

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

По выполнению практических работ

по дисциплине «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

для студентов направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело направленность
(профиль) «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»

Шпак М.А. Начертательная геометрия. Методические указания. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2026. – 92 с.

Методические указания предназначены для оказания методической помощи при выполнении чертежей во время аудиторных занятий, по дисциплине «Начертательная геометрия». Содержит основные теоретические положения; рассмотрены примеры решения задач и выполнения заданий; приведены образцы оформления листов графической части и контрольные вопросы для проверки усвоения материала. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 21.03.01 Нефтегазовое дело, профиль подготовки: «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»
Квалификация выпускника: Бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Практическое занятие 1 Введение в дисциплину. Конструкторская документация. Правила оформления чертежей в соответствии с ЕСКД.

Практическое занятие 2 Проецирование прямой. Проекции прямой. Прямые общего и частного положения. Взаимное положение прямой и точки. Взаимное положение прямых в пространстве.

Практическое занятие 3 Проецирование плоскости. Способы задания плоскостей. Плоскости общего и частного положения. Следы плоскости.

Практическое занятие 4. Взаимное расположение плоскостей, прямой и плоскости. Пересечение плоскостей, прямой и плоскости.

Практическое занятие 5. Пересечение прямой и плоскости. Определение видимости прямой.

Практическое занятие 6. Построение прямой, параллельной заданной плоскости. Построение параллельных плоскостей.

Практическое занятие 7. Определение расстояния от точки до плоскости. Перпендикулярность плоскостей.

Практическое занятие 8. Способ перемены плоскостей проекций.

Практическое занятие 9. Пересечение многогранников плоскостью. Пересечение многогранников прямой. Взаимное пересечение многогранников.

Приложение А

Приложение Б

Введение

Дисциплина «Начертательная геометрия и инженерная графика» относится к обязательной части учебного плана. Ее освоение происходит во 2-ом семестре.

Изучение дисциплины способствует формированию у выпускников направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств следующих индикаторов универсальных и общепрофессиональных компетенций:

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций:

осуществлять многофакторный анализ поставленной задачи и диагностику на основе системного подхода;

осуществлять поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

изображать пространственные объекты на плоскости; решать разнообразные инженерно-геометрические задачи для изделий, имеющих сложные формы поверхностей, читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД.

Практические занятия по разделу «Начертательная геометрия» проводятся в 1-ом семестре и основаны на решении пространственных задач с помощью комплексных чертежей (эпюров). Прежде чем приступить к решению задачи на чертеже, надо понять ее условие, представить в пространстве заданные геометрические образы и пространственное расположение, и четко представить схему решения, т. е. установить последовательность выполнения.

Практическое занятие 1. Введение в дисциплину. Конструкторская документация.

Цель: получение навыков и умений при выполнении и оформлении чертежей деталей.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Актуальность темы: одним из основных требований технически грамотного выполнения эскизов, чертежей, таблиц, схем, графиков, является соблюдение ГОСТ 2.304-81 и получения навыков при оформлении конструкторской документации.

Теоретическая часть

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 1.1.

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.



Рисунок 1.1 – Шрифт типа Б с наклоном 75°

Вопросы и задания.

Чем определяется номер шрифта?

Что такое шрифт?

Какой шрифт используется в машиностроительных чертежах? Выполнить титульный лист, используя образец шрифта на рисунке 1.1.

Расположение текста на листе выполнить по центру, по нижеприведенной схемы.

СКФУ шрифт 14 в сетке
Кафедра технологии машиностроения и технологического
оборудования шрифт10
АЛЬБОМ ЧЕРТЕЖЕЙ шрифт20в сетке
За 1 семестр шрифт10
студента 1 курса группы КТМ-о-б-22-1 шрифт10
Иванова Ивана шрифт14в сетке
Ставрополь 2022 – 2023 уч. год шрифт7

Образец выполнения титульного листа представлен в Приложении Б, рисунок 1.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5-7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

Супрун, Л. И. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] : учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 244 с. — 978-5- 7638-3802-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

<http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсу «Конструкторские документы и правила их выполнения».

Практическое занятие 2. Правила оформления чертежей в соответствии с ЕСКД.

Цель: Получение навыков и умений при выполнении и оформлении чертежей деталей.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2 _{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Актуальность темы: в процессе проектирования необходимо грамотно и точно выполнять изделия с соблюдением всех норм и правил ЕСКД.

Теоретическая часть

Форматы. Форматами называются листы чертежей и других конструкторских документов (спецификация, технические условия и др.), размеры которых установлены ГОСТ 2.301–68.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рисунок 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.

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

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 2.104–68 устанавливает единую форму, размеры и порядок оформления основной надписи. Размеры и форма основной надписи представлена на рисунке 1.2.



Рисунок 1.1 – Образование формата чертежа Таблица 1.1 – Основные форматы

Обозначение	A4	A3	A2	A1	A0
Размеры сторон, мм	210х297	297х420	420х594	594х841	841х1189

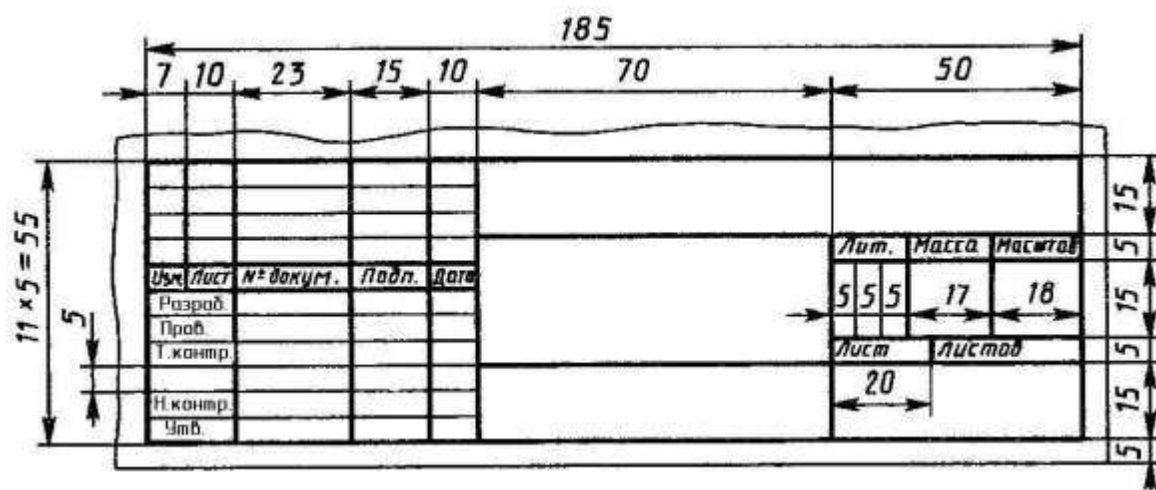


Рисунок 1.2 – Основная надпись

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 А(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 начертаниях применяют различные типы линий, начертание, толщина, наименование и назначение которых устанавливает ГОСТ 2.303–68 (табл. 1.2).

