантах задания будет использован кирпич модульных размеров одинарный, изготавливаемый по ГОСТ 530–95, в котором его размеры составляют (длина □ ширина □ толщина): 288 □ 138 □ 63 мм.

Чтобы при кладке стен не рубить кирпич, толщина стен, а также ширина отдельных простенков должна быть кратной соответствующим размерам стандартного кирпича с учетом толщины швов раствора.

Если говорят, что стена толщиной в 1 1/2 кирпича, то это означает, что поперек стены укладывают один кирпич ложком и один тычком, т.е. $288 + 138 + 12$ (шов) = 438 мм.

Некоторые проектные организации составляют таблицы для быстрого определения размеров простенков без рубки кирпича. Фрагмент такой таблицы представлен в табл. 3.1.

Допускается наименование помещений (технологических участков), их площади и категории приводить в экспликации (форма и размеры указаны на рис. 3.4) В этом случае на планах вместо наименования помещений проставляют их номера в кружках диаметром 7...8 мм. Для жилых зданий экспликацию помещений, как правило, не выполняют.

Род разрезом здания подразумевается разрез, выполненный вертикальной секущей плоскостью, проходящей поперек (поперечный разрез) или вдоль здания (продольный разрез). Положение секущей плоскости и направление взгляда выбирают из расчета получения максимальной информации о форме, конструктивных особенностях и высотных размерах элементов здания. Секущая плоскость должна проходить по оконным и дверным проемам, по лестнице. Разрез здания дает возможность выявить высоту всего здания, количество и высоту отдельных этажей, взаимное расположение отдельных элементов здания в вертикальном направлении и их размеры – высоту подоконников, высоту оконных и дверных проемов, толщину перекрытий, высотные размеры лестниц и т.д.

3.1. Определение размеров простенков и толщины стен

Количество кирпичей	Толщина или простенок,	Количество кирпичей	Толщина или простенок,
1/2	138	5 1/2	1638
1	288	6	1788
1 1/2	438	6 1/2	1938
2	588	7	2088
2 1/2	738	7 1/2	2238
3	888	8	2388
3 1/2	1038	8 1/2	2538
4	1188	9	2688
4 1/2	1338	9 1/2	2838
5	1488	10	2988

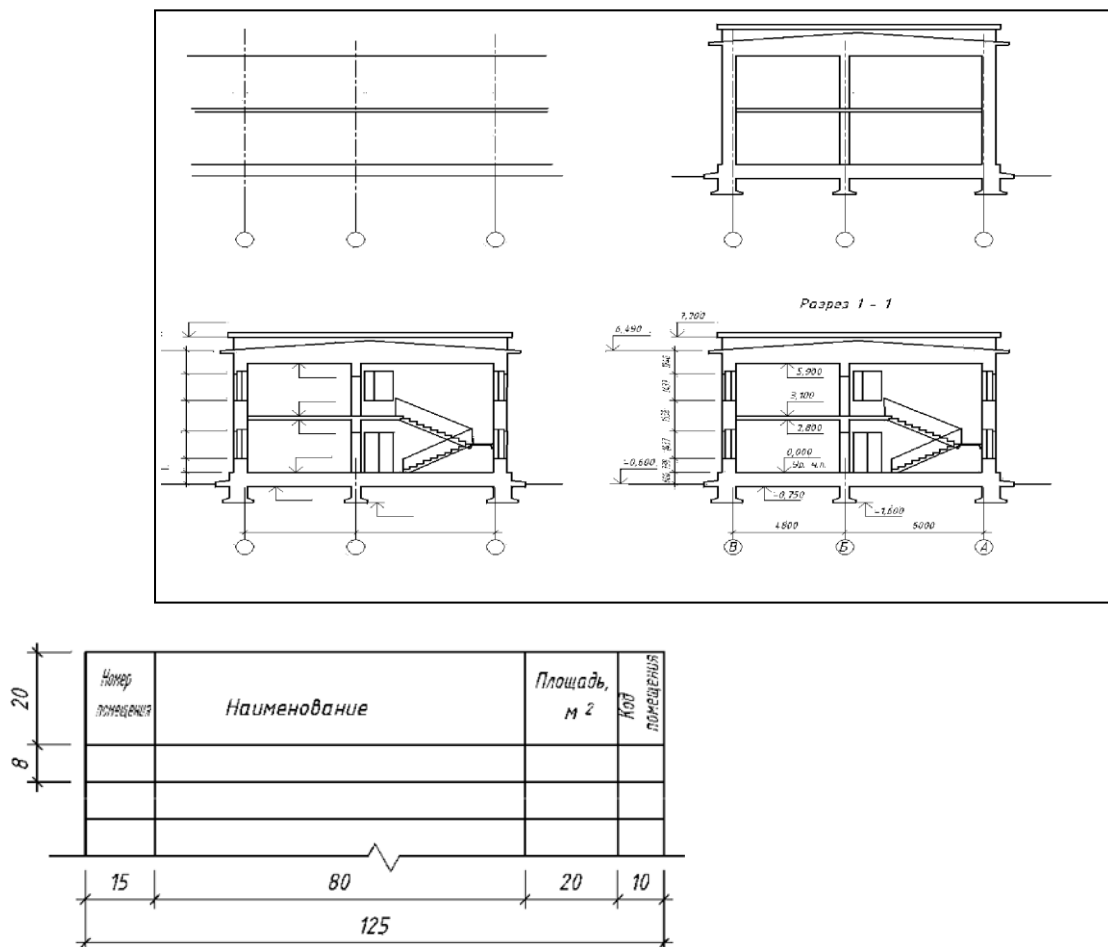


Рис. 3.4. Экспликация помещений

Разрезы

Разрезы в масштабе М 1 : 100 и М 1 : 50 могут выполняться в виде так называемых «архитектурных разрезов», где, в отличие от «конструктивных», изображаемых в более крупном масштабе, не показывается конструктивное решение отдельных элементов, в частности, перемычек, перекрытий и др. Перекрытие и покрытие здания изображаются своими внешними контурами условно, как бы выполненными с капитальными стенами.

Вычерчивать разрез нужно до того, как на плане будет построена лестничная клетка. Лестничная клетка вычерчивается одновременно и на плане, и на разрезе.

Разрез выполняется в порядке, представленном на рис. 3.3. Проводят вертикальные разбивочные оси основных несущих конструктивных стен. Перпендикулярно разбивочным осям чертят горизонтальные линии на уровне: поверхности земли, пола всех этажей и, условно, верха чердачного перекрытия и карниза (рис. 3.3, а).

Наносят тонкими линиями контуры наружных и внутренних стен, перегородок, которые входят в разрез, а также высоты междуэтажных и

чердачного перекрытий и конька крыши (рис. 3.3, б). Намечают в наружных и внутренних стенах и перегородках оконные и дверные проемы, а также видимые дверные проемы и другие элементы, расположенные за секущей плоскостью. Проводят выносные и размерные линии, знаки для простановки высотных отметок (рис. 3.3, в).

На разрезы наносят размеры, характеризующие высоту помещений и отдельных элементов зданий. При этом внутренние размеры – внутри контура здания, наружные – за контуром, опирающейся вершиной в горизонтальную линию (выноску) того или иного уровня (рис. 3.5).

Цифры, характеризующие высоту уровней, проставляются в метрах. За нулевую отметку условно принимают отметку пола 1-го этажа. Отметку проставляют с точностью до 3-х знаков после запятой. Числовые значения отметок плоскостей, лежащих ниже нулевого уровня, обозначают со знаком «минус».

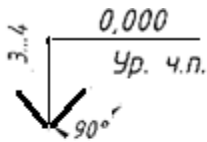


Рис. 3.5. Числовая отметка

Построение разреза по лестнице

Разрез по лестнице служит для монтажа ее сборных элементов – лестничных площадок с балками и маршей. Пусть длина лестничной клетки будет 5610 мм, ширина – 2200 мм, ширина марша 1050 мм, зазор между маршами (в плане) – 100 мм, высота этажей – 3000 мм. При высоте ступени 150 мм в каждом марше должно быть ($1500 : 150 = 10$) десять ступеней. Высота марша равна половине высоты этажа ($3000 : 2 = 1500$).

Вертикальную плоскость ступени называют подступенком, а горизонтальную плоскость – проступью. Так как проступь последней ступени каждого марша совпадает с уровнем площадки и включается в нее, то в плане каждого марша число проступей будет меньше числа ступеней на одну. Высота подступенка h связана с шириной ступени (проступью) b и определяется следующей формулой:

$$b + 2h = 600 \text{ мм}; \quad b = 600 - 2 \cdot 150 = 300 \text{ мм}.$$

Согласно строительным нормам и правилам (СНиП) высота подступенка должна быть не более 170 мм, а ширина ступенек – не менее 260 мм. Длина марша в плане равна $300 \cdot 9 = 2700$ мм. Ширину поэтажной лестничной площадки принимаем равной 1500 мм, тогда ширина промежуточной площадки будет равна $5610 - 1500 - 2700 = 1410$ мм.

После таких предварительных расчетов можно приступать к вычерчиванию разреза (рис. 3.6). Сначала проводят вертикальные разбивочные оси стен лестничной клетки и чертят тонкими линиями внутреннюю и наружную стены. После этого проводят горизонтальные линии на отметках уровня пола тамбура и уровней полов поэтажных и промежуточных лестничных площадок. Откладывают на горизонтальной линии разреза от внутренней стены 1500 мм (ширину поэтажной площадки) и девять раз по 300 мм и через полученные точки проводят тонкие вертикальные линии. На первой горизонтальной линии откладывают ширину проступи 300 мм (точка 1) и соединяют эту точку наклонной прямой с крайней точкой вышележащей промежуточной площадки (точка 2). Прямая 1 – 2 пересекает вертикальные линии в точках, через которые проводят горизонтальные линии – проступи и вертикальные – подступенки. Таким же способом производят разбивку ступеней и других маршей. Количество ступеней должно быть не более 10 и не менее 3. После этого вычерчивают на разрезе лестничные площадки и марши, обводят основными линиями контуры сечений всех элементов, расположенных в плоскости разреза.

При обводке разреза рекомендуется применять следующие толщины линий: для линии земли – 0,7...0,8 мм; для контуров сечений – 0,6...0,7 мм; для элементов за секущей плоскостью – 0,3...0,4 мм; для оборудования – 0,2...0,3 мм.

Фасад

Фасад – это проекция здания на вертикальную плоскость. Различают главный, дворовый и боковой фасады. Фасад вычерчивается в том же масштабе, что и план здания. При выполнении задания фасад располагают над планом с сохранением проекционной связи. На чертеже фасада должны быть изображены все элементы, находящиеся выше поверхности земли. Фасады именуются по крайним разбивочным осям, например, «Фасад 1 – 4». Маркировочные кружки, обозначающие крайние оси, располагаются на расстоянии 14 мм от нижней линии контура фасада. На чертеже фасада проставляются высотные отметки.

Все построения, связанные с вычерчиванием фасада, производят в следующей последовательности. Наносят разбивочные оси и чертят общий контур здания, вычерчивают оконные и дверные проемы, балконы, плиты козырьков над входами, карниз и другие архитектурные элементы фасада. Далее вычерчиваются оконные переплеты, двери, ограждения балконов, вентиляционные и дымовые трубы на крыше, проставляют знаки высотных отметок. Фасад строится, как третья проекция, по двум данным (плану и разрезу). Для фасада применяют более тонкие линии. Рекомендуется для контуров фасада, проемов, плит балконов и лоджий, цоколя и т.п. принять толщину линий 0,4...0,5 мм, для заполнения проемов и разрезки стен – 0,2...0,3 мм, для контура земли – 0,6...0,8 мм.

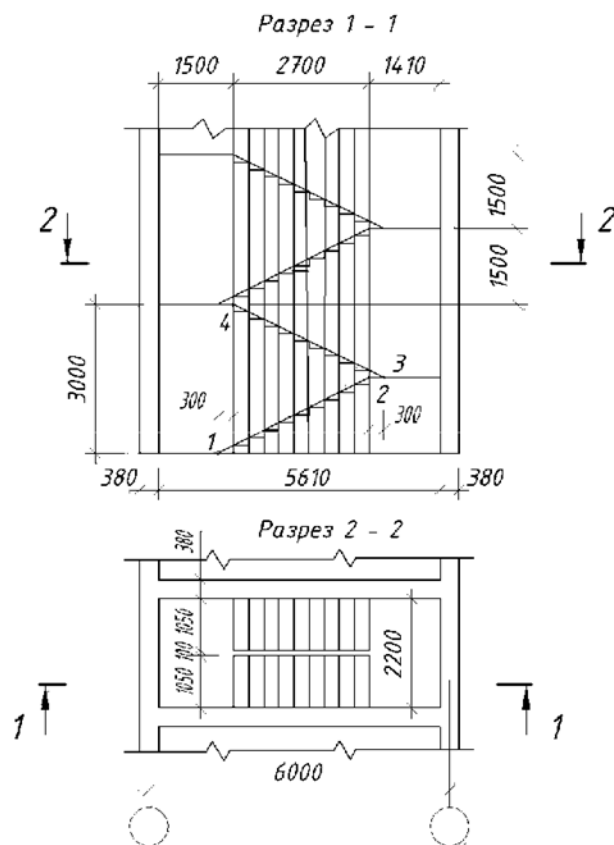


Рис. 3.6. Последовательность разбивки лестничных маршей

Рис. 3.7. Варианты индивидуальных заданий

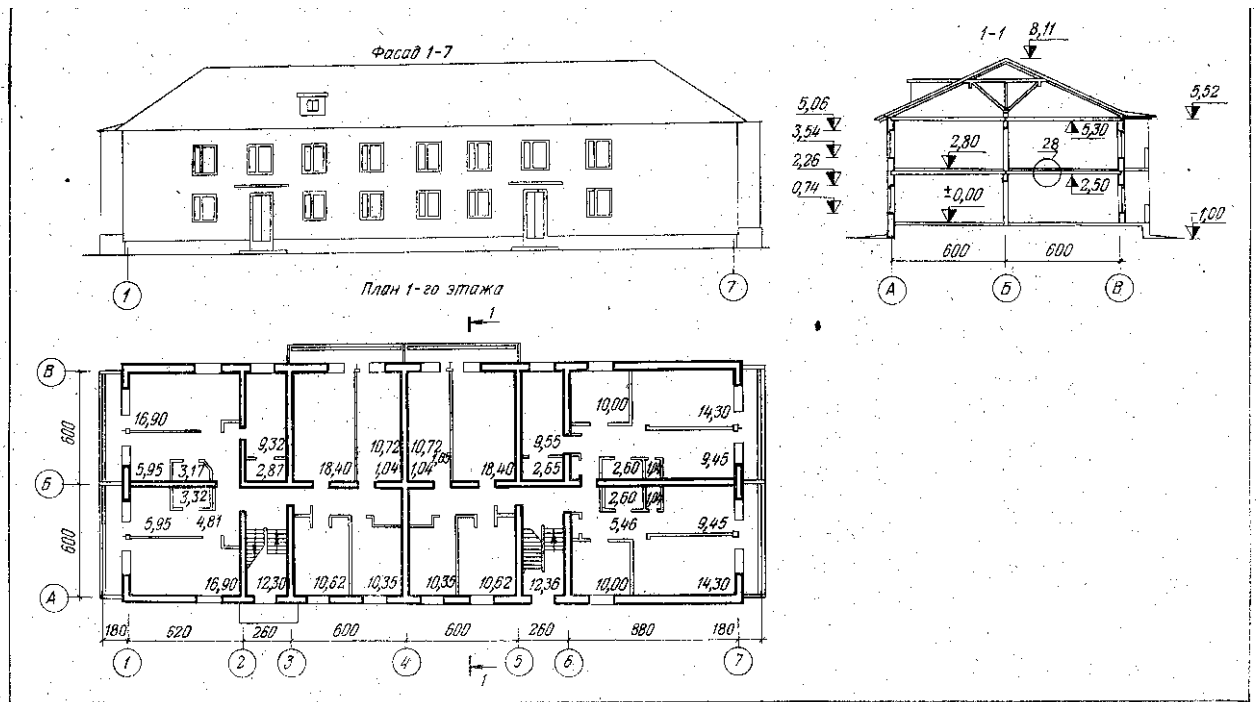


Рис. 88. Двухсекционный двухэтажный 12-квартирный жилой дом с кирпичными стенами (вариант 28)

Варианты 1; 5;

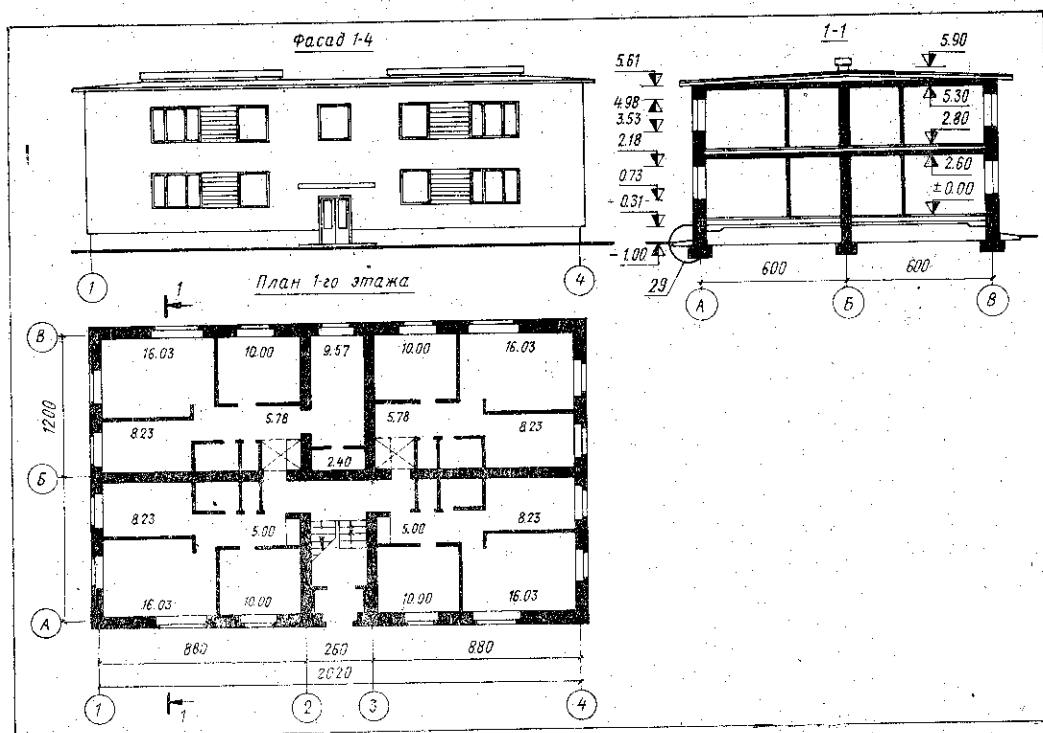


Рис. 89. Односекционный двухэтажный 8-квартирный жилой дом с кирпичными стенами (вариант 29)