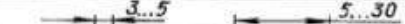
Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Наименование
	S	Сплошная основная
	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Сплошная тонкая
	— " —	Сплошная волнистая
	— " —	Штриховая
	— " —	Штрих-пунктирная тонкая
	от $\frac{1}{2}S$ до $\frac{2}{3}S$	Штрих-пунктирная утолщенная
	от $\frac{S}{3}$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

Таблица 2.1 – Линии чертежа

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.

Вопросы и задания.

Назовите основные форматы и их размеры.

Назовите стандартные масштабы.

С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?

На формате А4 выполнить чертеж типов линий. Данные своего варианта взять в Приложении А, таблица 1 по варианту. Образец выполнения задания представлен в Приложении Б, рисунок 2.

Практическое занятие 3. Проекции точки.

Цель работы: на примерах решения задач освоить способы построения точки в трехмерном пространстве.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

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 5).

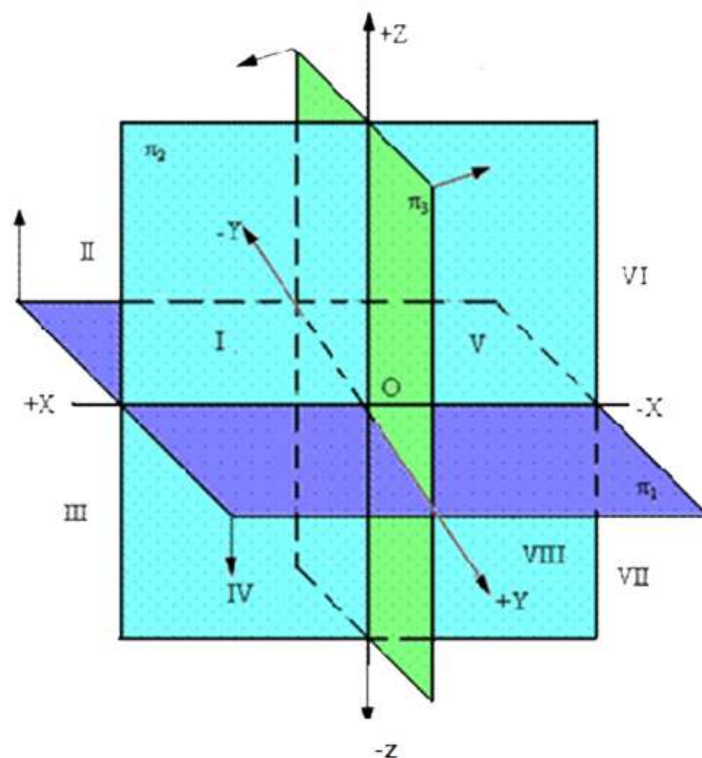


Рисунок 5 – Расположение плоскостей проекций в пространстве

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

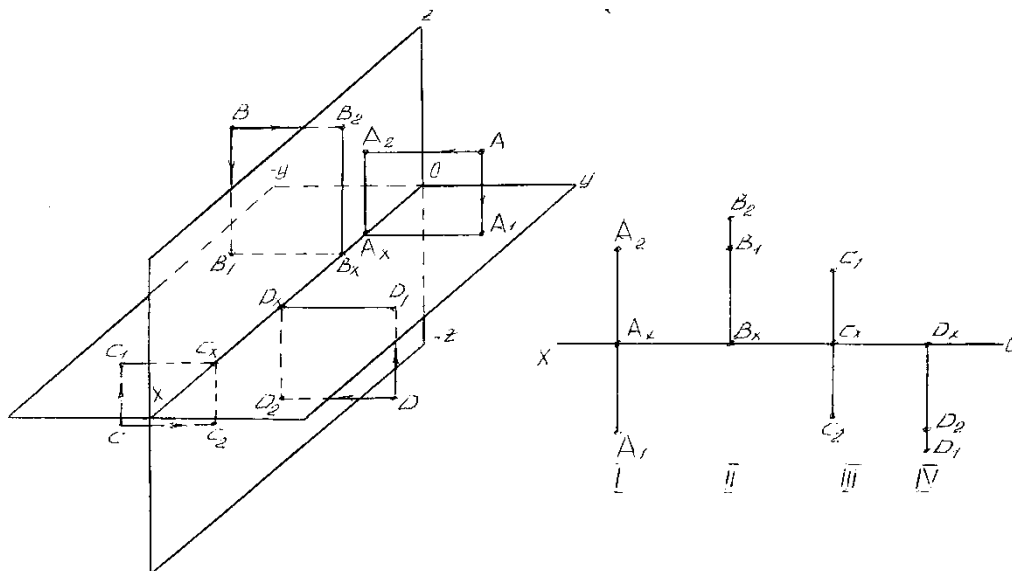


Рисунок 6 – Наглядный и комплексный чертеж (эпюр) точек

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 комплексные чертежи точек A, B и их наглядное изображение (рисунок 7, 8) .

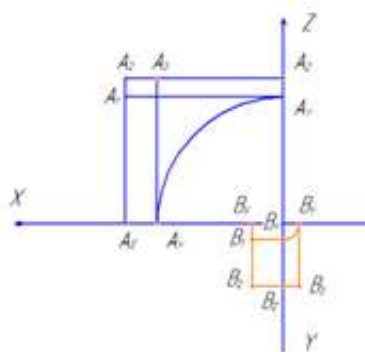


Рисунок 7 – Комплексный чертеж точек А и В

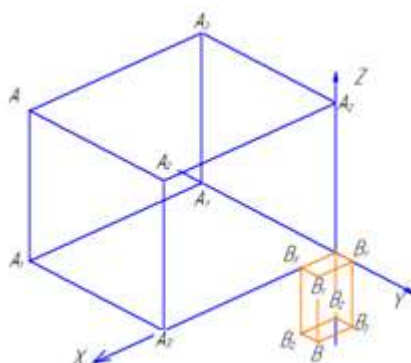


Рисунок 8 – Наглядное изображение точек А и В

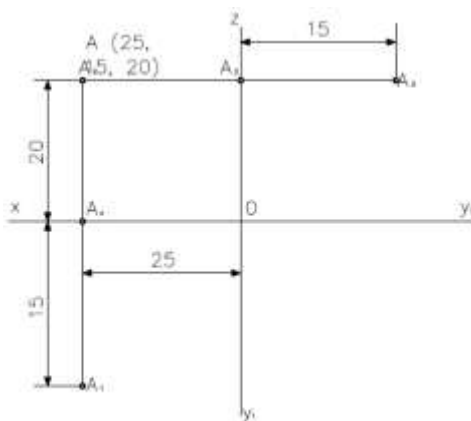


Рисунок 9 – Построение комплексного чертежа А (25; 15; 20)

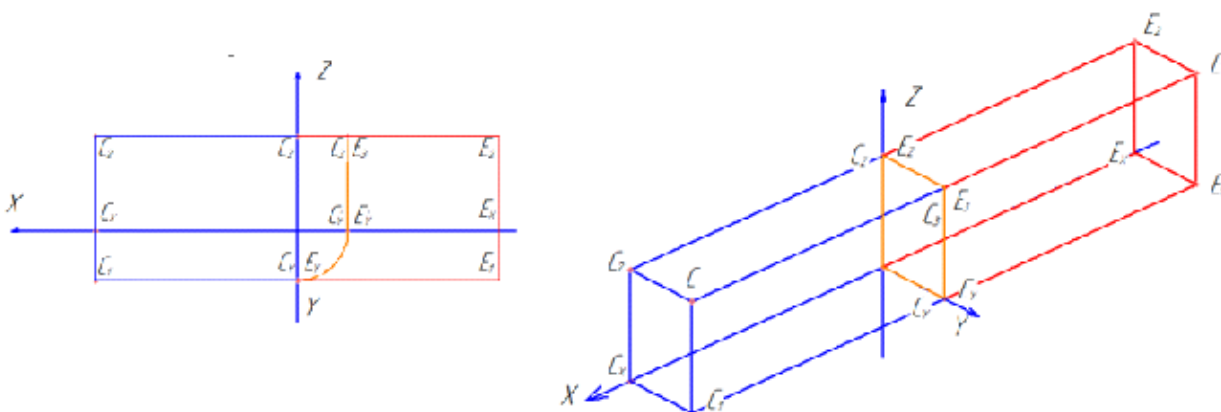


Рисунок 10 – Построение точки Е симметричной точки С относительно плоскости Π_3

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 Π_1 ?
10. Какой координатой определяется расстояние от точки до плоскости проекций Π_2 ?
11. Какой координатой определяется расстояние от точки до плоскости проекций Π_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 Π_1 ?
17. Какая из координат точки равна нулю, если точка лежит на плоскости проекций Π_2 ?
18. Какая из координат точки равна нулю, если точка лежит на плоскости проекций Π_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 Приложении, таблица 2.

21. Построить эпюр и наглядное изображение точки В, симметричной точке А относительно элемента, указанного в условии. Данные для решения задачи приведены в Приложении, таблица 3.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. 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). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

2. Гушин, Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Л. Я. Гушин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2007. – 291 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397

3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. – 53 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397

4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – Библиогр. с. 575. – ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79

5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. – 276 с.: ил. 24. – Гриф: Рек. УМО. – Библиогр.: с. 269. – Предм. указ.: с. 273-276. – ISBN 978-5-9775-0422-5; 30.11/004_Б 79

Практическое занятие 3. Проекция точки.

Цель работы: на примерах решения задач освоить способы нахождения проекции точки по двум заданным проекциям.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований

рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

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

В начертательной геометрии часто приходится решать задачи на построение третьей проекции фигуры по двум данным. Для этого прежде нужно научиться строить третью проекцию точки, если известны две ее проекции. Выполнить это можно тремя способами.

Проекционный способ (рисунок 11). Из фронтальной проекции A_2 проводят горизонтальную линию связи. Из горизонтальной проекции A_1 опускают перпендикуляр на ось Oy_1 , получают точку Ay_1 , и при помощи циркуля или прямоугольного равнобедренного треугольника находят на оси Oy_3 положение точки Ay_3 . из этой точки проводят вертикальную линию связи до пересечения с линией связи, проведенной из A_2 . Точка A_3 – профильная проекция точки A .

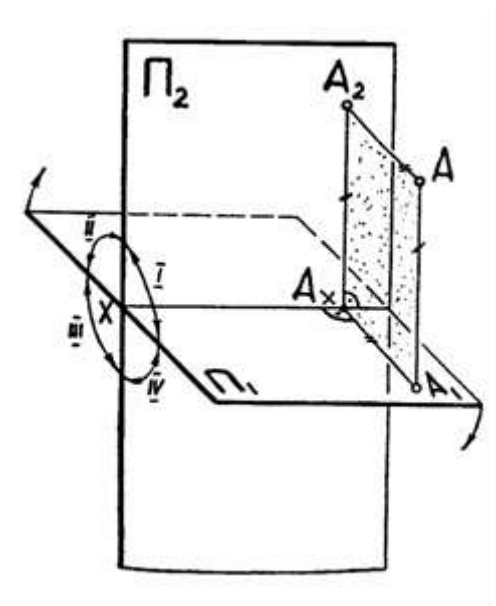


Рисунок 11 – Проекционный способ

Координатный способ. Из фронтальной проекции A_2 проводят горизонтальную линию связи. Измеряют циркулем расстояние от проекции A_1 до оси Ox (глубину точки, или координату y_A) и откладывают этот отрезок на линии связи вправо от точки A_2 . Получают профильную проекцию A_3 .