Варианты 9; 13; 17

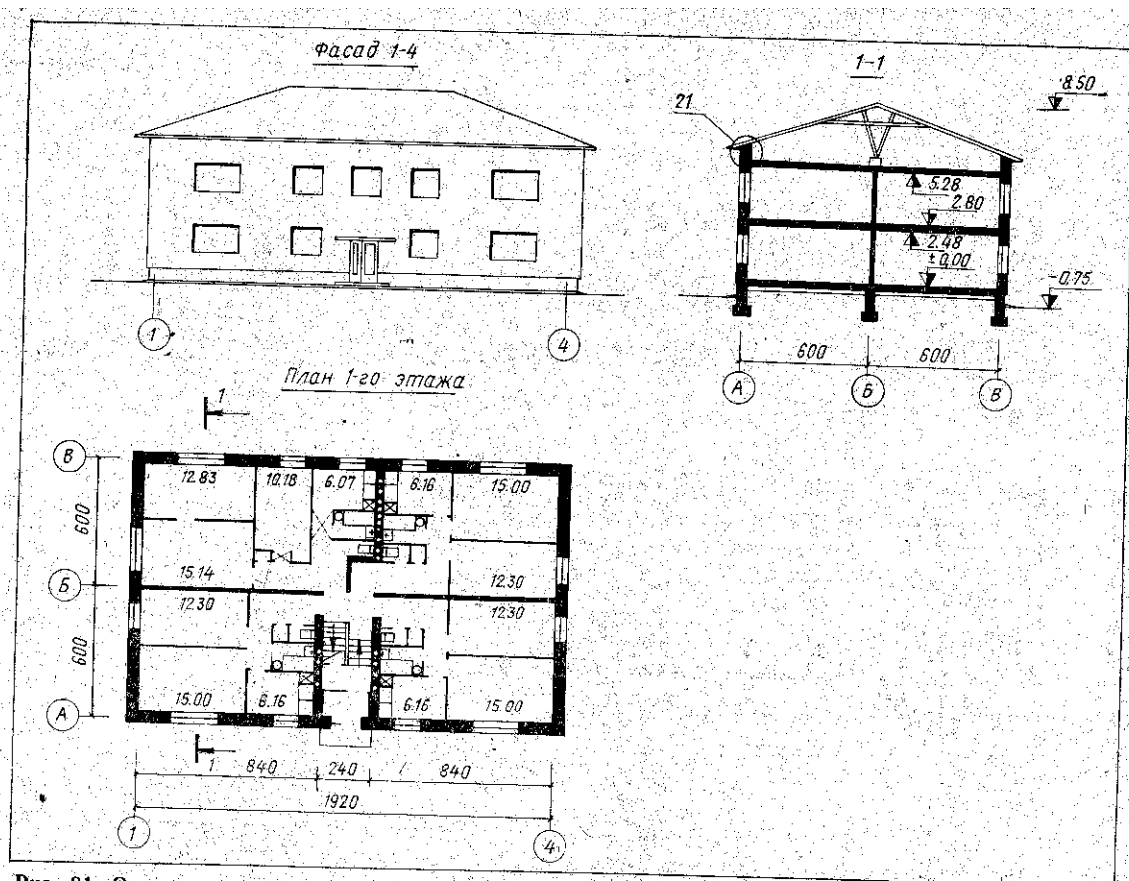
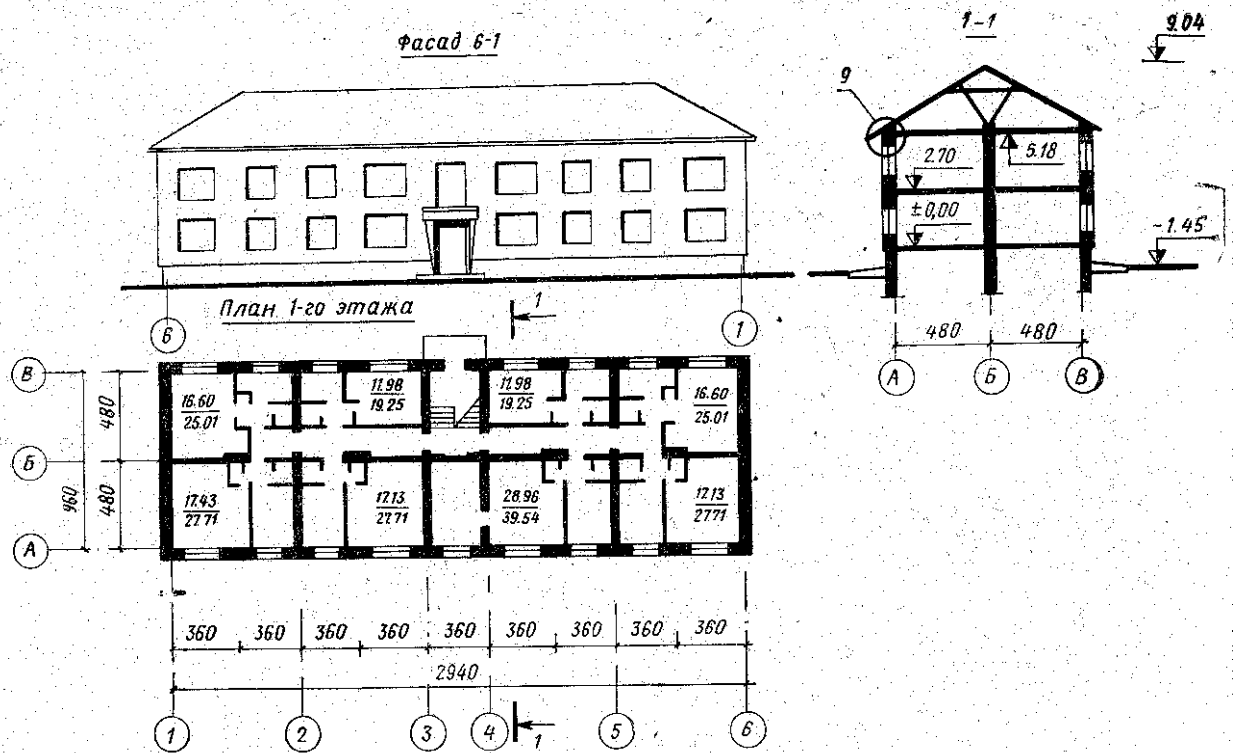
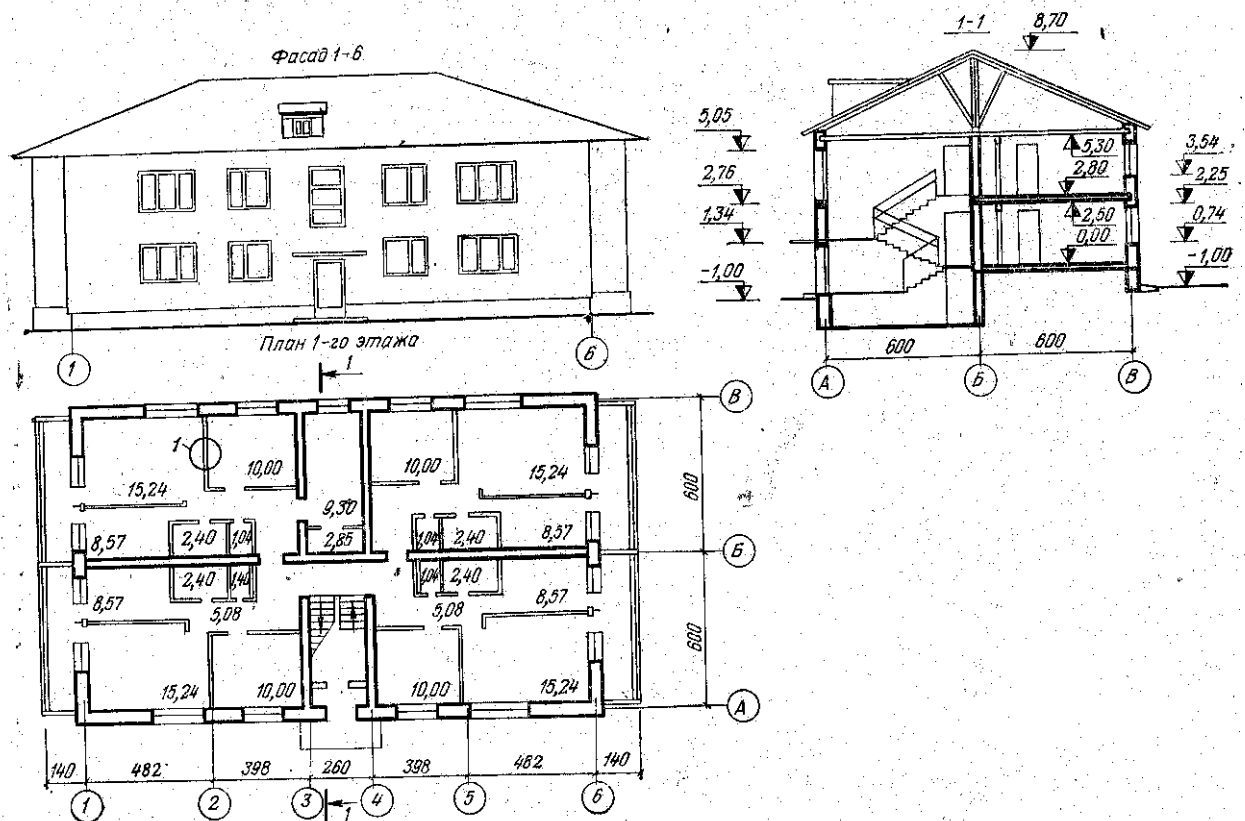


Рис. 81. Односекционный двухэтажный 8-квартирный жилой дом с кирпичными стенами (вариант 21)

Варианты 2; 6; 10; 14; 18



Варианты 3; 7; 11; 15; 19

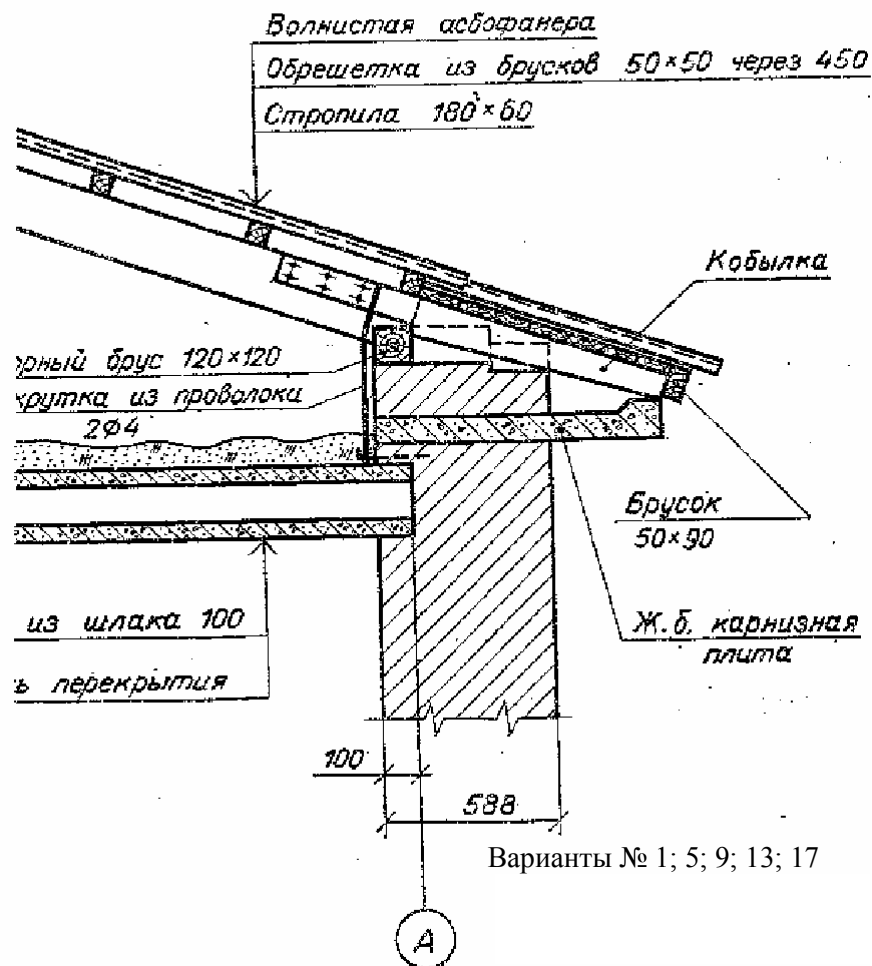


Варианты 4; 8; 12; 16; 20

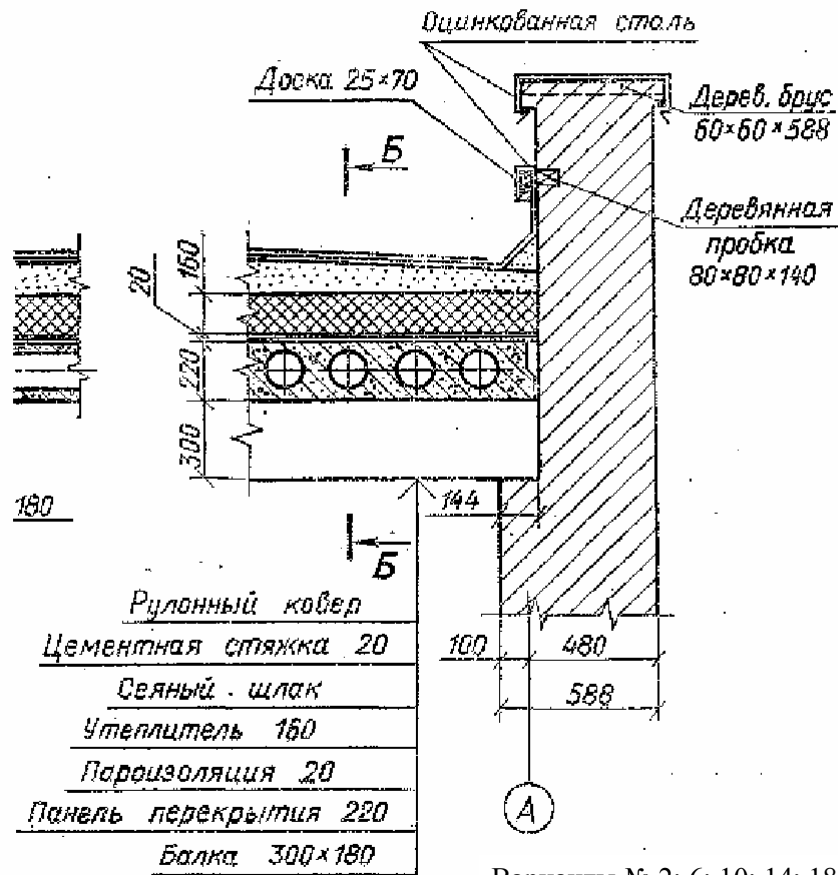
Узел А

Деталь карниза

М 1:20

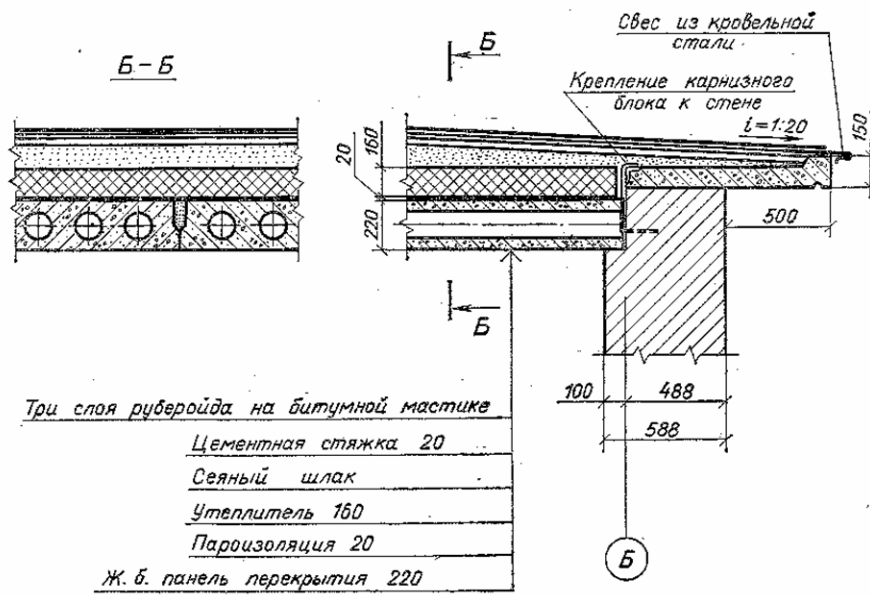


Узел А
Конец кровли к стене здания
М 1:20



Варианты № 2; 6; 10; 14; 18

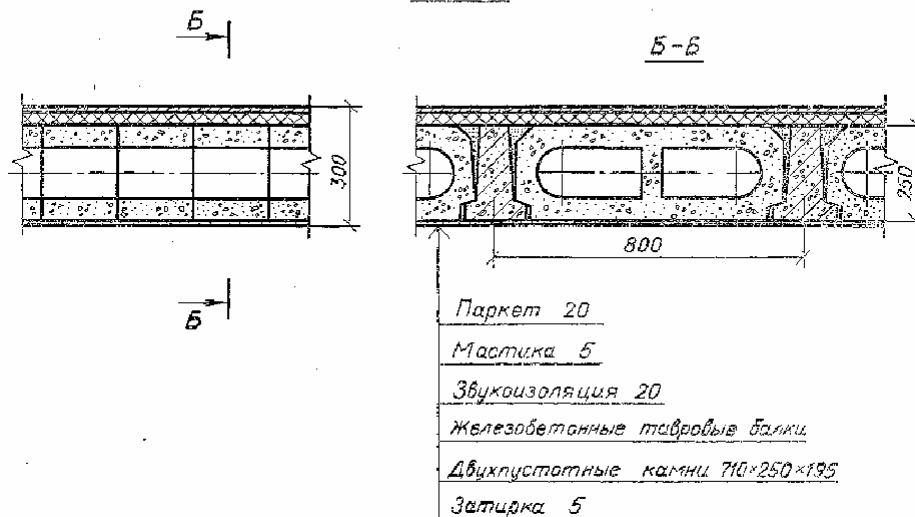
Узел А
Примыкание кровли к стене здания
М 1:20



Варианты № 3; 7;

11; 15; 19

Узел А
Междуэтажное перекрытие
М 1:10



Варианты № 4; 8; 12; 16; 20

Описание заданий

Варианты № 1, 5, 9, 13, 17

В задании дана схема плана первого этажа, фасад и разрез 1–1 двухэтажного здания дома отдыха локомотивных бригад. Стены здания кирпичные: наружные толщиной в два кирпича, внутренние – в полтора. Перегородки из шлакобетонных плит толщиной 100 мм. Здание имеет водопровод, канализацию, центральное отопление. В здании приведены размеры между осями стен и проемов, показано размещение лестничной клетки, сантехнического оборудования, а также привязка стен здания к их осям. На схеме плана оси стен показаны штрих-пунктирными линиями, перегородки – сплошными. Оконные проемы с четвертями, переплеты с двойным остеклением, дверные проемы – наружные с четвертями, внутренние без четвертей.

Оконные и дверные проемы обозначены индексами ОК1, ОК2, Д1, Д2 и т.д., а размеры их приведены в спецификациях. Размещение перегородок и недостающие размеры частей здания определяются по чертежу с помощью линейного масштаба.

На схеме плана показаны помещения первого этажа: 1 – гардероб М, 2 – душ М, 3 – дезокамера, 4 – гардероб Ж, 5 – душ Ж, 6 – кухня, 7 – комната отдыха, 8 – сушильное отделение, 9 – коридор, 10 – прачечная, 11 – тамбур, 12 – комната персонала, 13 – камера хранения, 14 – туалет, 15 – бельевая.

Планировка помещений второго этажа приведена на дополнительной схеме и имеет: 16 – комнаты отдыха, 17 – холл.

В задании (узел А) приведены данные о конструкции карниза и кровли здания. Карниз выполнен с помощью железобетонной карнизной плиты, которая заложена в верхнюю часть стены. Стропила с пришитыми к ним двумя кобылками опираются на опорный брус (мауэрлат), уложенный вдоль стены, и крепится закруткой из проволоки к костылю, заложенному в стену здания.

По стропилам нашивается обрешетка из брусков, по кобылкам сплошной дощатый настил. Кровля выполнена из волнистой асбофанеры.

Спецификация окон и Спецификация дверей

Обозначение на чертеже	Тип дверей	Размер проема,		Количество проемов		
		ширина	высота	1-й этаж	2-й этаж	всего
Д1 Д2 Д3 Д4	Двупольная	1212	2412	4	– 12	4
	Однопольная	912	2112	16	–	28
		762	2112	5	–	5
		720	2112	4		4

Обозначение на чертеже	Тип оконных блоков	Размер проема,		Количество проемов		
		ширина	высота	1-й этаж	2-й этаж	всего
OK1 OK2	Раздельные	1212	1512	9	9	18
	двухстворчатые	1812	1512	8	10	18
	Раздельные					
	трехстворчатые					

Варианты № 2, 6, 10, 14, 18

В задании даны схема плана первого этажа, фасад и разрез 1–1 двухэтажного здания Дома пионеров. Стены здания кирпичные: наружные толщиной в два кирпича, внутренние – в полтора. Перегородки из гипсобетонных плит толщиной 160 мм. Здание имеет водопровод, канализацию, центральное отопление. В задании приведены размеры между осями стен и дверных проемов, показано размещение лестничных клеток, сантехнического оборудования, а также привязка стен здания к их осям. На схеме плана оси стен показаны штрих-пунктирными линиями, перегородки – сплошными.