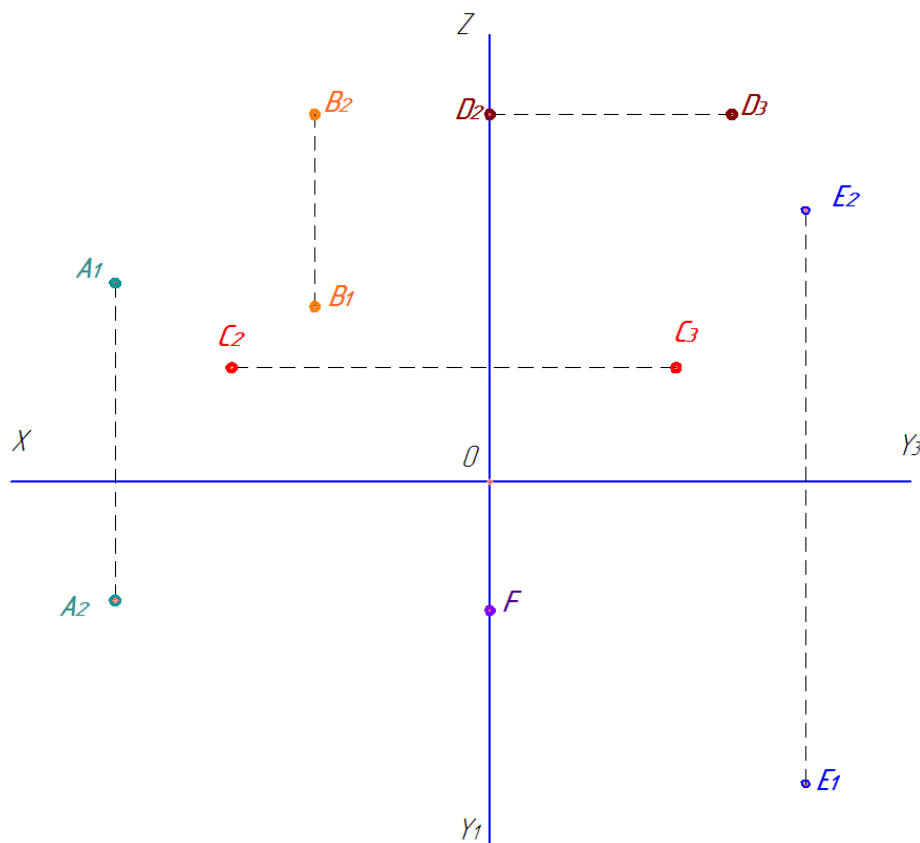
Способ с использованием постоянной прямой чертежа. Из фронтальной проекции A_2 проводят горизонтальную линию связи. Из горизонтальной проекции

A_1 проводят линию связи до пересечения в точке A_0 с постоянной прямой K , т.е. биссектрисой угла y_1Oy_3 . из точки A_0 проводят вертикальную линию связи до пересечения с линией, проведенной из фронтальной проекции A_2 .

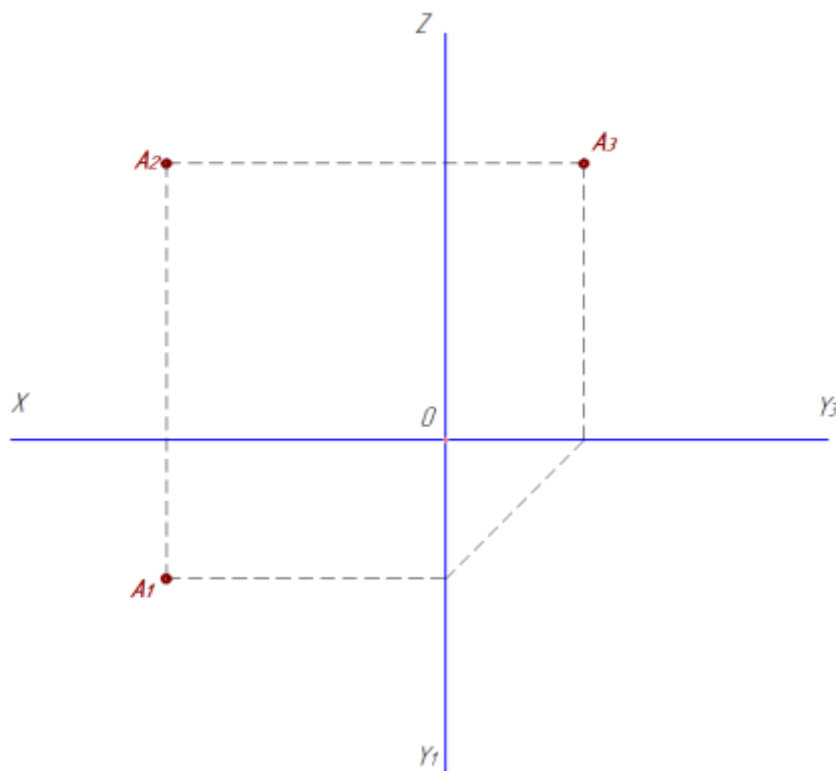
Предпочтительней второй и третий способы, требующие меньшего числа построений и позволяющие использовать чертежные приборы.

Вопросы и задания

1. В чем сущность проекционного способа нахождения третьей проекции точки по двум заданным?
2. В чем сущность координатного способа нахождения третьей проекции точки по двум заданным?
3. Что такое постоянная чертежа?
4. Сущность способа нахождения третьей проекции точки по двум заданным с использованием постоянной чертежа?
5. Найти недостающую проекцию точки по двум другим заданным проекциям.



6. Найти проекцию точки B , расположенную симметрично точки A относительно следующих элементов: горизонтальная плоскость проекций, ось OZ , начало координат O .



Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. 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). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37
2. Гущин, Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Л. Я. Гущин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2007. – 291 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397
3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. – 53 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397
4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – Библиогр. с. 575. – ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79
5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. – Санкт-Петербург : БХВ-

Петербург, 2014. – 276 с.: ил. 24. – Гриф: Рек. УМО. – Библиогр.: с. 269. – Предм. указ.: с. 273-276. – ISBN 978-5-9775-0422-5; 30.11/004_Б 79

Практическое занятие 2. Проецирование прямой.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Прямая образуется при пересечении двух плоскостей. Прямая в пространстве бесконечна. Часть прямой, ограниченной двумя точками, называется отрезком прямой. Прямые подразделяются на прямые общего и частного положения в пространстве.

Прямые общего положения не параллельны и не перпендикулярны ни к одной из плоскостей проекций. Все проекции такой прямой наклонены к осям проекций (рисунок 2.1).

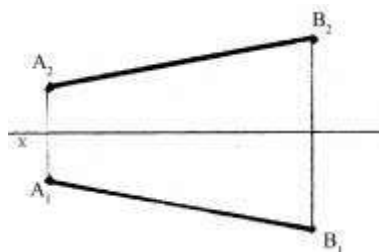


Рисунок 2.1 – Прямая общего положения

Прямые частного положения делятся на проецирующие и уровня.