Оконные проемы с четвертями, переплеты с двойным остеклением, дверные проемы – наружные с четвертями, внутренние без четвертей. Оконные и дверные проемы обозначены индексами ОК1, Д1, Д2 и т.д., а размеры их приведены в спецификациях.

Размещение перегородок и недостающие размеры частей здания определяются по чертежу с помощью линейного масштаба.

На схеме плана показаны помещения первого этажа: 1 – тамбур, 2 – комната директора, 3 – комната пионервожатых, 4 – гардероб, 5 – слесарная мастерская, 6 – фотолаборатория, 7 – радио- и электрокабинет, 8 – столярная мастерская, 9 – туалет М.

Планировка помещений второго этажа приведена на дополнительной схеме: 10 – холл, 11 – переплетная мастерская, 12 – кабинет ИЗО, 13 – комната рукоделия, 14 – выставочный зал, 15 – комната кройки и шитья, 16 – туалет Ж.

В задании (узел А) приведены данные о конструкции примыкания кровли к стене здания. Пустотные железобетонные плиты перекрытия закладываются по железобетонным балкам, опирающимся на стены здания. Под утеплитель бесчердачного покрытия настилается пароизоляция – один слой рубероида. По утеплителю, покрытому бетонной стяжкой, настилается рулонный ковер.

Спецификация окон

Обозначение на	Тип оконных блоков	Размер проема,		Количество проемов		
		ширин	высот	1-й	2-й	всег
OK1	Раздельный	1812	2112	17	20	37

Спецификация дверей

Обозначение на	Тип дверей	Размер проема,		Количество проемов		
		ширин	высот	1-й	2-й	всег
Д1 Д2 ДЗ	Двупольная	1812	2412	4	– 5	4
	Однопольная	1212	2412	4	1	9
	»	912	2112	3		4

варианты № 3, 7, 11, 15, 19

В задании даны схема плана первого этажа, фасад и разрез 1–1 двухэтажного здания Дома технического творчества. Стены здания наружные толщиной в два кирпича, внутренние – в полтора. Перегородки из железобетонных плит толщиной 160 мм. Здание имеет водо- провод, канализацию, центральное отопление. В здании приведены размеры между осями стен и проемов, показано размещение лестнич- ных клеток, сантехнического оборудования, а также привязка стен здания к их осям. На схеме плана оси стен показаны штрихпунктирны- ми линиями, перегородки – сплошными. Оконные проемы с четвертями, переплеты с двойным остеклением, дверные проемы – наружные с четвертями, внутренние без четвертей. Оконные и дверные проемы обозначены индексами ОК1, ОК2, Д1 и Д2 и т.д., а размеры их приве- дены в спецификациях.

Размещение перегородок и недостающие размеры частей здания определяются по чертежу с помощью линейного масштаба.

На схеме плана показаны помещения первого этажа: 1 – холл, 2 – гардероб, 3 – комната директора, 4 – комната преподавателей, 5 – автомотокласс, 6 – туалет М, 7 – кладовая, 8 – столярная мастерская, 9 – слесарная мастерская.

Планировка помещений второго этажа приведена на дополнительной схеме: 10 – кинозал, 11 – выставка лучших работ, 12 – фотола- боратория, 13 – туалет Ж, 14 – фотостудия, 15 – электрокабинет, 16 – кабинет радио и телевидения.

В задании (узел А) приведены данные о конструкции примыкания. кровли к стене здания. По плитам перекрытия настилается паро- изоляция и укладывается утеплитель. Утеплитель покрывается слоем шлака, поверх которого выкладывается цементная стяжка и настила- ется 3-слойный рубероидный ковер на битумной мастике. Свес карнизной плиты покрывается кровельной сталью.

Спецификация окон

Обозначение на	Тип оконных блоков	Размер проема,		Количество проемов		
		ширин	высот	1-й	2-й	всег
ОК1 ОК2	Спаренный	1812	2112	16	16	32
	трехстворчатый	1212	2112	12	16	28

Спецификация дверей

Обозначение на	Тип дверей	Размер проема,	Количество проемов
----------------	------------	----------------	--------------------

Обозначение на		ширин	высот	1-й	2-й	всего
Д1 Д2 Д3	Двупольная	1512	2112	6	– 6	6
	Однопольная	912	2112	7	1	13
	„	762	2112	1		2

Варианты № 4, 8, 12, 16, 20

В задании даны схема плана первого этажа, фасад и разрез 1–1 двухэтажного здания детского сада. Стены здания кирпичные: наружные толщиной в два кирпича, внутренние – в полтора. Перегородки из шлакобетонных плит толщиной 120 мм. Здание оборудовано водо-проводом, канализацией и центральным отоплением. Оконные проемы с четвертями, переплеты с двойным остеклением. Дверные проемы наружные с четвертями, внутренние – без четвертей. На схеме плана указано размещение сантехнического оборудования, кухонного очага, вентиляционных и дымовых каналов. Оси наружных и внутренних капитальных стен показаны толстыми штрихпунктирными линиями, перегородки – сплошными. В задании показаны размеры между осями стен, оконными и в ряде случаев дверными проемами, размещение лестничной клетки.

Оконные и дверные проемы обозначены индексами ОК1, ОК2, Д1, Д2 и т.д., а размеры их приведены в спецификациях. Размещение перегородок и недостающие размеры частей здания определяются по чертежу с помощью линейного масштаба.

На схеме плана показаны помещения первого этажа: 1 – вестибюль с двойным тамбуром, 2 – групповые комнаты, 3 – кроватные комнаты, 4 – кухня, 5 – кладовая, 6 – уборные, 7 – умывальные, 8 – комната заведующего, 9 – комната врача.

Планировка помещений второго этажа приводится на дополнительной схеме: 10 – классные комнаты, 11 – зал, 12 – групповые комнаты, 13 – туалет, 14 – кроватные.

В задании показана конструкция междуэтажного перекрытия – узел А. Перекрытие состоит из железобетонных балок таврового сечения и двухпустотных камней-вкладышей. Зазоры между камнями и балками замоноличены бетоном. Далее укладывается слой звукоизоляции и паркетный пол по мастике.

Спецификация окон

Обозначение на	Тип оконных блоков	Размер проема,		Количество		
		ширин	высот	1-й	2-й	все
ОК1 ОК2	Раздельный	1212	1812	22	24	46
	двухстворчатый То же	912	1812	5	5	10

Спецификация дверей

Обозначение на	Тип дверей	Размер проема,		Количество		
		ширин	высот	1-й	2-й	все

Д1 Д2 Д3	Двупольная	1512	2412	4	1	5
Д4	»	1512	2112	5	6	10
	Однопольная	912	2112	5	– 4	6
	»	762	2112	4		9

7. Критерии оценивания работы

Максимальное количество баллов по контрольной точке студент получает, если задание выполнено по всем правилам в соответствии с ГОСТом, основанием для уменьшения баллов являются:

- несвоевременное представление работы;
- небрежное ее оформление;
- наличие ошибок

Выполненное задание может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- ошибки в анализе задания;
- неспособность защиты работы;
- не согласие студента с оценкой

8. Порядок защиты работы

Проверенная и подписанная преподавателем работа должна быть защищена студентом в форме собеседования.

9. Список литературы

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с. - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 350-351..
2. Брачихин А.А., Врублевская С.С., Владыкина Ю.А., Дрей Л.С. Начертательная геометрия и инженерная графика: учебник, электронное
3. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшее образование, 2009. - 471 с. : ил. - (Основы наук) - Гриф: Рек. МО. - Библиогр.: с. 465-466.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации самостоятельной работы
по дисциплине
Начертательная геометрия. Строительное черчение
для студентов
направления подготовки 08.03.01 Строительство**

Введение

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности профессионала, способного к саморазвитию, самообразованию и инновационной деятельности.

Успешное усвоение дисциплин по различным образовательным программам предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной не только аудиторной, но и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Самостоятельная работа – это процесс активного, целенаправленного приобретения обучающимися новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Объем самостоятельной работы (в часах) определен учебным планом.

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов (далее – СРС) являются обязательной частью учебно-методических комплексов учебных дисциплин.

Методические указания по организации самостоятельной работы для студентов, наряду с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ, практических занятий и работе с лекционным материалом; по формам текущего, промежуточного и итогового контроля; по выполнению курсовых работ/проектов, расчетно-графических работ, контрольных работ; по подготовке и защите выпускных квалификационных работ, составляют единый комплекс методического обеспечения УМК каждой учебной дисциплины.

Цель методических указаний СРС – определить роль и место самостоятельной работы студентов в учебном процессе; конкретизировать ее уровни, формы и виды; обобщить методы и приемы выполнения определенных типов учебных заданий; объяснить критерии оценивания.

Задание 1

Конструкторская документация. Правила оформления чертежей.

Сопряжения. Титульный лист.

Теоретическая часть

Форматы. Форматами называются листы чертежей и других конструкторских документов (спецификация, технические условия и др.), размеры которых установлены ГОСТ.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рис. 1.1). Поле чертежа, на котором размещают изображения детали, геометрические построения или текст, ограничивают рамкой, выполненной сплошной толстой основной линией. Рамку проводят на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой сторон формата и на расстоянии 20 мм левой стороны. Поле шириной 20 мм предназначено для подшивки чертежей.

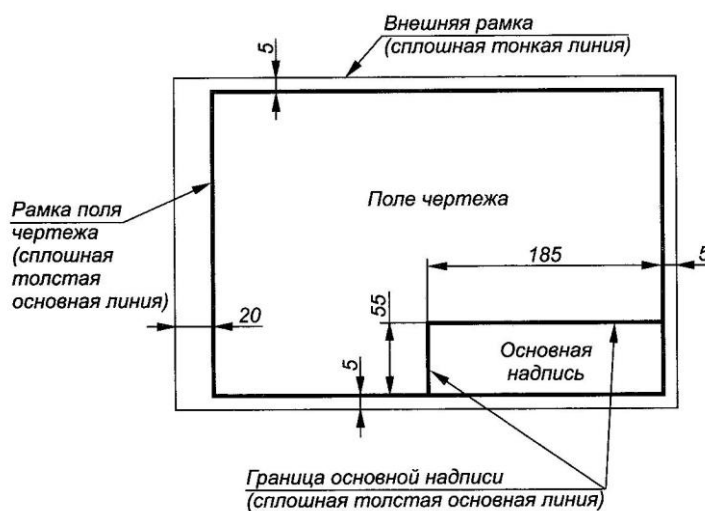


Рисунок 1.1 – Образование формата чертежа

Обозначения и размеры форматов, принятых за основные, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные форматы

Обозначение	A4	A3	A2	A1	A0
Размеры сторон, мм	210x297	297x420	420x594	594x841	841x1189

В правом нижнем углу формата располагается основная надпись по форме 1, а над ней, если необходимо, указываются технические требования. Для всех

чертежей и схем ГОСТ устанавливает единую форму, размеры и порядок оформления основной надписи. Размеры и форма основной надписи представлена на рисунке 1.2.

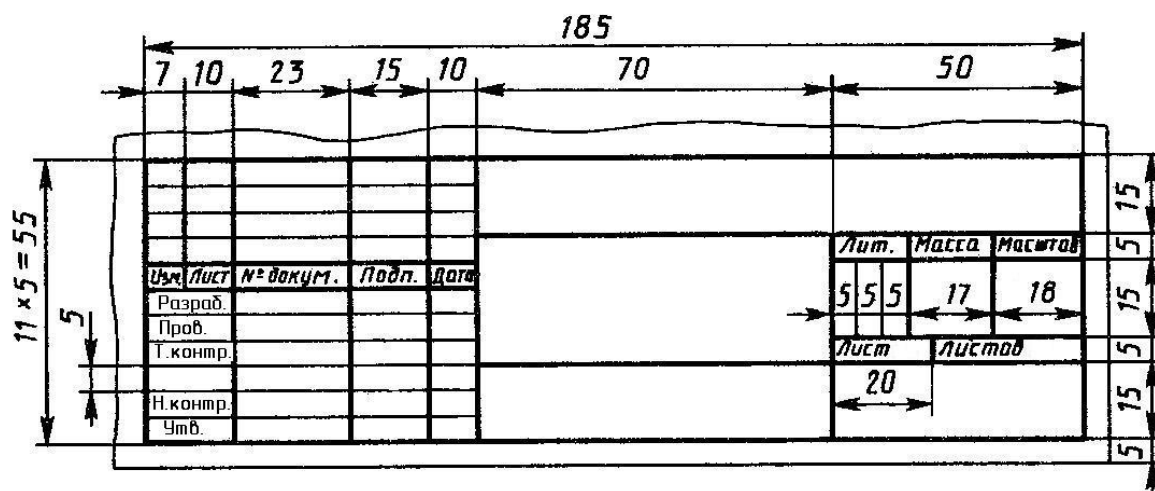


Рисунок 1.2 – Основная надпись

На листах формата **A4** основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа. А на листах формата **A3** располагают вдоль длинной стороны.

Масштабы. Масштабом называется отношение линейных размеров изделия на чертеже к его действительным линейным размерам.

Масштабы изображений и их обозначение устанавливает ГОСТ 2.302–68 и должны выбираться из следующих рядов:

Масштабы уменьшения 1:2 1:2,5 1:4 1:5 1:10 и др.

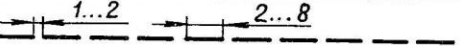
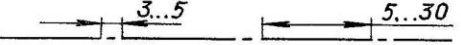
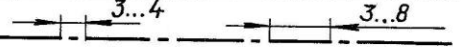
Масштабы увеличения 2:1 2,5:1 4:1 5:1 10:1 и др.

Основной масштаб, в котором выполнен чертеж, записывают в графе основной надписи. Если какой-либо элемент на чертеже выполнен в другом масштабе, то над ним помещают надписи типа **A (1:5)**–для вида, или **Б–Б (10:1)**–для разреза или сечения.

Следует помнить, что при любом масштабе на чертеже указывают истинные размеры предмета, а не те, которые изображение имеет на чертеже.

Линии. Для большей выразительности и наглядности на чертежах применяют различные типы линий, начертание, толщина, наименование и назначение которых устанавливает ГОСТ 2.303–68 (табл. 1.2).

Таблица 1.2 Линии чертежа

Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Наименование
	S	Сплошная основная
	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Сплошная тонкая
	— " —	Сплошная волнистая
	— " —	Штриховая
	— " —	Штрих-пунктирная тонкая
	от $\frac{1}{2}S$ до $\frac{2}{3}S$	Штрих-пунктирная утолщенная
	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Сплошная тонкая с изломами
	от S до $1\frac{1}{2}S$	Разомкнутая

Толщина сплошной основной линии S должна быть в пределах от **0,5** до **1,4 мм** в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина всех остальных типов линий чертежа зависит от толщины основной линии.

Шрифты. Шрифтом называется графическая форма изображения букв, цифр и условных знаков, которые используются при выполнении чертежей.

ГОСТ 2.304–81 установлено 9 размеров чертежных шрифтов: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 20; 28; 40. Размер шрифта определяется **высотой** прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Высота прописных букв (**h**) измеряется перпендикулярно к основанию строки.

В машиностроении чаще используется шрифт **типа Б** с толщиной линий $d = 1/10 h$ и с наклоном 75° . То есть каждая заглавная буква занимает по высоте 10 строчек, а строчная 7 строчек. Начертание этого шрифта показано на рисунке 1.3.

ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ ГОСТ 2.304-81

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М

Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ

Ь Ы Ъ Э Ю Я

а б в г д е ж з и к л м н о п

р с т у ф х ц ч ш щ ь ы ь э

ю я

& № Ø R

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0


 Резистор ГА ТЛ

Рисунок 1.3 – Шрифт типа Б с наклоном 75°

Для облегчения написания текста надо помнить, что буквы Г, Е, З, С по ширине занимают 5 клеточек; буквы А, Д, М, Х, Ы, Ю занимают 7 клеточек; буквы Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ занимают 8 клеточек; а остальные буквы занимают 6 клеточек. Расстояние между буквами должно быть 2 клеточки.

Исключение составляют сочетания букв Г и А, Т и А, Г и Д, Р и А, А и Т, расстояние между которыми уменьшается до 1 клеточки. Смотри текст ГА и

ТЛ на рисунке 1.3. Расстояние между словами составляет 6 клеточек, а между основаниями строк 17 клеточек. [4 (гл. 1.2); 6].

Сопряжения. Сопряжением называется плавный переход дуги окружности в прямую или в дугу другой окружности.

Для изображения очертания детали необходимо усвоить, что построение любых сопряжений основано на двух положениях геометрии:

1. При сопряжении прямой линии и любой дуги (окружности или лекальной) центр дуги сопряжения $\underline{O}$ должен лежать на перпендикуляре к прямой, восстановленном из точки сопряжения $\underline{C}$ (рис. 1.4а).
2. При сопряжении любых двух дуг – центры этих дуг $\underline{O_1}$ и $\underline{O}$ должны лежать на прямой, проходящей через точку сопряжения $\underline{C_1}$ перпендикулярно общей касательной этих дуг (рис. 1.4ж).

Как видно из сказанного, при выполнении сопряжений следует различать **три элемента**: а) $\underline{C}$ –точку сопряжения; б) $\underline{O}$ –центр дуги сопряжения; в) $\underline{R}$ –радиус дуги сопряжения.

Для построения заданного сопряжения должен быть известен один из этих элементов – радиус или точка сопряжения; два других элемента определяются графически, построением.

Примеры построения различного вида сопряжений приведены на рисунке 1.4. [3 (гл. 3); 7 (гл.1)].

Контрольные вопросы

1. Назовите основные форматы и их размеры.
2. Назовите стандартные масштабы.
3. Чем определяется номер шрифта?
4. С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?
5. Что называется сопряжением?

Рисунок 1.4 – Виды сопряжений

Задание

Выполнить титульный лист, используя образец шрифта на рисунке 1.3. Расположение текста на листе выполнить по центру, по нижеприведенной схеме.

СКФУ	шрифт 14 в сетке
Департамент СИ и П	шрифт 10
АЛЬБОМ ЧЕРТЕЖЕЙ	шрифт 20 в сетке
За 2 триместр	шрифт 10
студента 1 курса группы _____	шрифт 10
ФИО	шрифт 14 в сетке
Ставрополь _____ уч. год	шрифт 7

Образец выполнения *титульного листа* представлен на рисунке 1.5.

Задание

На формате А3 с левой стороны листа выполнить чертеж типов линий из рисунка 1.6. С правой стороны над основной надписью выполнить чертеж плоской детали. Построить необходимые сопряжения из рисунка 1.7. Нанести размеры в соответствии с ГОСТ. Начертание букв, цифр и знаков должно соответствовать ГОСТ. Вариант задания назначается преподавателем.

Задание 2

Теоретическая часть

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

По требованиям ГОСТ изображения выполняются по методу прямоугольного проецирования. Виды располагаются в проекционной связи как в начертательной геометрии, но без указания осей координат. Образование видов представлено на рисунке 2.1.

Названия **основных видов** установлены стандартом: 1–вид спереди (главный вид); 2–вид сверху; 3–вид слева; 4–вид справа; 5–вид снизу; 6–вид сзади. **Главный вид** должен давать наилучшее представление о форме и размерах предмета. Количество изображений должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление об устройстве изделия.

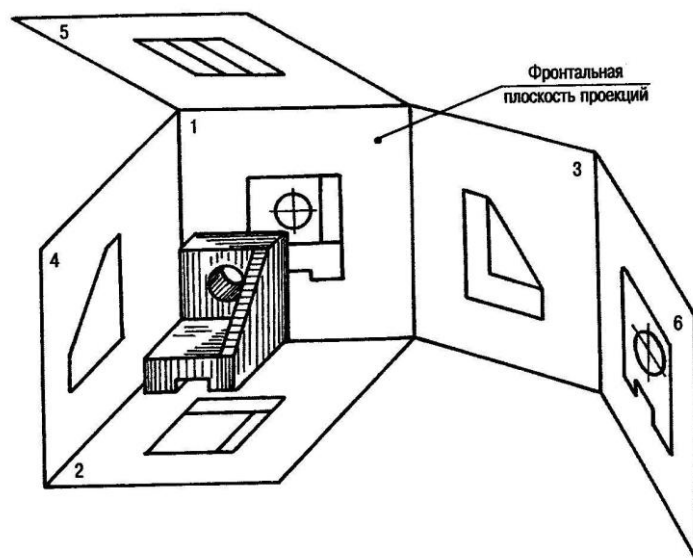


Рисунок 2.1 – Образование видов

Дополнительные виды применяют, если какую-либо часть изделия невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров.

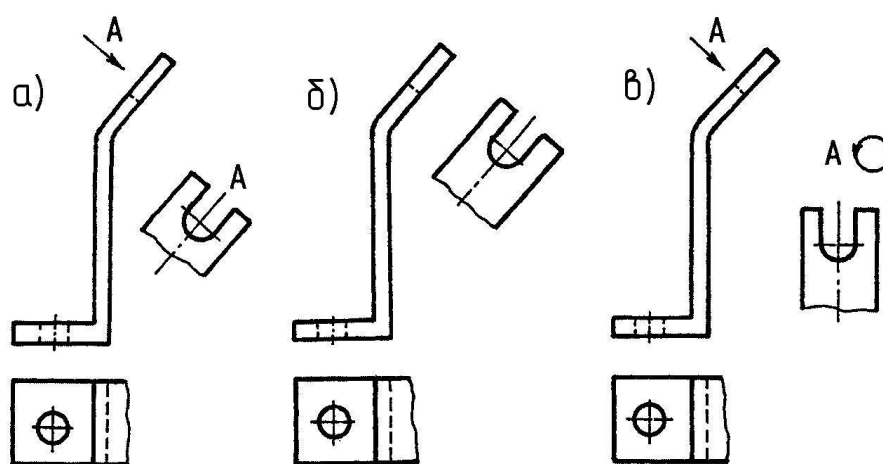


Рисунок 2.2 – Дополнительные виды

Дополнительный вид отмечают на чертеже буквой русского алфавита (например: А рис. 2.2а), а направление взгляда на этот вид указывают

стрелкой с соответствующей буквой. Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, приведено на рисунке 2.3.

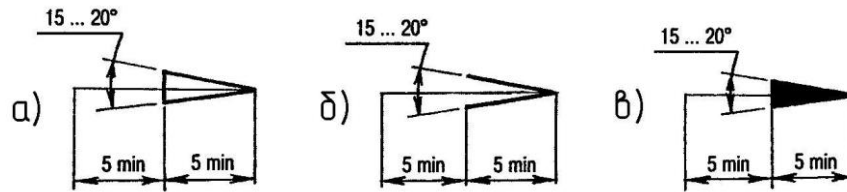


Рисунок 2.3 – Стрелки

Дополнительные виды допускается повертывать. При этом к букве добавляют знак «повернуто» (например рис. 2.2в). Размеры знаков приведены на рисунке 2.4.

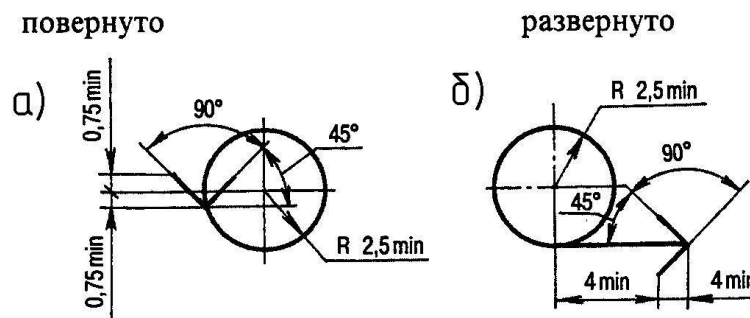


Рисунок 2.4 – Знаки

Местным видом называется изображение отдельного ограниченного участка поверхности изделия. Местный вид ограничивают линией обрыва и его обозначают на чертеже подобно дополнительным [4 (гл. 1.3); 7 (гл. 3)].

Аксонметрической проекцией называется изображение предмета вместе с координатными осями X, Y, Z на аксонометрической плоскости, полученное параллельным проецированием, направление которого не совпадает с направлением координатных осей.

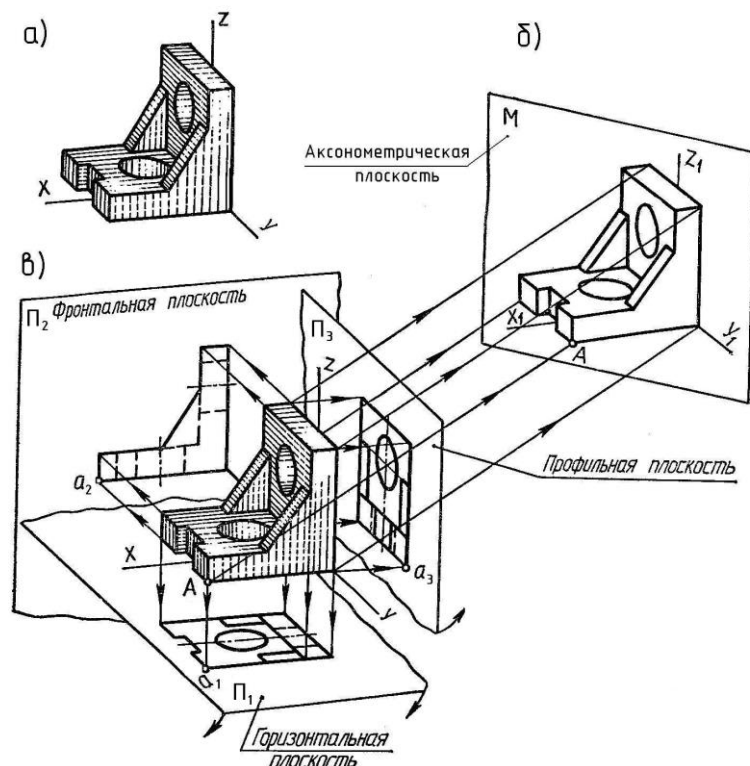


Рисунок 2.5 – Образование аксонометрии

На рисунке 2.5а изображена деталь, ориентированная относительно осей X , Y , Z . На рисунке 2.5б показано построение аксонометрического изображения этой детали на аксонометрической плоскости M . На рисунке 2.5в – получение ортогональных проекций на три плоскости Π_1 , Π_2 и Π_3 (как образование видов). Оси X_1 , Y_1 и Z_1 (рис. б) называют аксонометрическими осями.

По ГОСТ 2.317–69 существует множество аксонометрических проекций, но каждая из них отличается расположением аксонометрических осей и коэффициентами искажения. В данном курсе будем применять прямоугольные изометрическую и диметрическую проекции.

Прямоугольная изометрия. В изометрии координатные оси наклонены под одинаковым углом к плоскости аксонометрических проекций и углы между аксонометрическими осями равны 120° (рис.2.6а).



Рисунок 2.6 – Оси координат в изометрии

При таком проецировании коэффициент искажения по всем трем осям будет равен **0,82**. Однако изометрию для упрощения выполняют без искажения по осям, приняв коэффициент искажения равным единице. Поэтому изометрическая проекция получается увеличенной в **1,22** раза по сравнению с исходным изделием. Линии штриховки в разрезах проводят параллельно линиям, соединяющим концы одинаковых отрезков, отложенных на аксонометрических осях.

Оси можно построить с помощью линейки и треугольника с углами **30°** и **60°**. Другой вариант показан на рисунке 2.6б. На горизонтальной прямой вправо (или влево) от точки **О** откладывают пять одинаковых отрезков, а вниз и вверх по вертикали – по три таких же отрезка. Ось **Х** проводят через точку **О** и точку **3**, расположенную выше горизонтальной прямой, а ось **У** – через точку **О** и точку **3**, расположенную ниже горизонтальной прямой.

При построении аксонометрических проекций отрезки прямых линий тела или плоской фигуры, параллельные осям координат на комплексном чертеже, должны быть параллельны соответствующим аксонометрическим осям. На изометрии проставляются только габаритные размеры, выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям **X**, **Y**, **Z**, а размерные линии – параллельно измеряемому отрезку. Пример прямоугольной изометрии приведен на рисунке 2.7.

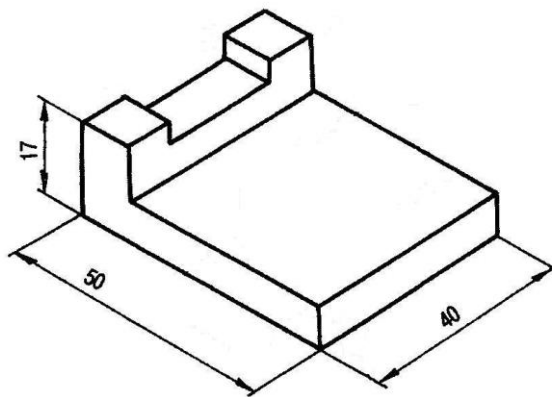


Рисунок 2.7 – Изометрия детали с габаритными размерами

Прямоугольная диметрия. В диметрии две координатные оси одинаково наклонены к плоскости аксонометрических проекций, а третья – под другим углом. В этом случае угол между осями X и Y и горизонтальной линией равен соответственно $7^{\circ}10'$ и $41^{\circ}25'$ (рис. 2.8а).

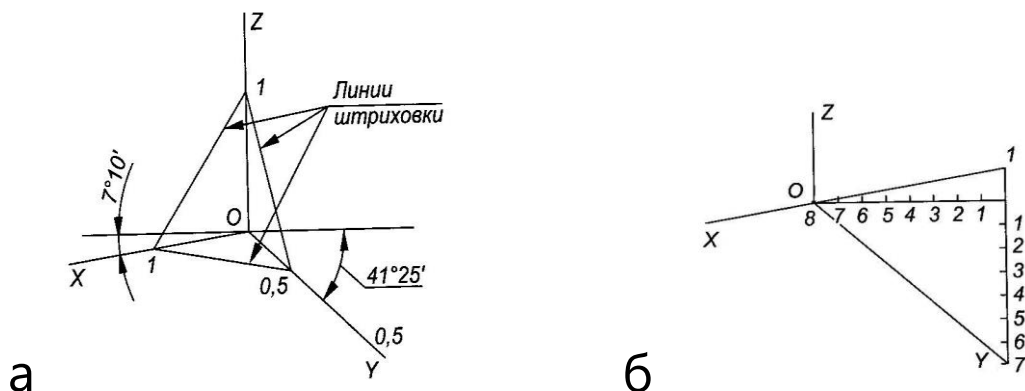


Рисунок 2.8 – Оси координат в диметрии

При таком проецировании коэффициент искажения по оси Y равен **0,47**, а по осям X и Z – **0,94**. Однако для упрощения диметрию выполняют с коэффициентами **0,5** и **1**. Поэтому диметрическая проекция получается увеличенной в **1,06** раза по сравнению с исходным изделием. Линии штриховки в разрезах проводят параллельно линиям, соединяющим концы одинаковых отрезков на осях X и Z и половины такого отрезка на оси Y (рис. 2.8а).

Построение осей прямоугольной диметрии без применения транспортира с соотношением $8 : 7 : 1$ показано на рисунке 2.8б [4 (гл. 1.9); 5 (гл. 11)].

Контрольные вопросы

1. Что называется видом?
2. Как называются основные виды?
3. Как правильно выбрать главный вид?
4. Что такое дополнительный вид?
5. Под каким углом располагаются оси в изометрии?

Задание

На формате А3 построить по модели три проекции детали (главный вид, вид сверху и вид слева). Данные своего варианта взять из рисунка 2.9.

Невидимые линии обозначить пунктирной линией. Проставить все необходимые размеры.

Выполнить изометрическую проекцию.

Заполнить основную надпись.

Задание 3

Разрезы простые.

Теоретическая часть

Виды полностью выявляют внешние формы детали. Для выявления внутренних, невидимых наблюдателю, форм поверхностей (пустот) детали применяют **разрезы** (ГОСТ 2.305–68).

Для образования разреза (рис. 3.1) деталь мысленно рассекают плоскостью **P** , называемой секущей. Часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью **P** , условно отбрасывают, а оставшуюся изображают на плоскости проекций **Π_2** , параллельной секущей, получая **разрез**. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости (штрихуется), и то, что расположено за ней (не штрихуется).

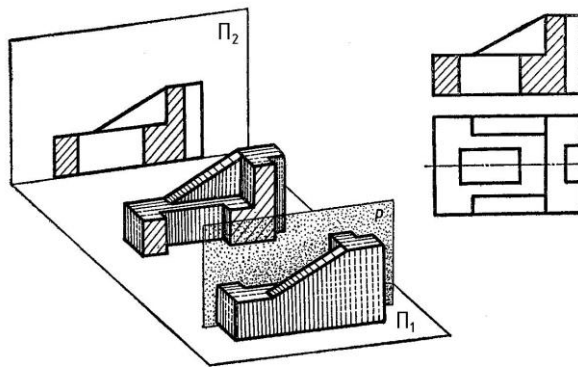


Рисунок 3.1 – Образование разреза

Простым называется разрез, получаемый при использовании одной секущей плоскости.

Если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций **Π_1** , то разрез называется **горизонтальным** (рис. 3.2). Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций **Π_2** , то разрез называется **фронтальным** (рис. 3.3). Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций **Π_3** , то разрез называется **профильным** (рис. 3.4). Если секущая плоскость расположена под углом к горизонтальной плоскости проекций **Π_1** , то разрез называется **наклонным** (рис. 3.5).

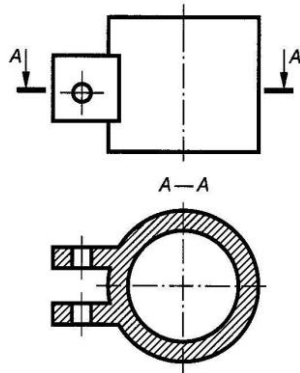


Рисунок 3.2 – Горизонтальный разрез

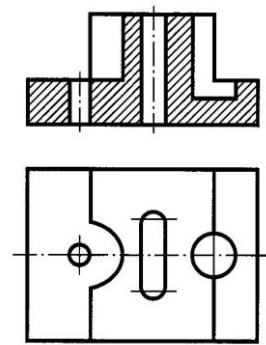


Рисунок 3.3 – Фронтальный разрез

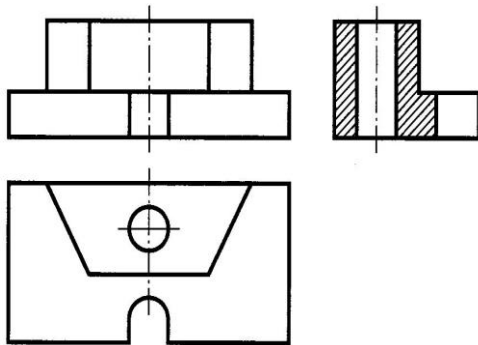


Рисунок 3.4 – Профильный разрез

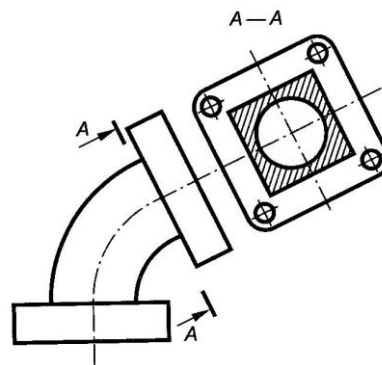


Рисунок 3.5 – Наклонный разрез

Положение секущей плоскости указывают на чертеже **линией сечения**, представляющей собой разомкнутую линию толщиной от S до $1,5S$ (см. таб. 1.2) с указанием направления взгляда стрелками (рис. 3.2 и 3.5). Толщина штрихов должна получаться в **1,5 раза больше** толщины линий контура детали и штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии **2...3 мм** от внешнего края штриха. Линию сечения помечают одинаковыми буквами русского алфавита (например, **А**), которые наносят около стрелок с внешней стороны всегда параллельно основной надписи. Номер шрифта букв должен быть в **2 раза больше** номера шрифта цифр размерных чисел. Над разрезом делают надпись типа **А – А**, которую всегда располагают горизонтально.

Обозначения секущих плоскостей и размеры штрихов приведены на рисунке 3.6.

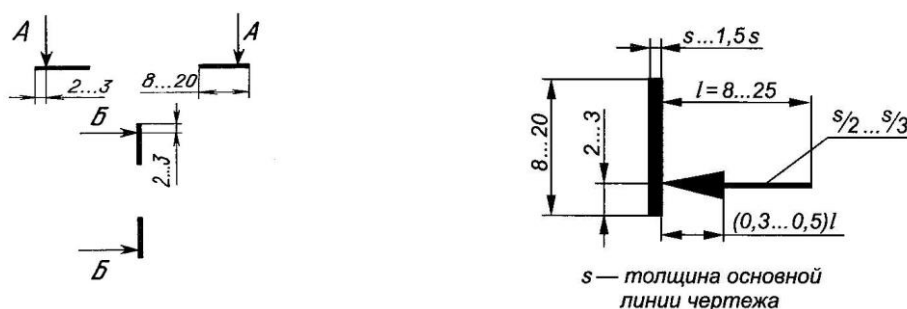


Рисунок 3.6 – Линия сечения

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез выполняется в проекционной связи, то в этом случае положение секущей плоскости не обозначается и разрез не подписывается (рис. 3.3 и 3.4).

Разрезы штрихуются под углом 45° . Однако, если секущая плоскость проходит вдоль спицы маховика (рис. 3.7а) или вдоль тонкой стенки (толщиной до 12 мм) типа «ребра жесткости» (рис. 3.7б), то в разрезе они не штрихуются. При этом сверление в ребре показывают **местным** разрезом.

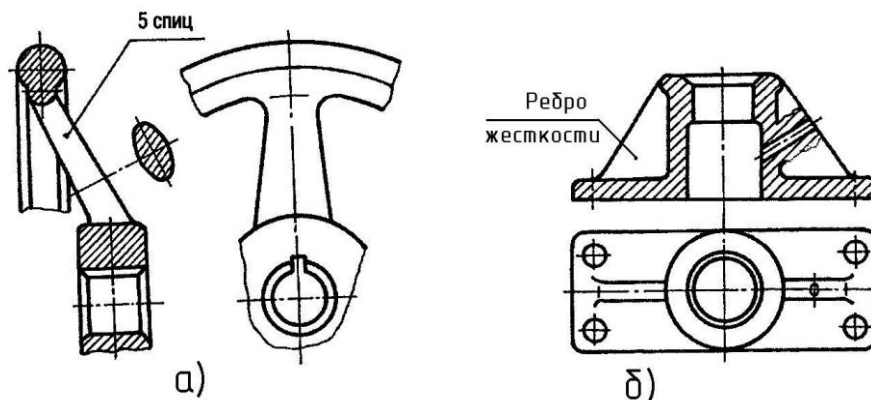


Рисунок 3.7 – Условности разрезов

Соединение части вида и части разреза. Для симметричных деталей рекомендуется выполнять совмещение половины вида с половиной разреза. Разделяющей линией в это случае служит ось симметрии детали (рис. 3.8а). При этом, как правило, разрезы располагают справа от вертикальной или внизу от горизонтальной оси симметрии.