Проецирующие прямые перпендикулярны к одной из плоскостей проекций (рисунок 2.2).

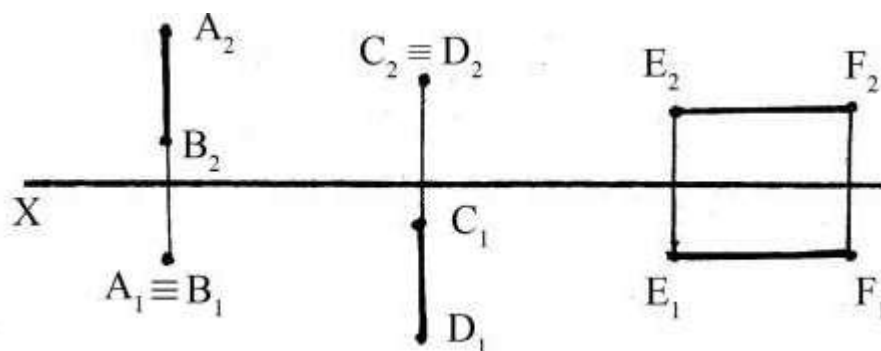


Рисунок 2.2 - Прямые частного положения Прямые уровня параллельны одной из плоскостей проекций.

Прямая, параллельная плоскости Π_1 называется горизонталь. Ее фронтальная проекция A_2B_2 параллельна оси X , а горизонтальная равна натуральной величине (НВ) отрезка $A_1B_1 = AB$ (рисунок 2.3). Если же проекция A_2B_2 совпадает с осью X , то отрезок AB расположен в плоскости Π_1 .

Прямая, параллельная плоскости Π_2 , называется фронталь. Ее горизонтальная проекция C_1D_1 параллельна оси X , а фронтальная равна НВ отрезка $C_2D_2 = CD$ (рисунок 2.4). Если же проекция C_1D_1 совпадает с осью X , то отрезок CD расположен в плоскости Π_2 .

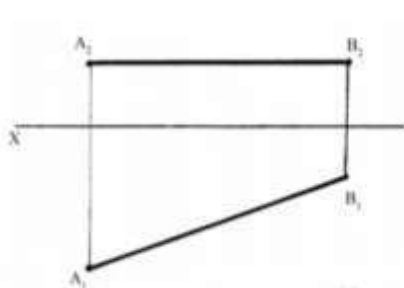


Рисунок 2.3- Горизонталь

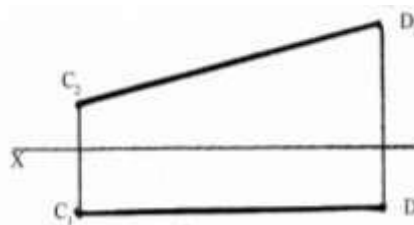


Рисунок 2.4 -Фронталь

Прямые в пространстве могут быть: параллельными, пересекающимися и скрещивающимися.

Если прямые в пространстве параллельны, то на эюре их одноименные проекции параллельны (рисунок 2.5).

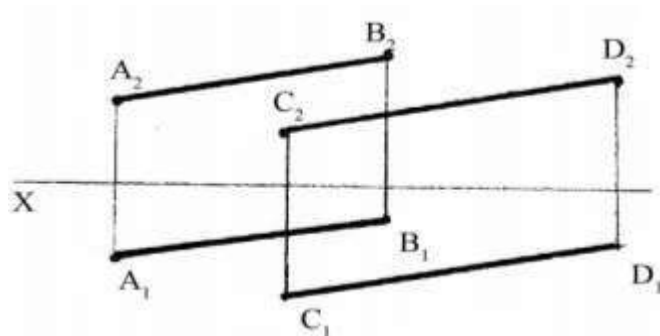


Рисунок 2.5 – Эпюр параллельных прямых

Если прямые в пространстве пересекаются, то на эпюре их одноименные проекции пересекаются и проекции точки пересечения K располагаются на одной вертикальной линии связи (рисунок 2.6).

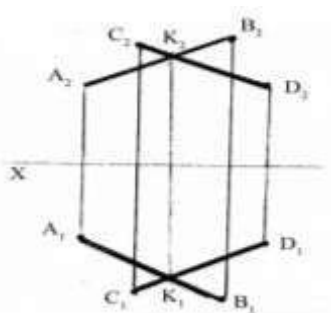


Рисунок 2.6 – Эпюр пересекающихся прямых

Если в пространстве прямые скрещиваются, то на эпюре точки кажущегося пересечения не лежат на одной вертикальной линии связи. Эти точки (1 и 2) называются конкурирующими и по ним определяется видимость объектов. На рисунке 2.7 точка 2 расположена выше точки 1.

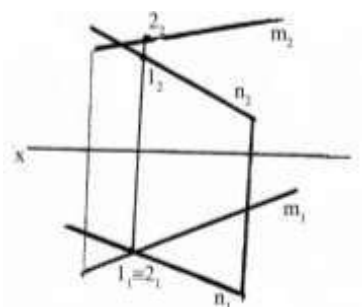


Рисунок 2.7 – Эпюр скрещивающихся прямых

Пример. Даны прямая АВ и точка К. Провести через точку К прямую параллельную прямой АВ (рисунок 2.8).

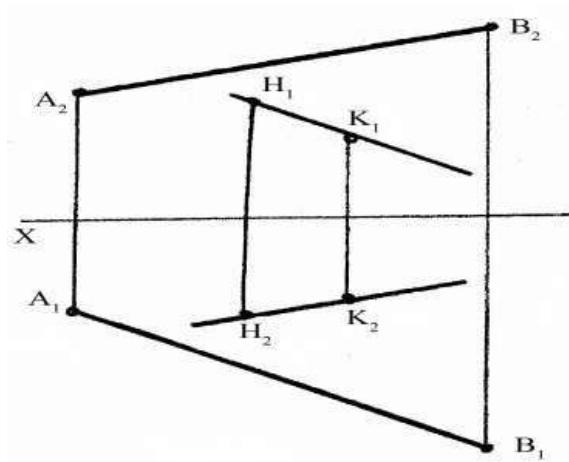


Рисунок 2.8 – Параллельность двух прямых

Решение. Проекции искомой прямой должны проходить через одноименные проекции точки К. При этом одноименные проекции прямых, заданной и искомой, должны быть между собой параллельны. Отсюда - проводим проекции искомой прямой: горизонтальную K_1H_1 через точку K_1 параллельно проекции A_1B_1 и вертикальную K_2H_2 через точку K_2 параллельно проекции A_2B_2 .

Вопросы и задания.

Какие прямые называют линиями уровня?

Как изображаются на эпюре параллельные прямые, пересекающиеся и скрещивающиеся прямые?

По каким точкам определяется видимость объектов?

Как определяется принадлежность точки заданной прямой?

Как построить изометрию отрезка прямой?

Задача 2.1. Построить три проекции и наглядное изображение отрезка прямой АВ, заданного координатами точек (Приложение А, таблица 4).

Задача 2.2. Определить проекции точки F, принадлежащей прямой ВС и удаленной от точки С на расстояние 30 мм. (Приложение А, таблица 4).

Задача 2.3. Построить три проекции и наглядное изображение прямых АВ и CD. Выяснить их взаимное положение (Приложение А, таблица 4).

Задача 2.4. Через точку А провести прямую, параллельную прямой ВС (Приложение А, таблица 4).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5-7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

Супрун, Л. И. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] : учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 244 с. — 978-5-7638-3802-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 6. Проецирование прямой.

Цель работы: на примерах решения задач приобрести навыки определения натуральной величины отрезка и углов наклона к плоскостям проекций.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

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

Теоретическая часть

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 15 показано построение натуральной величины отрезка АВ на горизонтальной и фронтальной плоскости проекций.

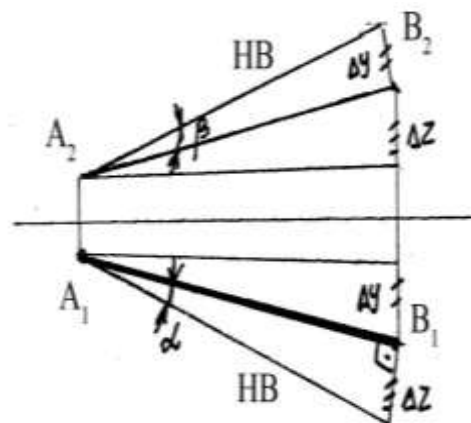


Рисунок 15 – Определение натуральной величины отрезка прямой

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 16 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 .

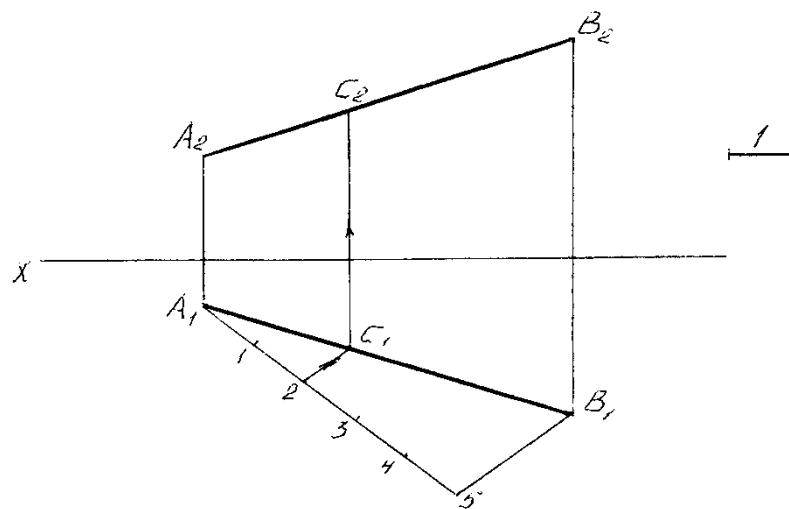


Рисунок 16 – Деление отрезка в заданном отношении

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 17 показано построение следов отрезка прямой АВ.

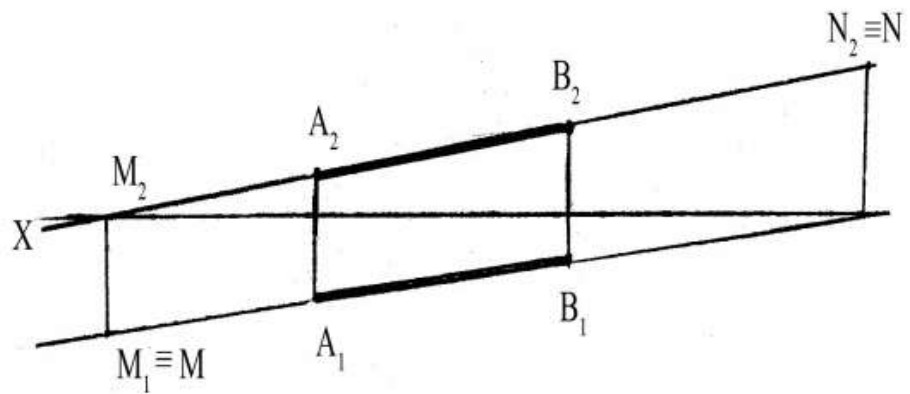


Рисунок 17 – Построение следов отрезка прямой АВ

Взаимное положение прямых. Если прямые параллельны, то параллельны их одноименные проекции (рисунок 18 а), если прямые пересекаются, то точка пересечения их проекций лежит на одном перпендикуляре к оси X (рисунок 18 б), если прямые не параллельны и не пересекаются между собой, то они называются скрещивающимися (рисунок 18 в). Точки пересечения проекций этих прямых 1, 2 и 3, 4 называются конкурирующими точками. 1, 2 – горизонтально-конкурирующие, 3, 4 – фронтально-конкурирующие.