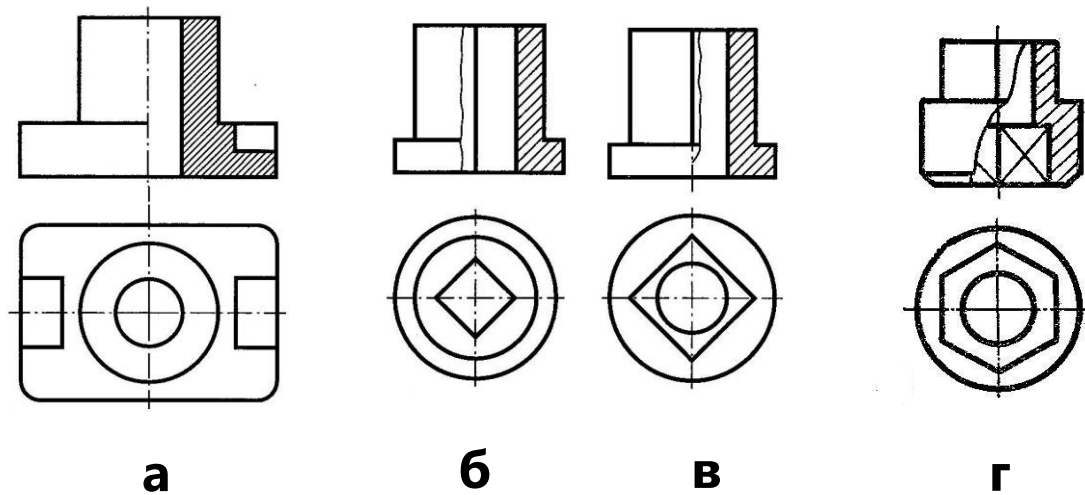


Рисунок 3.8 – Совмещение вида с разрезом

При наличии ребра на внешней или внутренней поверхности детали, совпадающего с осевой линией, следует соединять часть вида с частью разреза, разграничивая их сплошной волнистой линией. При этом линию надо проводить левее оси симметрии (рис. 3.8б), чтобы в разрезе открыть внутреннее ребро, или правее (рис. 3.8в), чтобы сохранить на виде наружное ребро. При наличии внутреннего и внешнего ребер разрез оформляется как на рисунке 3.8г [3 (гл. 5.3); 4 (гл. 1.3)].

АксонOMETрическое изображение. На этом занятии необходимо будет выполнить аксонометрию детали с четвертью выреза, имеющую цилиндрические отверстия. В аксонометрии окружность проецируется в эллипс. Но для упрощения построений эллипс заменяют овалом.

Построение овала в изометрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 3.9. Для любой плоскости проекций большая ось овала всегда перпендикулярна оси, которой нет в этой плоскости, а малая ось совпадает с направлением отсутствующей оси.

В изометрии по осям X и Y размеры не изменяются. Поэтому на них откладываем отрезки AB и CD равные диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке O_1 . В пересечении с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются соответственно центрами дуг

радиусов R и r , которыми соединяются точки C и B , B и D , а также A и C .

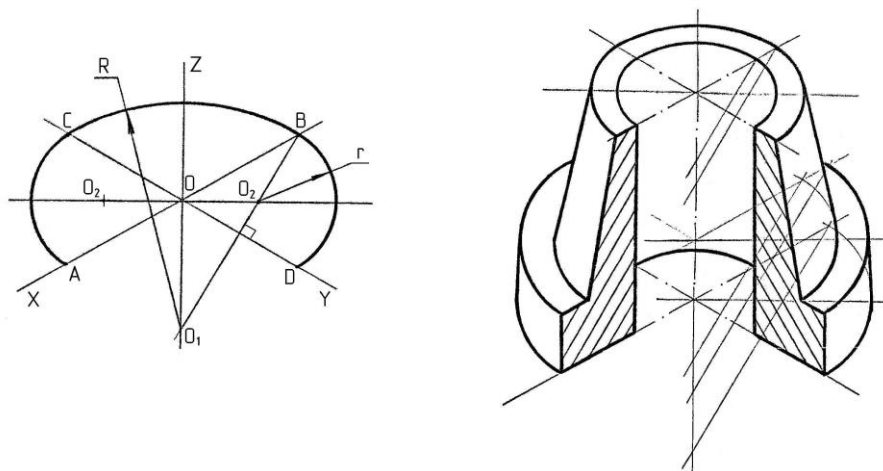


Рисунок 3.9 – Овал в изометрии и деталь с четвертью выреза

Построение овала в диметрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 3.10.

В диметрии размер не изменяется по оси X . Поэтому на ней откладываем отрезок AB равный диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке K . Затем радиусом KM проводим дугу до пересечения с осью Z в точке O_1 . При пересечении прямой BK с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются центрами дуг радиусов R и r , которыми проводятся дуги между точками B и A [4 (гл.1.9)].

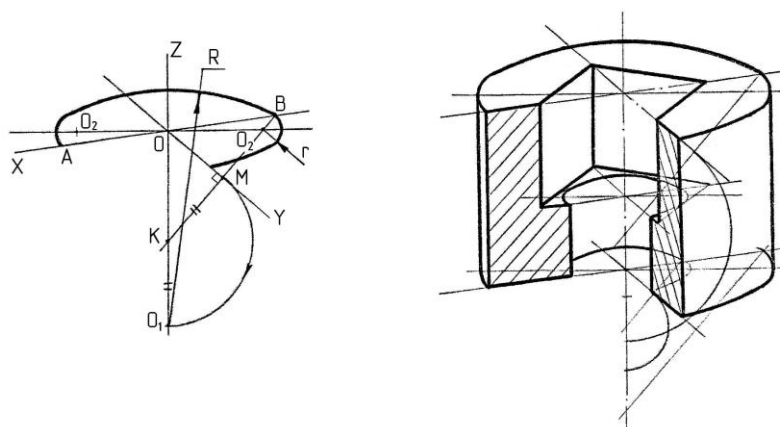


Рисунок 3.10 – Овал в диметрии и деталь с четвертью выреза

Контрольные вопросы

1. Что называется простым разрезом ?
2. Как называются простые разрезы?
3. В каких случаях обозначают секущую плоскость?
4. Как выполняют совмещение вида с разрезом?
5. С какого вида берут ширину детали при построении вида слева?
6. Как изображается внутреннее ребро детали на разрезе?

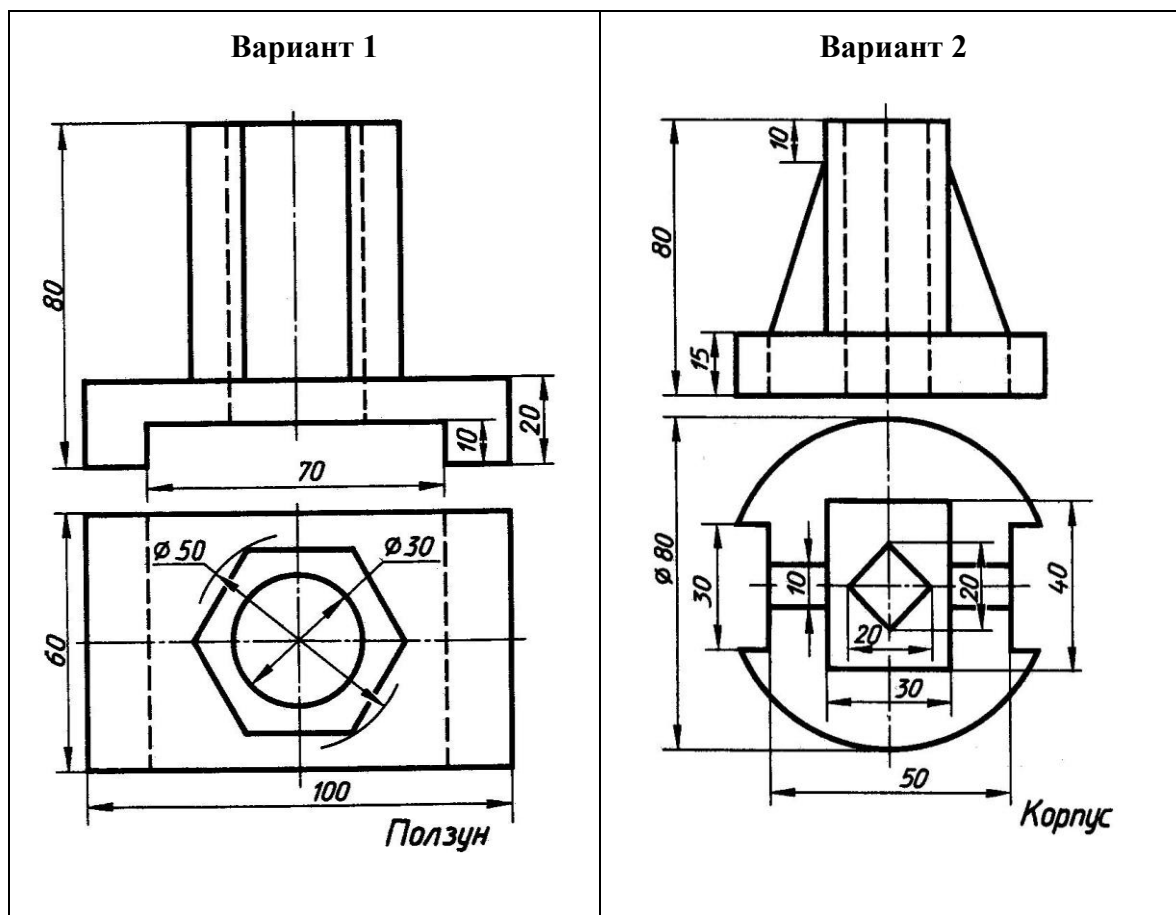
Задание

На формате А3 по заданным двум видам построить третий вид. Данные своего варианта взять из рисунка 3.11.

Выполнить фронтальный и профильный разрезы. Проставить все необходимые размеры.

Выполнить диметрическую проекцию с четвертью выреза.

Заполнить основную надпись.



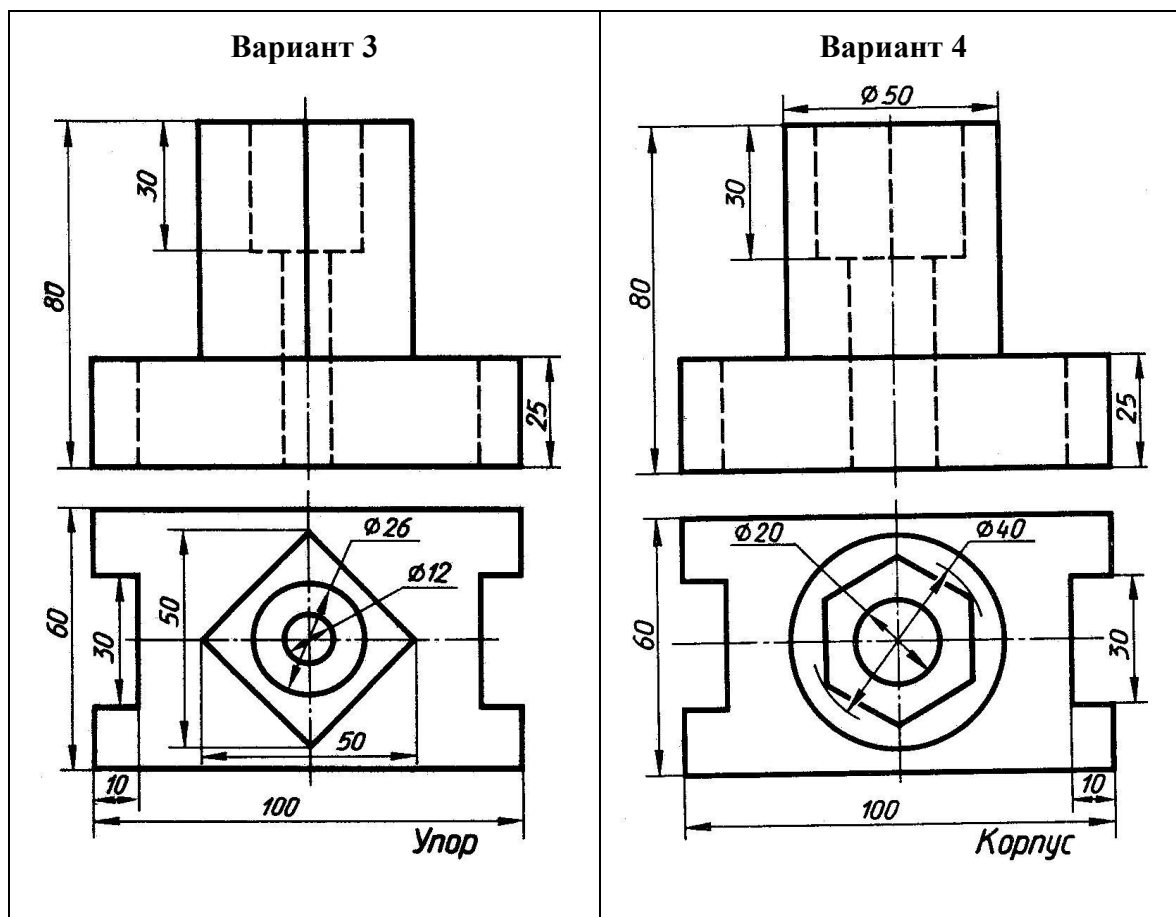
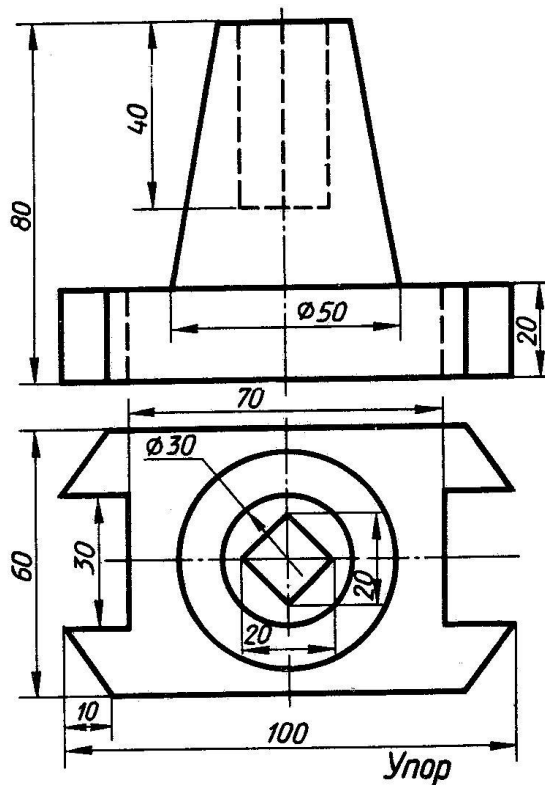
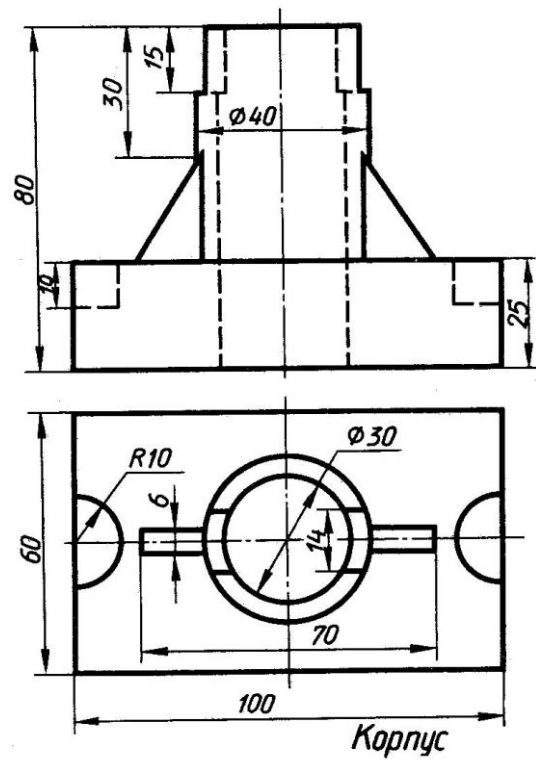


Рисунок 3.11 – Разрезы простые

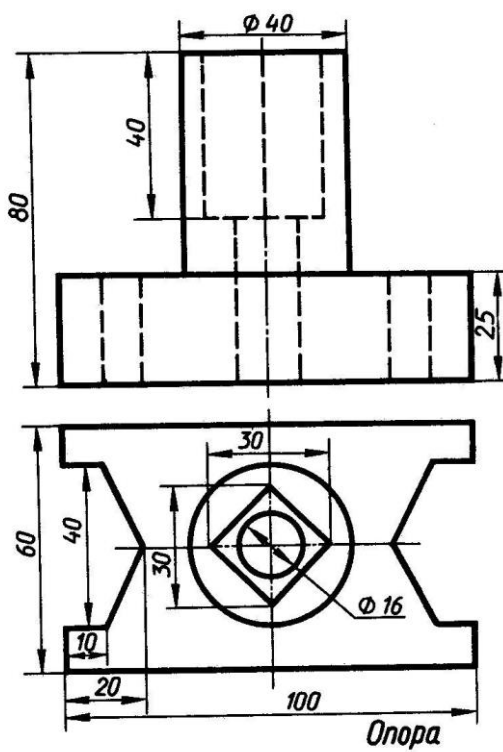
Вариант 5



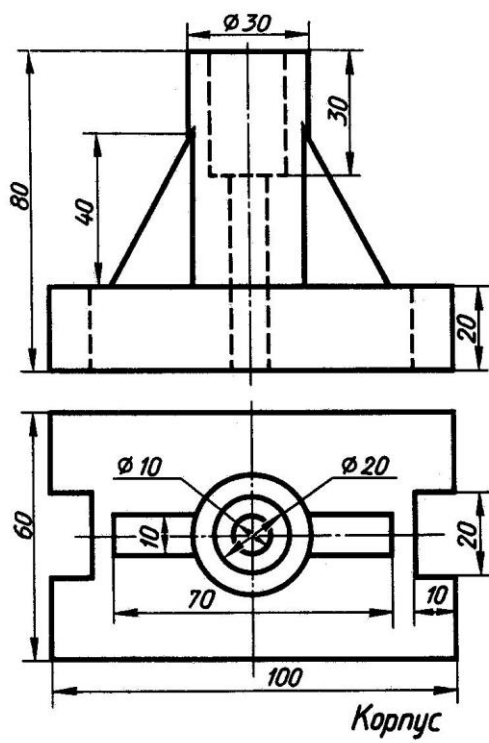
Вариант № 6



Вариант 7

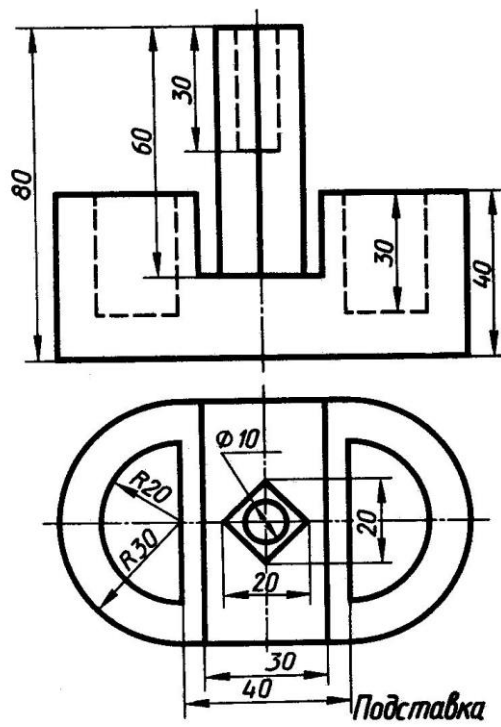


Вариант 8

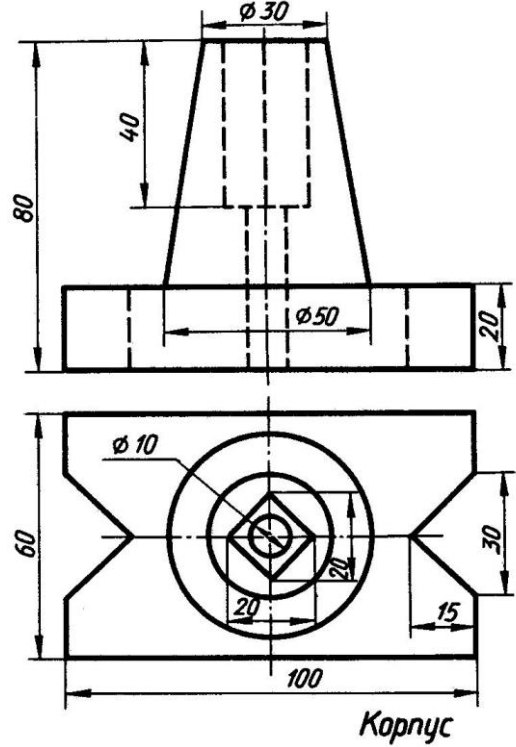


Продолжение рисунка 3.11

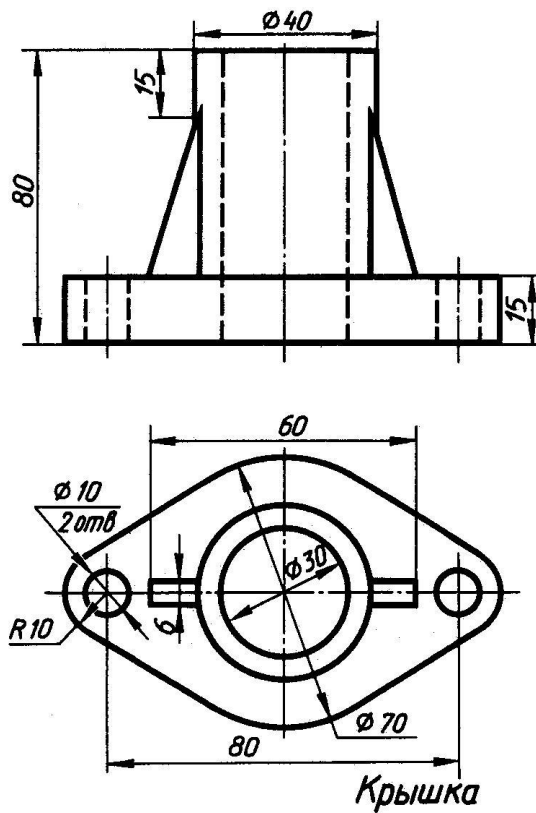
Вариант 9



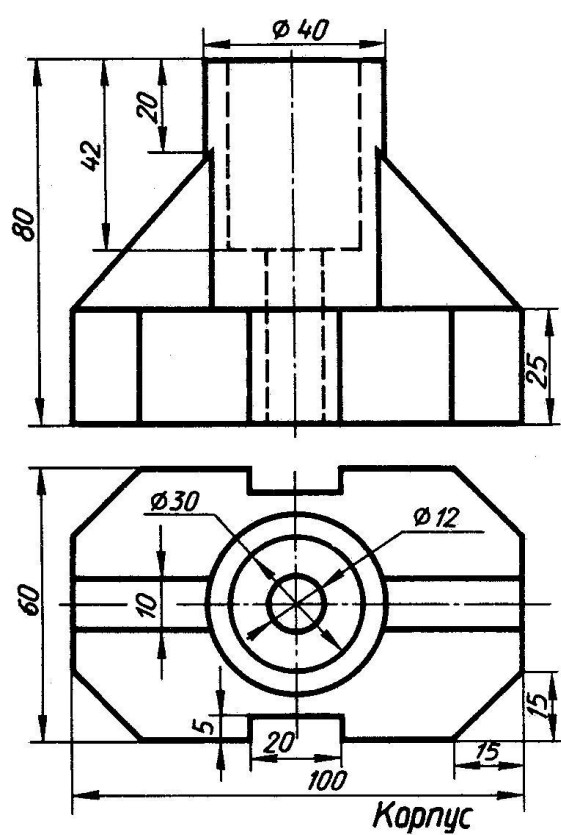
Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12