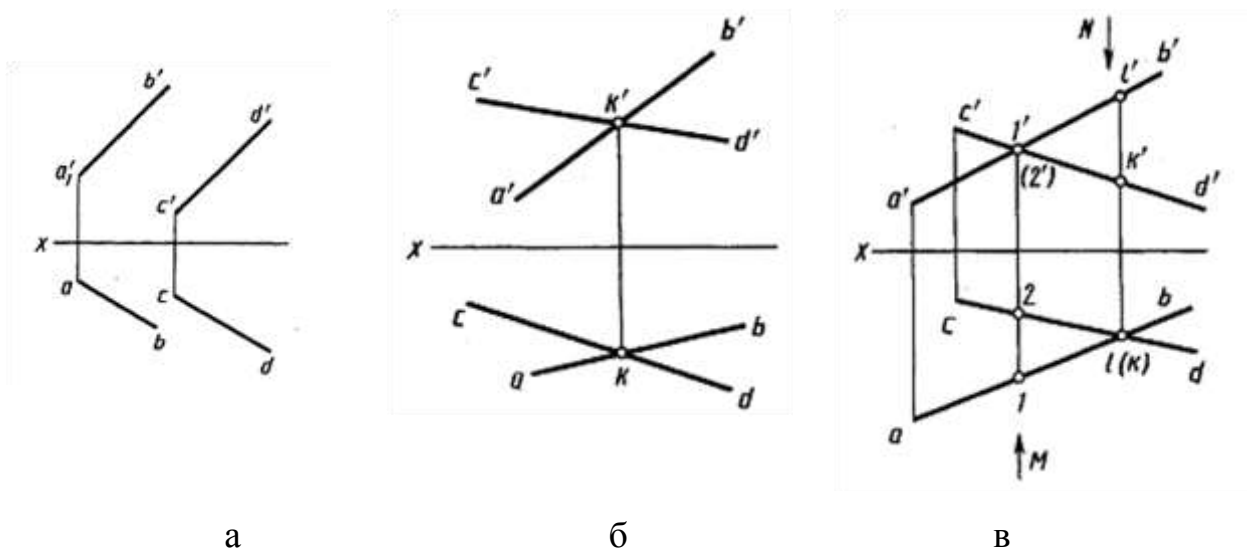


Рисунок 18 – Взаимное положение прямых: а – параллельные прямые, б – пересекающиеся прямые, в – скрещивающиеся прямые

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 19).

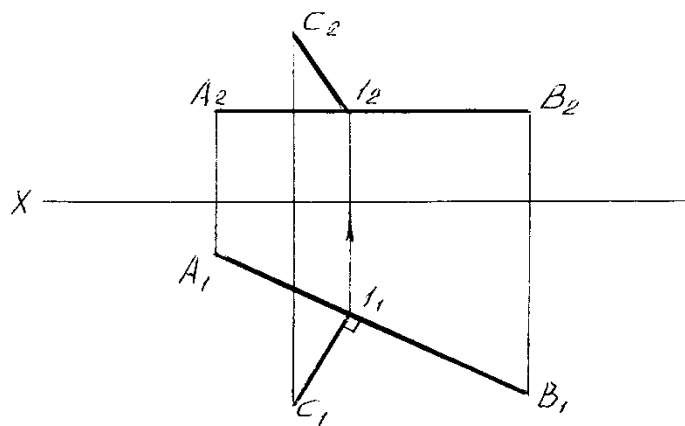


Рисунок 19 – Проецирование прямого угла

Вопросы и задания

1. Как определяется натуральная величина отрезка прямой общего положения?
2. В каком случае одна из проекций отрезка равна натуральной величине самого отрезка?
3. Что называется следом прямой?
4. Как на эюре найти горизонтальный след прямой?
5. Как на эюре найти фронтальный след прямой?
6. Сколько следов имеет прямая, перпендикулярная к горизонтальной плоскости проекций?
7. Сколько следов имеет прямая, перпендикулярная к фронтальной плоскости проекций?
8. Какое положение могут занимать прямые в пространстве относительно друг друга?
9. Что такое конкурирующие точки?
10. Когда прямой угол проецируется на плоскость проекций в натуральную величину?
11. Определить натуральную величину отрезка АВ и углы его наклона к плоскостям проекций. Найти точку С, делящую отрезок в заданном отношении. Данные для решения задачи приведены в Приложении, таблица 5.
12. Из точки С опустить перпендикуляр на прямую АВ. Данные для решения задачи приведены в Приложении, таблица 6.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. 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). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

2. Гущин, Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Л. Я. Гущин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2007. – 291 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397

3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. – 53 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397

4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – Библиогр. с. 575. – ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79

5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. – 276 с.: ил. 24. – Гриф: Рек. УМО. – Библиогр.: с. 269. – Предм. указ.: с. 273-276. – ISBN 978-5-9775-0422-5; 30.11/004_Б 79

Практическое занятие 7. Проецирование плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Плоскость может быть задана в пространстве следующими геометрическими элементами (таблица 3.1): тремя точками, не лежащими на одной прямой; прямой и точкой, не лежащей на этой прямой; двумя пересекающимися прямыми; двумя параллельными прямыми; плоской фигурой; следами.

В частном случае прямые, задающие плоскость, могут лежать в плоскостях проекций. Тогда эти прямые называют следами плоскости, потому что по этим прямым задаваемая ими плоскость пересекается с плоскостями проекций.

Линию пересечения заданной плоскости с горизонтальной плоскостью проекций П1 называют горизонтальным следом плоскости.

Линию пересечения заданной плоскости с фронтальной плоскостью проекций П2 называют фронтальным следом плоскости.

Линию пересечения заданной плоскости с профильной плоскостью проекций П3 называют профильным следом плоскости.

Точки пересечения следов плоскости называют точками схода следов плоскости, они всегда принадлежат осям X, Y, Z.

Плоскость, произвольно наклоненную к плоскости проекции, называют плоскость общего положения.

Плоскость, перпендикулярную к горизонтальной плоскости проекций, называют горизонтально-проецирующей плоскостью.

Плоскость, перпендикулярную к фронтальной плоскости проекций,

называют фронтально-проецирующей плоскостью.

Плоскость, перпендикулярную к профильной плоскости проекций, называют профильно-проецирующей плоскостью.

Плоскость, проходящую через ось X и расположенную под углом 45° к плоскостям проекций, называют биссекторной плоскостью.

Плоскость параллельную одной из плоскостей проекций, называют плоскостью уровня (горизонтальная, фронтальная, профильная).

Таблица 3.1 - Способы задания плоскости в пространстве и на эюре

№	Задание плоскости в пространстве	Наглядное изображение	Эпюр	Задание плоскости на эпюре
1	Тремя точками, не лежащими на одной прямой			Проекциями трех точек, не лежащих на одной прямой
2	Прямой и точкой, не лежащей на прямой			Проекциями прямой и точки, не лежащими на одной прямой
3	Двумя пересекающимися прямыми			Проекциями двух пересекающихся прямых
4	Двумя параллельными прямыми			Проекциями двух параллельных прямых
5	Плоской фигурой			Проекциями плоской фигуры
6	Следами			Следами

Вопросы и задания.

Как задается плоскость на эпюре?

Что называется следом плоскости?

Что такое проецирующая плоскость?

Являются ли следы плоскости фронталью и горизонталью?

Почему углы между следами плоскости на эюре и в пространстве не равны друг другу?

Что общего в различных способах задания плоскости?