Продолжение рисунка 3.11

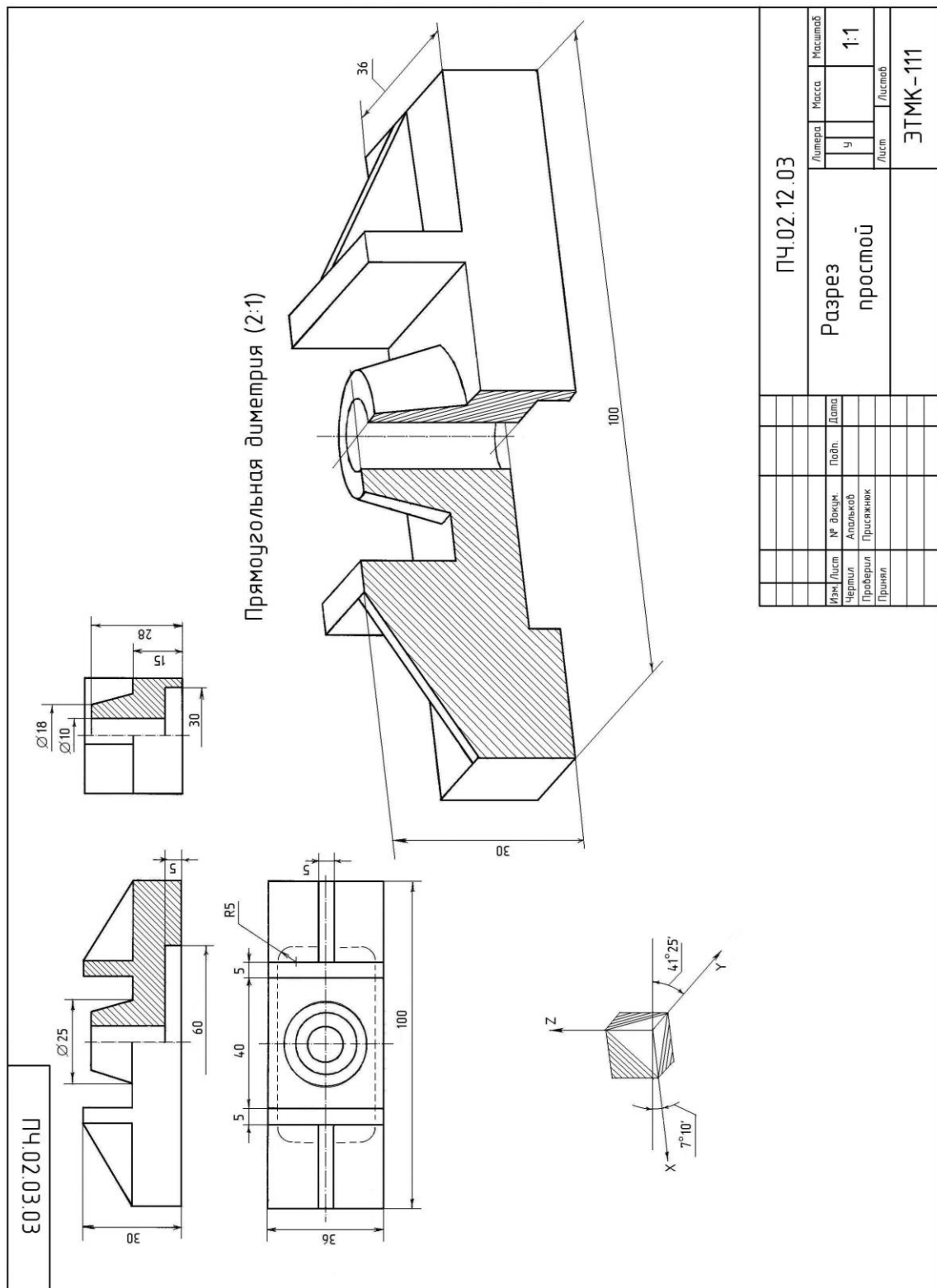


Рисунок 3.12 – Разрезы простые. Диметрия с вырезом.

Задание 4

Теоретическая часть

Сложным называется разрез, получаемый при использовании нескольких секущих плоскостей. Выполнение сложных разрезов дает возможность уменьшить количество изображений, так как на одном виде можно выявить внутреннюю форму предмета в разных местах. В зависимости от расположения секущих плоскостей сложные разрезы делятся на **ступенчатые и ломаные**.

Ступенчатые разрезы образуются при рассечении предмета несколькими параллельными плоскостями. Они могут быть горизонтальными, фронтальными, профильными и наклонными. На рисунке 4.1 изображен фронтальный ступенчатый разрез детали, выполненный двумя фронтальными секущими плоскостями. Эти плоскости условно параллельно перемещают до их совмещения в одну плоскость. Переход от одной плоскости к другой на разрезе не изображается.

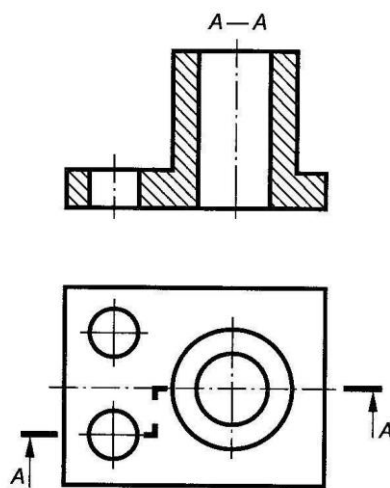


Рисунок 4.1 – Разрез ступенчатый

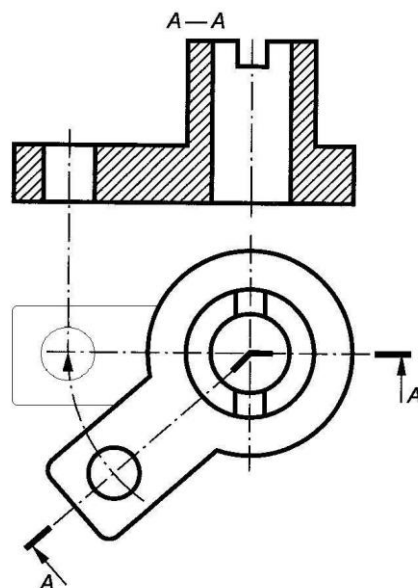


Рисунок 4.2 – Разрез ломаный

Ломаные разрезы образуются при рассечении предмета двумя пересекающимися плоскостями. На рисунке 4.2 использованы две

горизонтально проецирующие плоскости, одна из которых фронтальная. Для построения разреза левую секущую плоскость вместе с расположенным в ней сечением условно поворачивают до совмещения с фронтальной секущей плоскостью (положение части детали после поворота показано тонкими линиями). Линия изгиба плоскостей на разрезе не изображается.

Элементы предмета, находящиеся за секущей плоскостью, не поворачивают, т. е. они вычерчиваются так, как спроецировались на соответствующую плоскость до совмещения.

Обозначение разрезов. В сложных разрезах секущие плоскости обязательно показывают линией сечения **A – A**, т. е. штрихами разомкнутой линии. В ступенчатых разрезах штрихи линии сечения указывают также на перегибах под прямым углом (рис. 4.1), а в ломаных – в месте пересечения плоскостей по их направлению (рис. 4.2). Размеры штрихов и правила простановки букв смотри рисунок 3.6 [3 (гл. 5.3); 4 (гл. 1.3)].

Контрольные вопросы

1. Какие разрезы называются сложными?
2. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
3. Как обозначаются сложные разрезы?

Задание

На двух форматах А3 выполнить разрез ступенчатый и разрез ломаный. Данные для своего варианта взять из рисунка 4.3.

Сначала перечертить задание в тонких линиях. Выполнить необходимый разрез на главном виде. Затем выполнить обводку чертежа. Проставить размеры. Заполнить основную надпись.

Образцы выполнения *задания 4* приведены на рисунках 4.4 и 4.5.

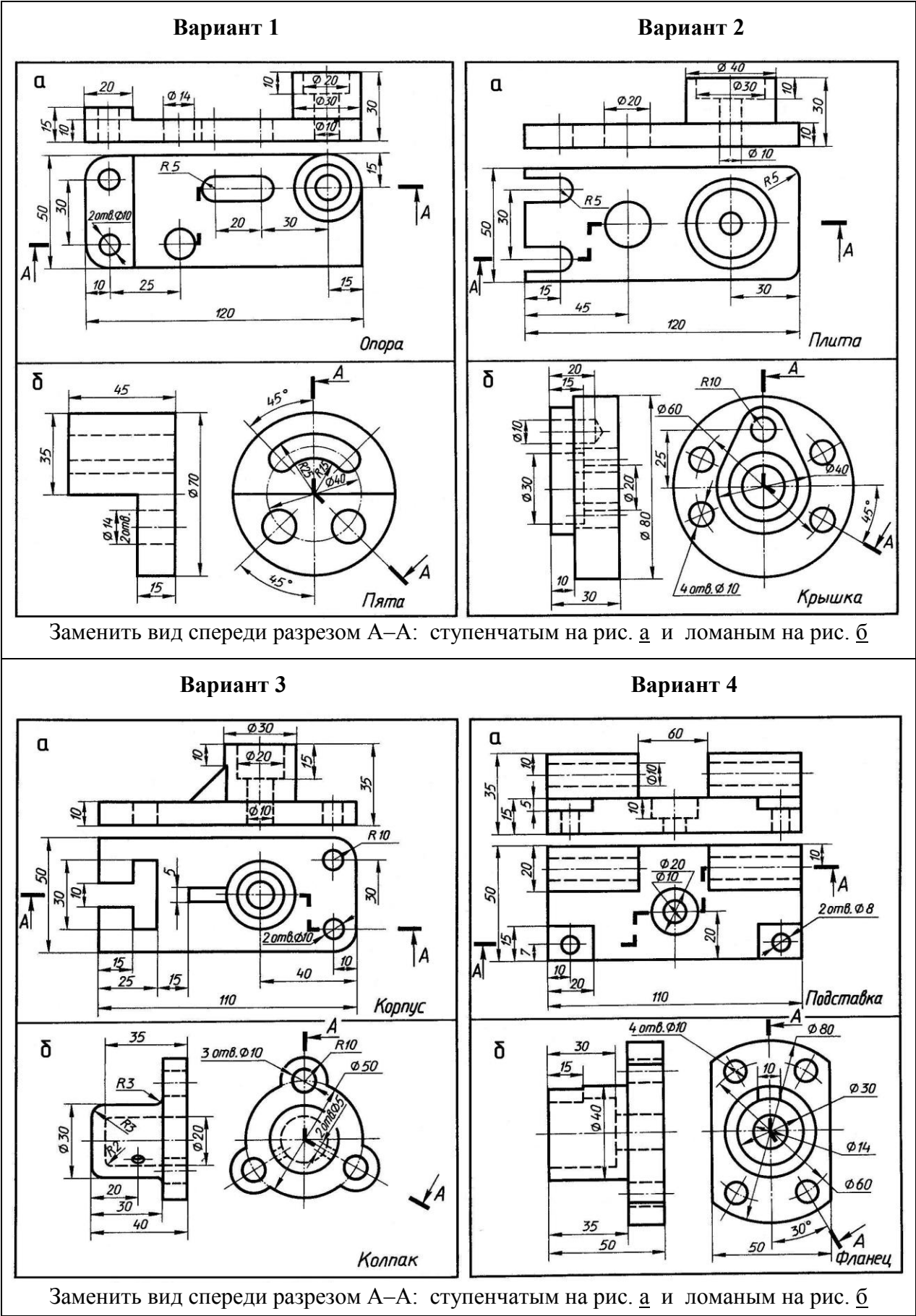
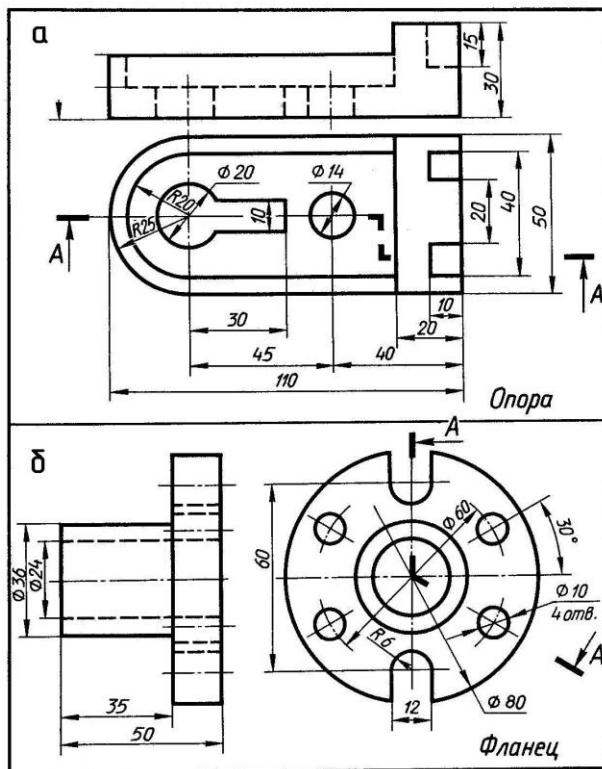
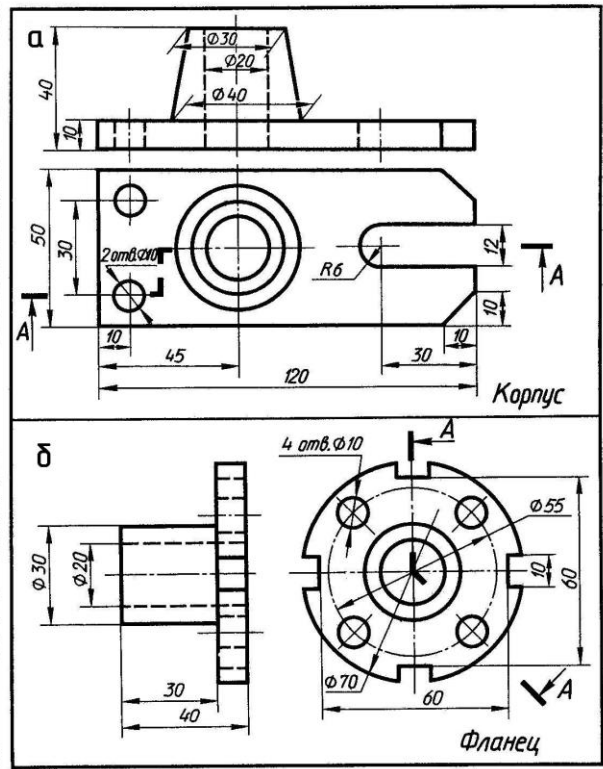


Рисунок 4.3 – Разрезы сложные

Вариант 5

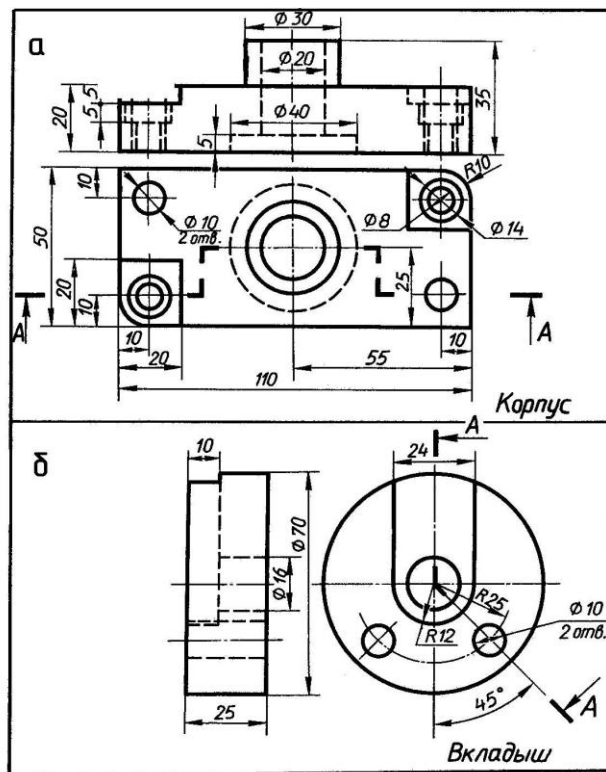


Вариант 6

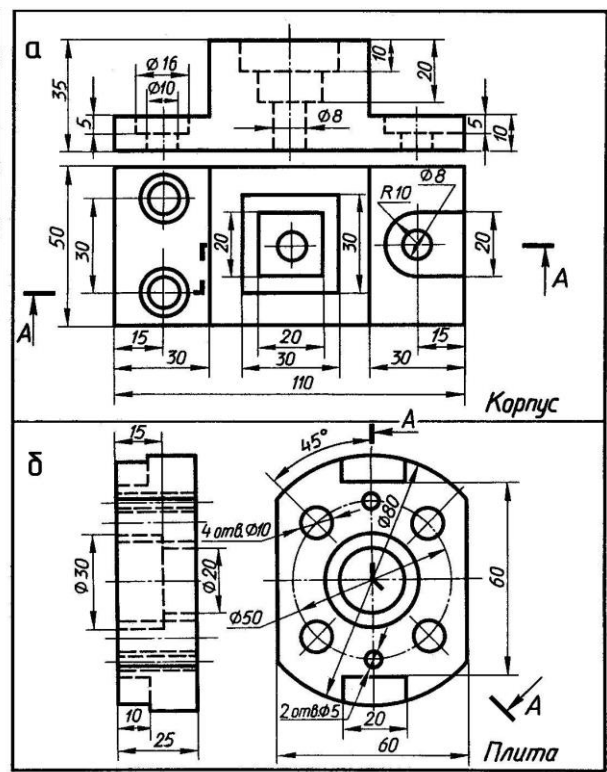


Заменить вид спереди разрезом А–А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Вариант 7

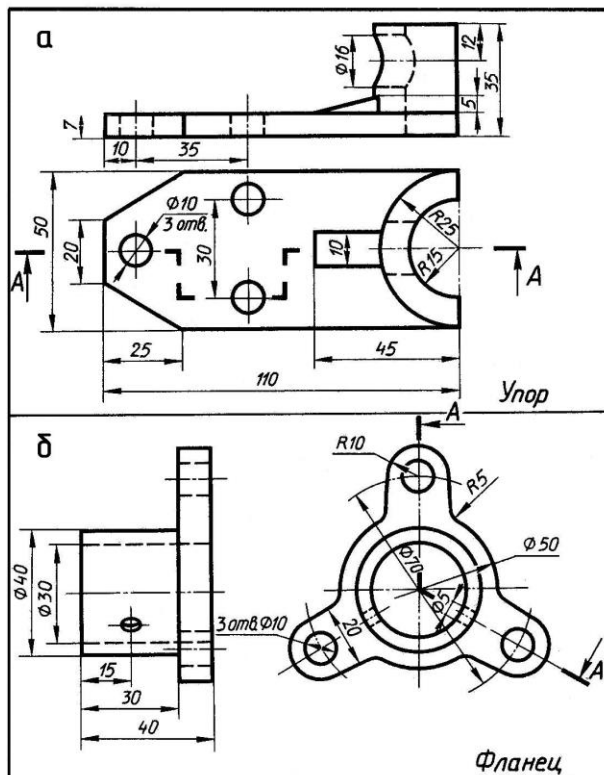


Вариант 8

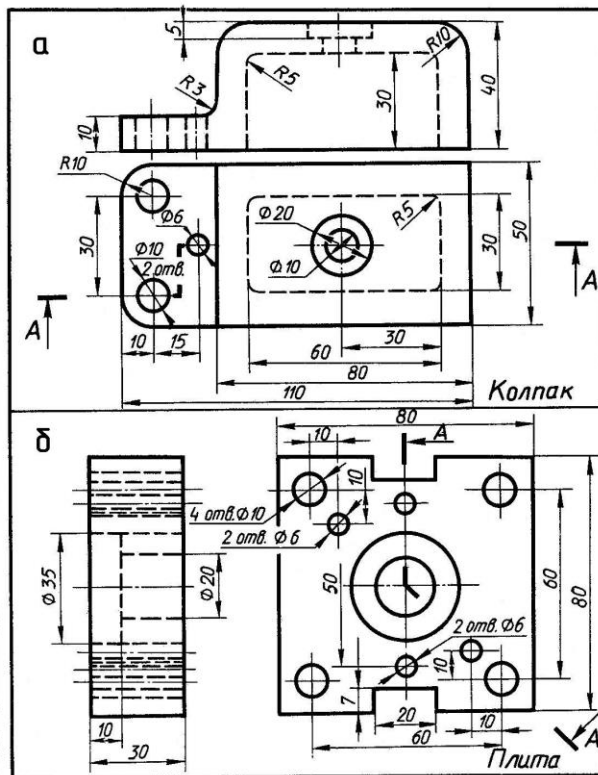


Заменить вид спереди разрезом А–А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Вариант 9

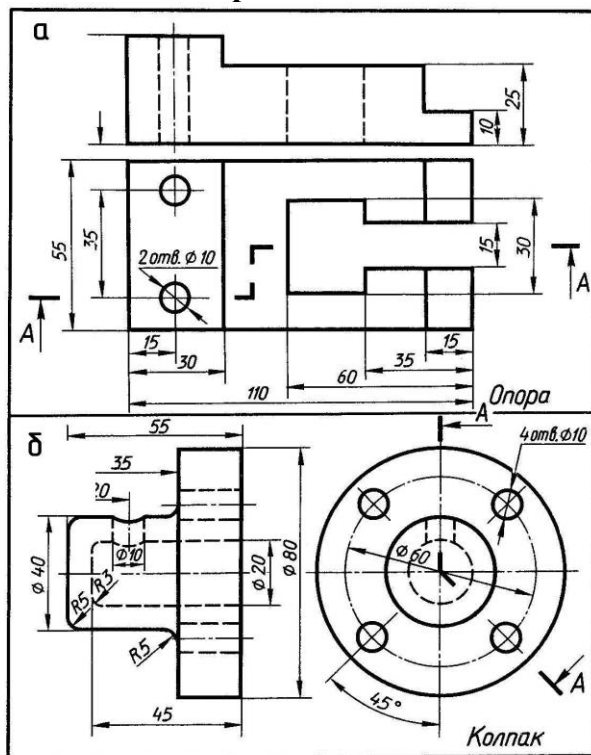


Вариант 10

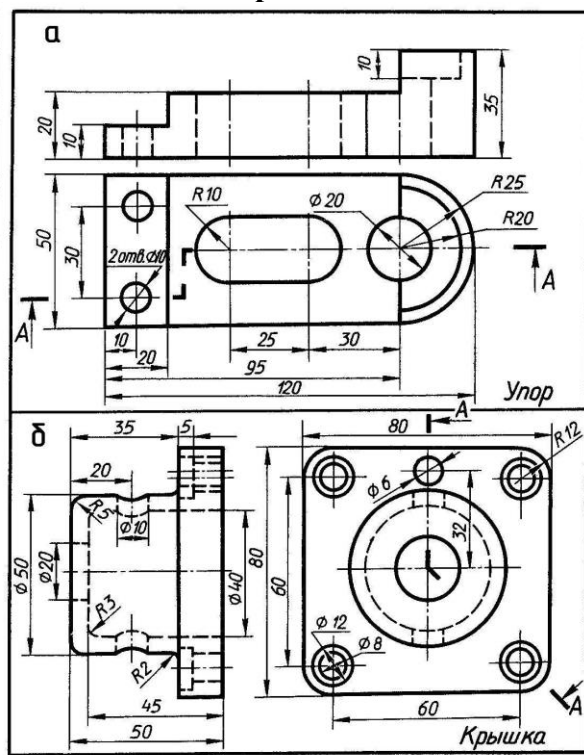


Заменить вид спереди разрезом А–А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

Вариант 11



Вариант 12



Заменить вид спереди разрезом А–А: ступенчатым на рис. а и ломаным на рис. б

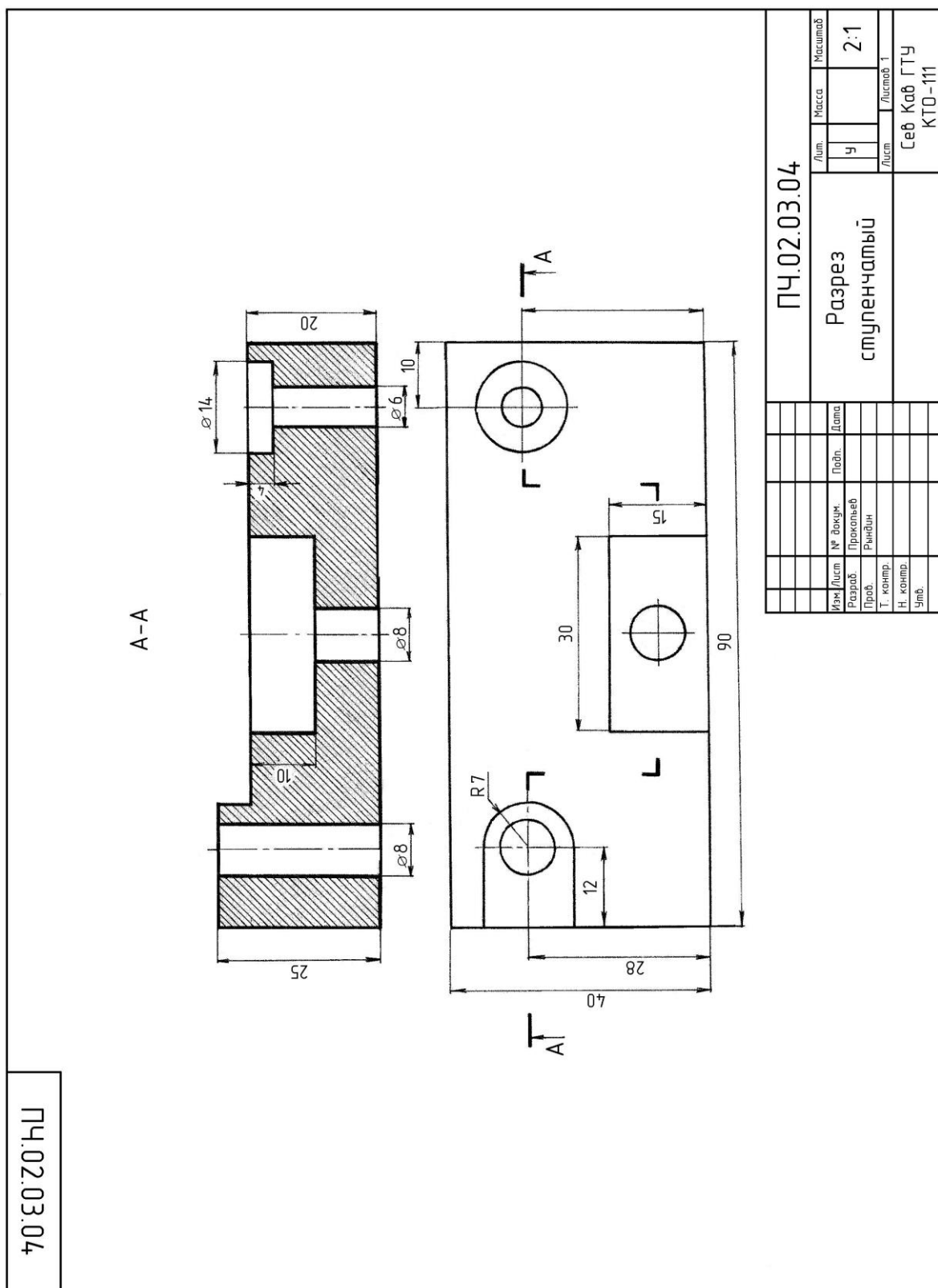


Рисунок 4.4 – Разрез ступенчатый

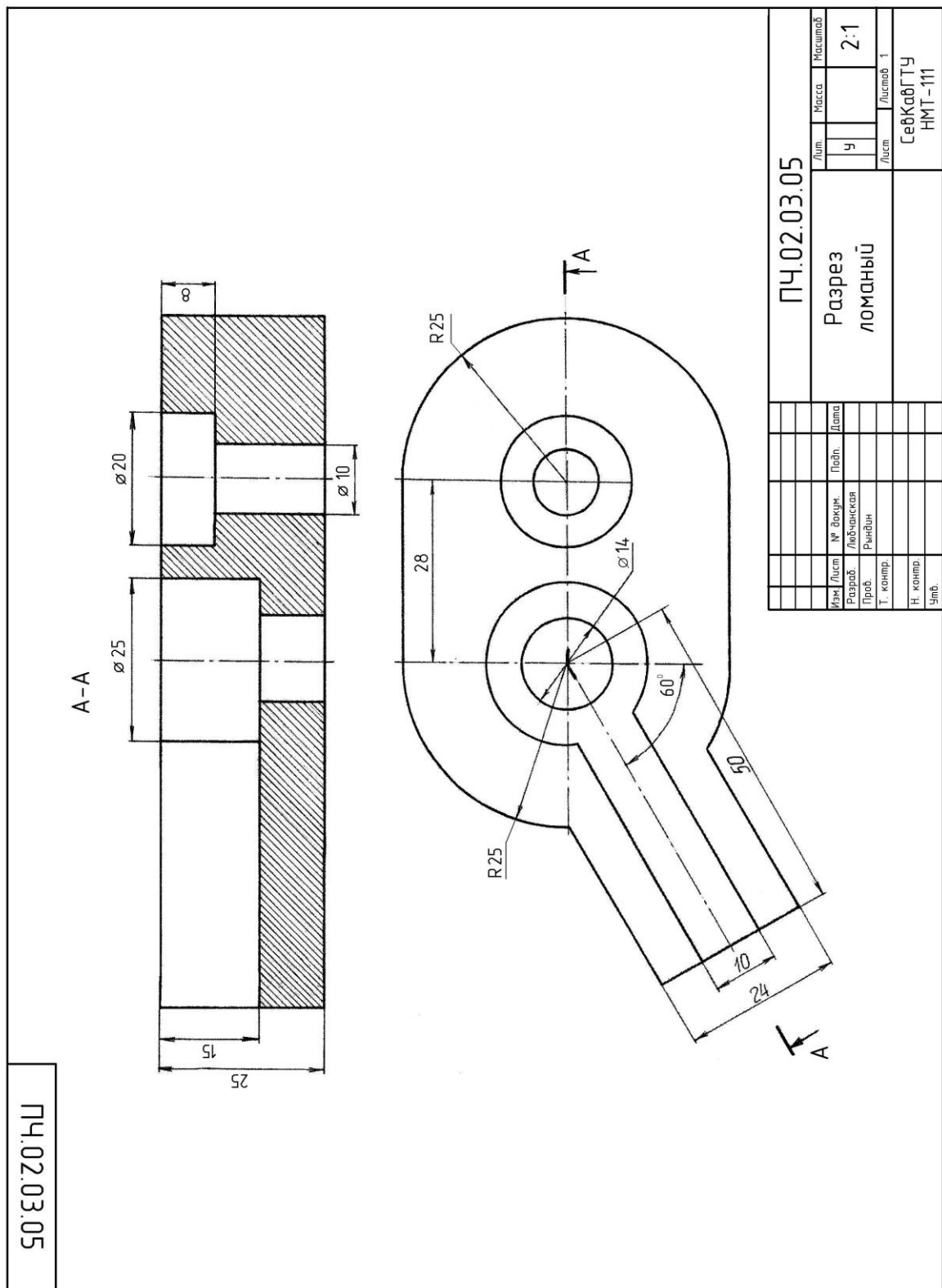


Рисунок 4.5 – Разрез ломаный

Задание 5

Сечения

Теоретическая часть

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. В отличие от разреза на сечении показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости.

Сечения применяются для выявления формы отдельных элементов детали. Их целесообразно применять для таких деталей, как рычаги, стойки, профили проката, валы с отверстиями и шпоночными пазами, рукоятки, спицы, рамы.

Сечения в зависимости от их расположения на чертеже подразделяются на **вынесенные** и **наложенные** (рис. 5.1). Вынесенные сечения предпочтительны.

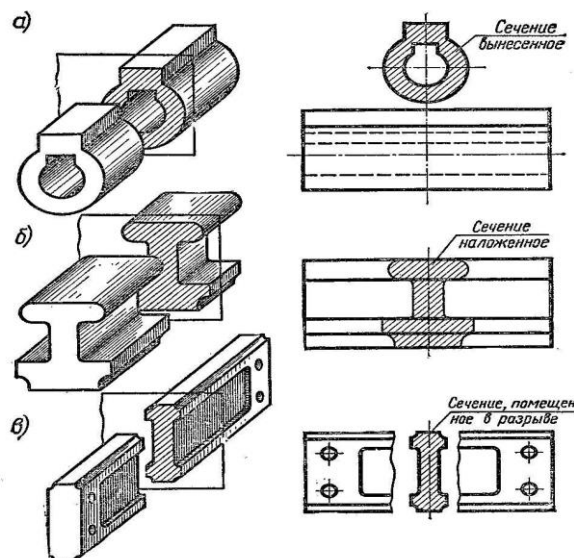


Рисунок 5.1 – Классификация сечений

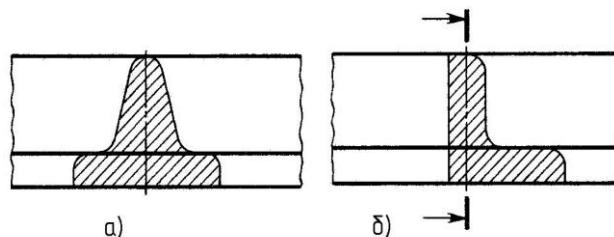


Рисунок 5.2 – Наложённые сечения

Наложенное сечение (рис. 5.1б и 5.2) располагают непосредственно на виде детали. Контур такого сечения обводят сплошной тонкой линией. Если форма сечения симметричная (рис. 5.2а), то след секущей плоскости не проводят и сечение не сопровождается надписью. Если форма сечения несимметричная (рис. 5.2б), то проводят след секущей плоскости со стрелками, показывающими направление взгляда, но буквенное обозначение у стрелок и надпись над сечением не выполняют.

Вынесенное сечение располагают вне контура вида детали (рис. 5.1а). Его допускается располагать в разрыве между частями вида (рис. 5.1в). Контур такого сечения обводят сплошной основной линией.

Вынесенное сечение на чертеже может располагаться по-разному.

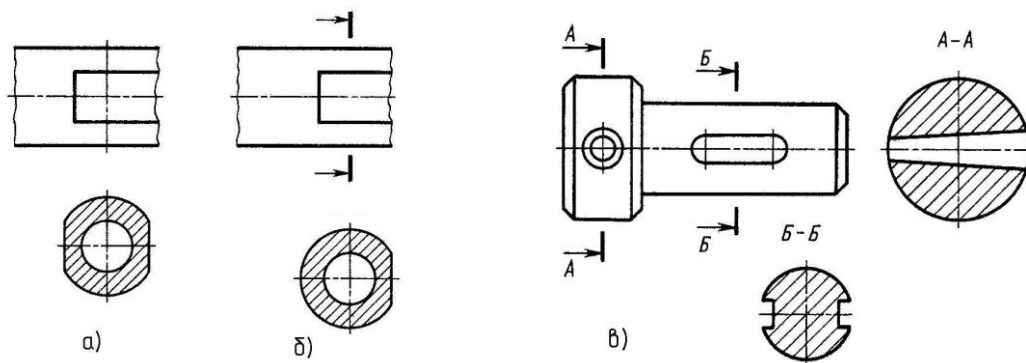


Рисунок 5.3 – Варианты расположения вынесенного сечения

1. На продолжении следа секущей плоскости (рис. 5.3а и б). Если при этом фигура сечения симметричная, то на месте условного сечения проводят штрихпунктирную линию и след секущей плоскости не обозначается (рис. 5.3а). Если же фигура несимметричная, то след секущей плоскости изображают разомкнутыми штрихами со стрелками, показывающими направление взгляда. Буквенное обозначение не ставят.
2. В проекционной связи на месте одного из видов (рис. 5.3в, сечение А–А). Такое сечение всегда обозначают разомкнутыми штрихами и буквами.
3. На свободном поле чертежа. Такое сечение всегда обозначают и показывают след секущей плоскости (рис. 5.3в, сечение Б–Б).

Если секущая плоскость проходит через ось цилиндрической или конической поверхности, то в сечении контур отверстия показывают по типу разреза (рис. 5.3, сечение А–А). Если же секущая плоскость проходит через шпоночный паз, то края отверстия не замыкаются (рис. 5.3, сечение Б–Б).

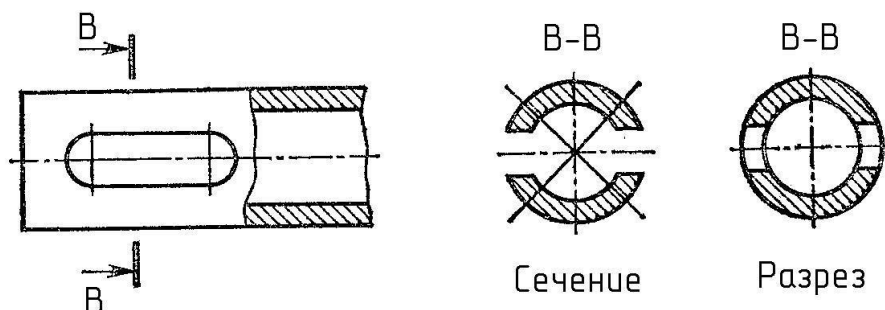


Рисунок 5.4 – Сечение не круглого отверстия

Когда секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных частей, то сечение заменяют разрезом (рис. 5.4, сечение В–В) [3 (гл. 5.3); 4 (гл. 1.3); 6].

Контрольные вопросы

1. Отличие сечения от разреза.
2. В каких случаях сечение не обозначается?
3. Где располагают вынесенное сечение?

Задание

На формате А3 выполнить три сечения вала. Вариант своего задания взять из рисунка 5.6.

Сначала построить в тонких линиях главный вид вала по направлению, заданному стрелкой А. Затем сечение по плоскости А–А выполнить на следе секущей плоскости (оно не обозначается). Сечение по плоскости Б–Б выполнить на свободном поле чертежа (оно получит обозначение А–А). Сечение по плоскости В–В выполнить в проекционной связи на виде слева (оно получит обозначение Б–Б). Заштриховать сечения. Затем выполнить обводку чертежа.

Проставить размеры. Следует обратить внимание на простановку размеров на сечении шпоночного паза (рис. 5.5).

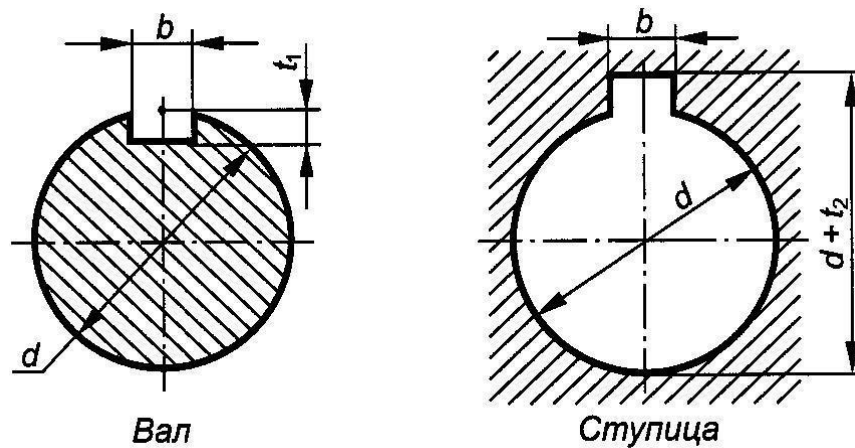


Рисунок 5.5–Размеры шпоночного паза

Для простановки глубины шпоночного паза на валу t_1 дуга окружности d продолжается тонкой линией до пересечения с вертикальной осью, где ставится жирная точка. От этой точки и проводится выносная линия. Размер $d+t_2$ на ступице всегда дробное число, например, 27,3.

Заполнить основную надпись. Образец выполнения задания 5 приведен на рисунке 5.7.

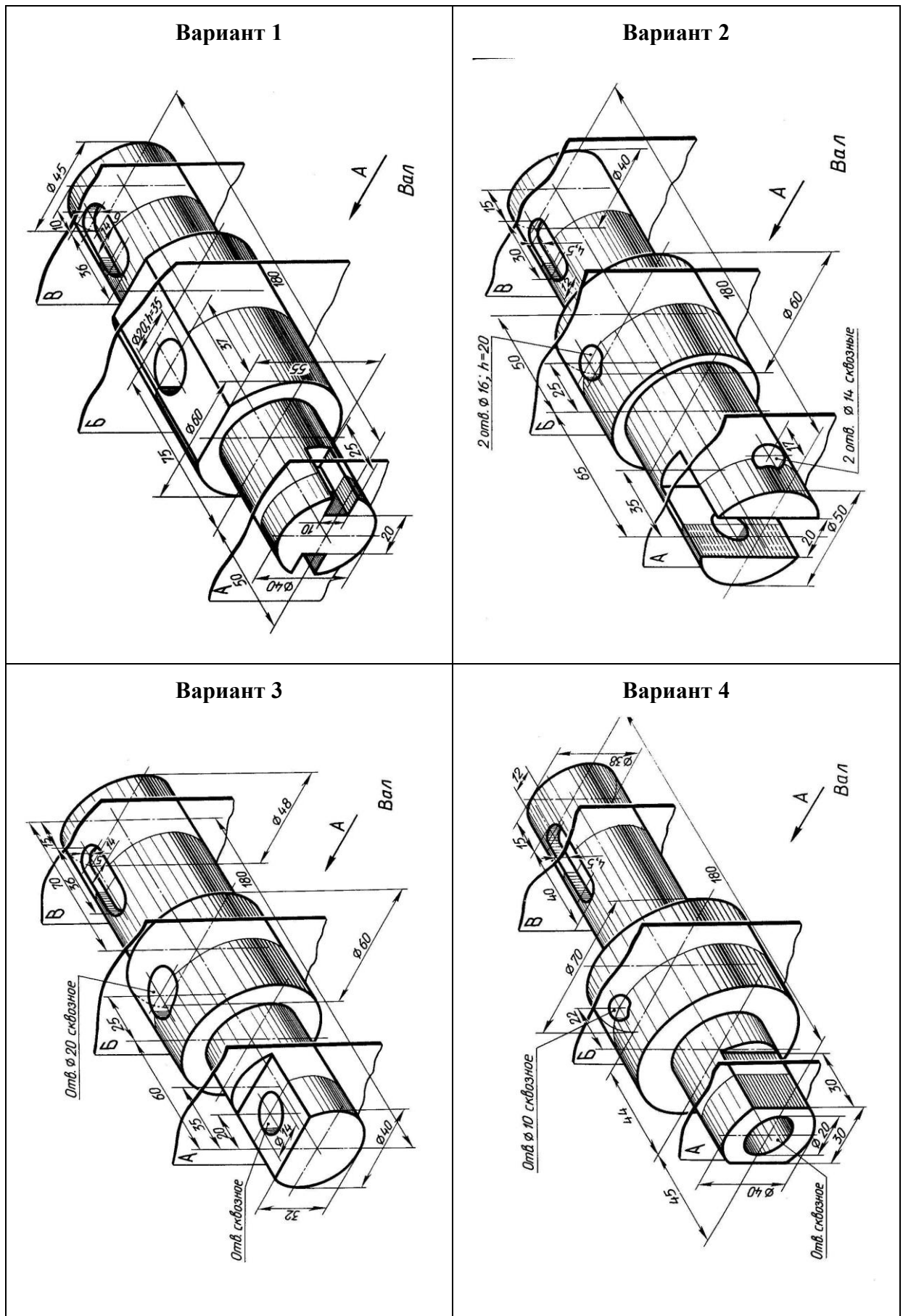
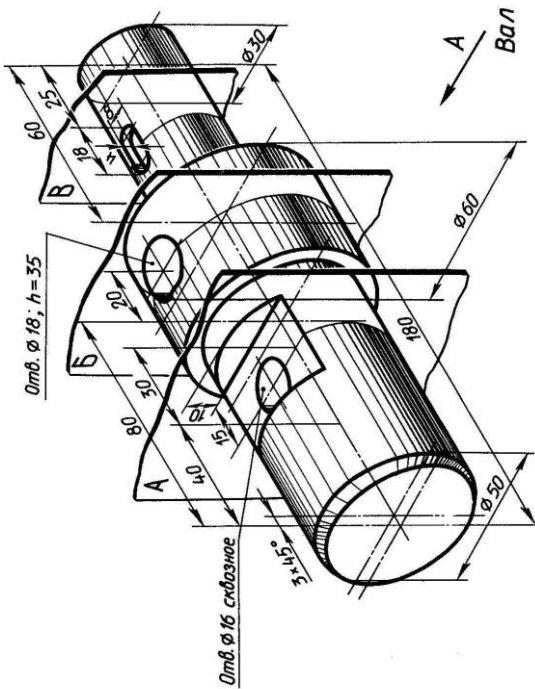
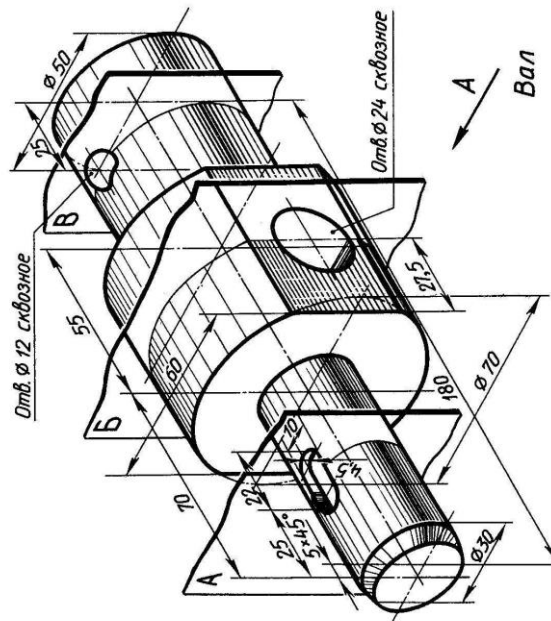


Рисунок 5.6 – Сечения вала

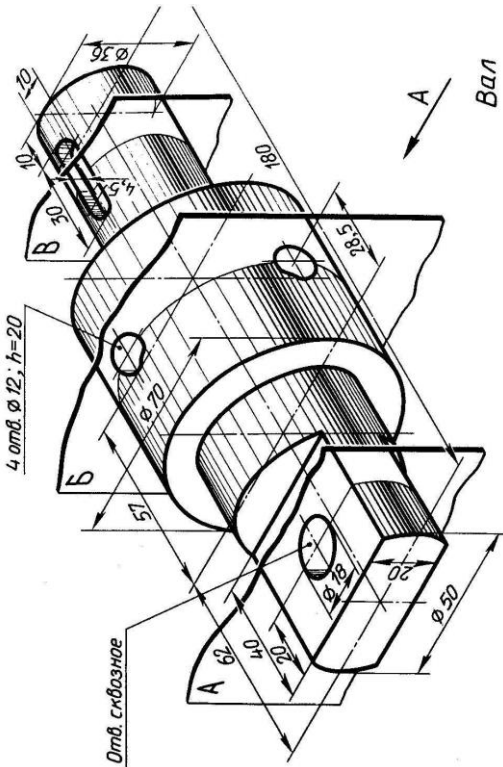
Вариант 5



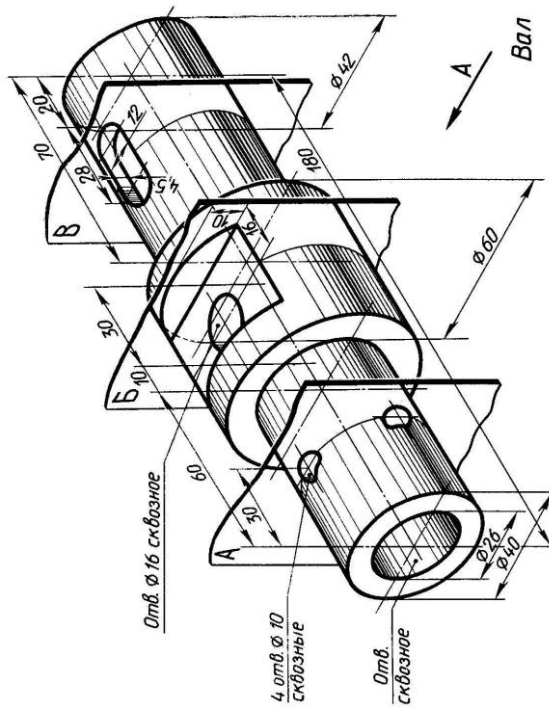
Вариант 6



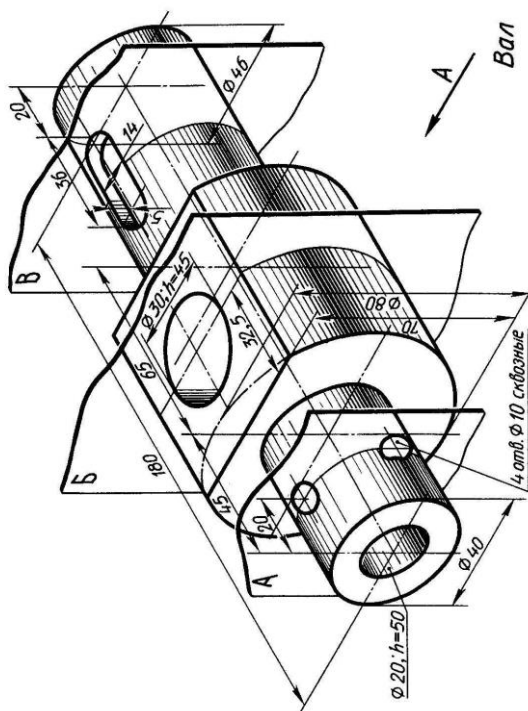
Вариант 7



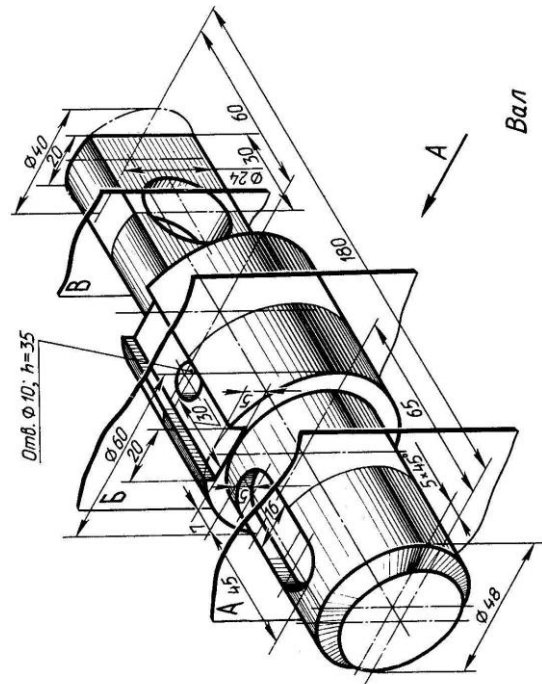
Вариант 8



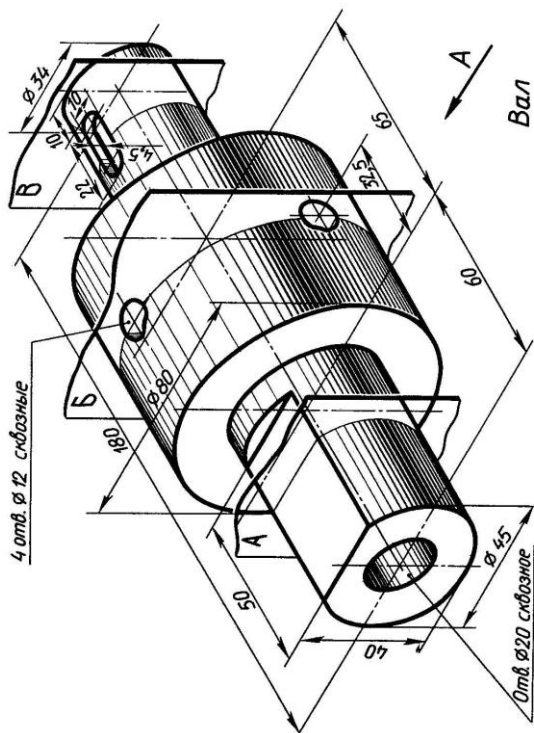
Вариант 9



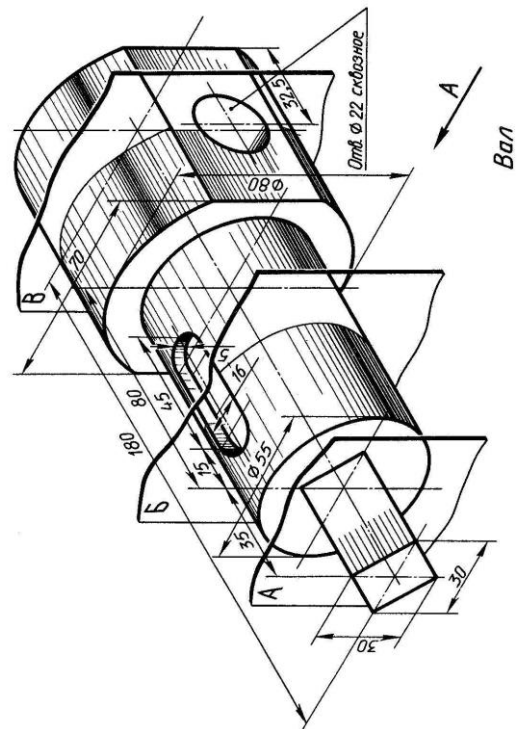
Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12



Продолжение рисунка 5.6

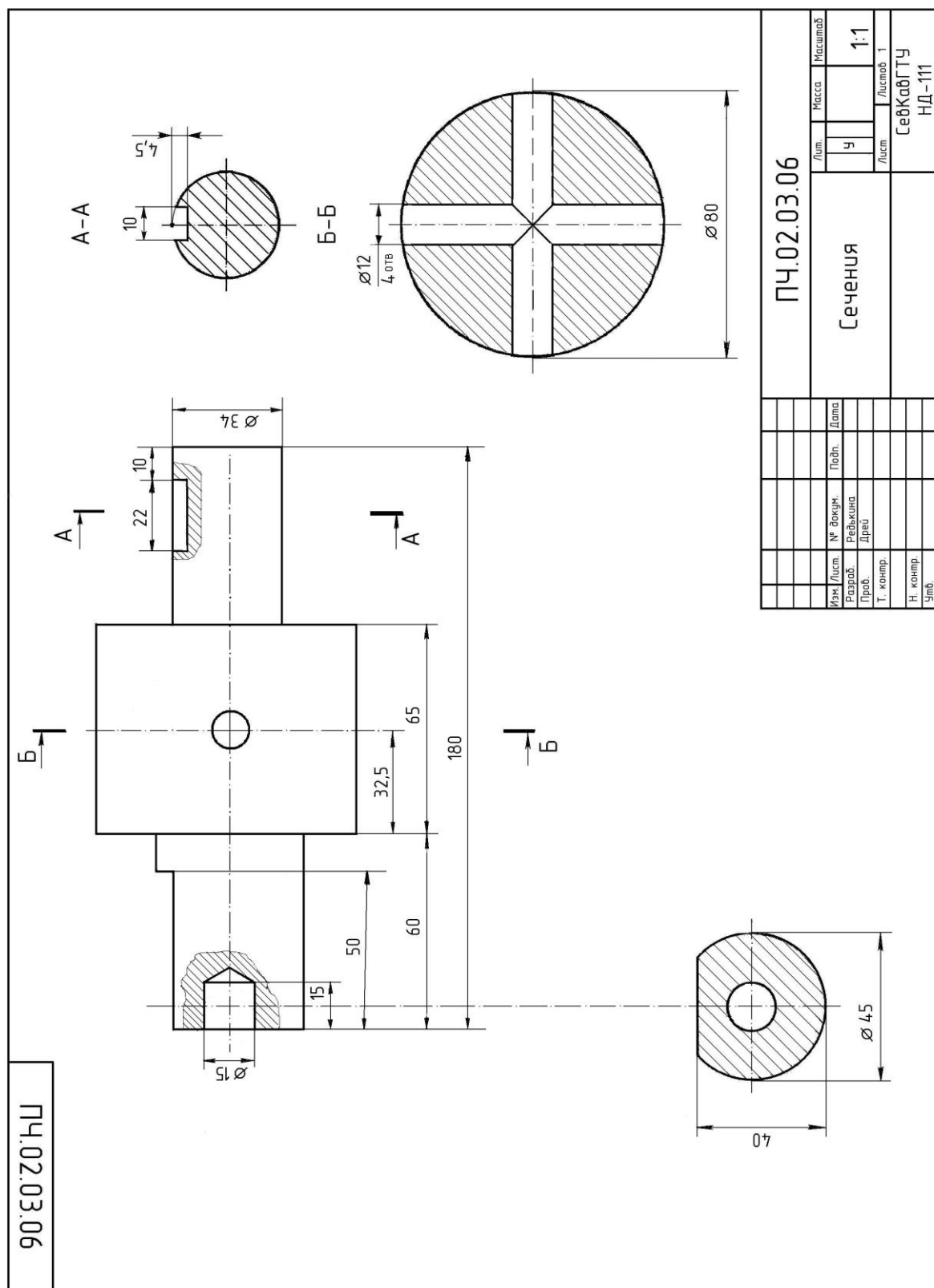


Рисунок 5.7 – Сечения вала