В чем состоит главная особенность проецирующих плоскостей?

Задача 3.1. Изобразить эюры плоскостей заданных тремя точками, прямой и точкой, параллельными и пересекающимися прямыми (позиционно).

Задача 3.2. Построить следы плоскости, заданной треугольником ABC. Координаты вершин приведены в Приложении А, таблица 6.

Задача 3.3. Перейти от задания плоскости Р следами к заданию ее пересекающимися прямыми общего положения. Координаты взять в Приложении А, таблица 6.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

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). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике : учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373.

Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2007. — 382 с. : ил. — (Общетеchnические дисциплины). — Библиогр. с. 370. — Предм.указ.: с. 371-377. — ISBN 978-5-06-00543-2.

Практическое занятие 7. Проецирование плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Две плоскости пересекаются по прямой линии. Прямая линия в пространстве определена, если известны одна точка этой прямой и ее направление или же две точки этой прямой.

Отсюда следует, что найти прямую пересечения двух плоскостей означает найти две точки общие для пересекающихся плоскостей или же найти одну такую точку и направление прямой.

В частном случае точками искомой прямой могут служить следы этой прямой.

Следы прямой пересечения двух плоскостей находятся на пересечении одноименных следов этих плоскостей.

Если прямая пересечения имеет единственный горизонтальный след, то эта прямая параллельна фронтальной плоскости проекций (фронталь); в частном случае она может быть перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций Π_1 .

Если прямая пересечения имеет единственный фронтальный след, то эта прямая параллельна горизонтальной плоскости проекций (горизонталь); в частном случае она может быть перпендикулярна фронтальной плоскости проекций Π_2 .

Если прямая пересечения имеет единственный профильный след, то эта прямая параллельна оси OX .

Если одноименные следы плоскостей в пределах чертежа не

пересекаются, необходимо найти одну или две произвольные точки, принадлежащие прямой пересечения заданных плоскостей.

Для определения произвольной точки, принадлежащей прямой пересечения двух плоскостей (рисунок 4.1), удобно пользоваться вспомогательной плоскостью (чаще плоскостью уровня).

На рисунке 4.1, а показаны две плоскости общего положения, заданные треугольником и двумя параллельными прямыми. Для определения двух общих точек линии пересечения плоскостей проводим две вспомогательные (горизонтальные) плоскости уровня R и T . Вспомогательная плоскость R пересекает заданные плоскости по двум горизонталям h и h_1 , которые в своем пересечении определяют точку 1, общую для плоскостей P и Q , так как они одновременно принадлежат вспомогательной секущей плоскости R . Вторая плоскость – посредник T также пересекает каждую из заданных плоскостей по горизонталям h_2 и h_3 , которые параллельны первым двум горизонталям. В пересечении горизонталей получим вторую общую точку 2 заданных плоскостей. Соединяя на эпюре (рисунок 4.1,б) одноименные проекции этих точек, получим проекции линии пересечения плоскостей.

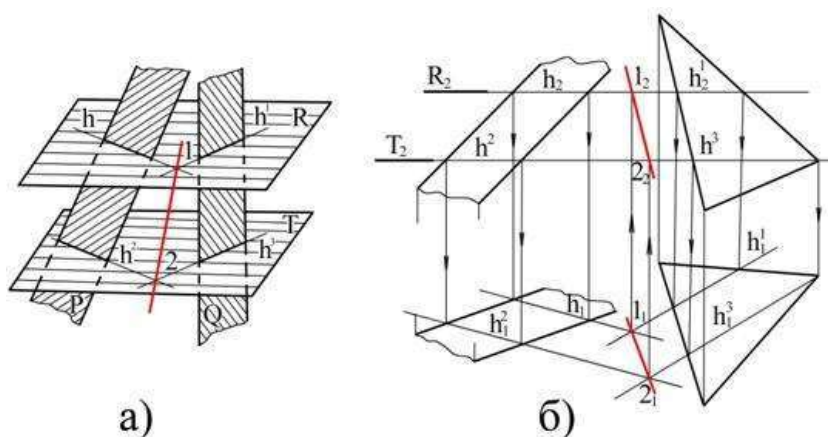


Рисунок 4.1 – Пересечение двух плоскостей общего положения

Пример. Найти прямую пересечения плоскостей P и Q .

Решение. Плоскость P и Q пересекаются по прямой общего положения, проходящей через точку-след $(M_1; M_2)$ пересечения горизонтальных следов плоскостей. Точка-след $(N_1; N_2)$ пересечения фронтальных следов плоскостей недоступна, т.к. эти следы плоскостей по заданию, в пределах чертежа не пересекаются. Вместо точки $(N_1; N_2)$ необходимо найти другую произвольную точку прямой пересечения, общую для заданных плоскостей. Для этого вводим вспомогательную плоскость R , например параллельную Π которая, как известно, пересекает каждую из данных плоскостей по горизонтали. На их пересечении получаем вспомогательную точку $(K_1; K_2)$, общую для данных плоскостей. Найдя эту вторую точку $(K_1; K_2)$ прямой, проводим её проекцию: горизонтальную – через точки M_1 и K_1 и фронтальную через точки M_2 и K_2 .

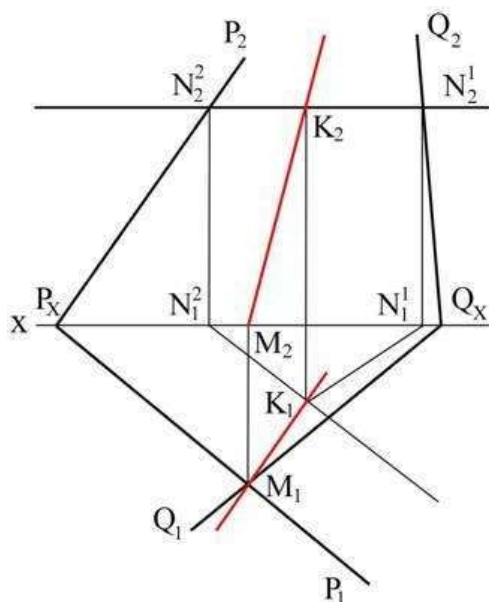


Рисунок 4.1 – Построение прямой пересечения плоскостей P и Q

Вопросы и задания.

Как построить на эпюре проекции линии пересечения плоскостей, заданных следами?

Как построить на эпюре проекции линии пересечения плоскостей, следы которых в пределах поля чертежа не пересекаются?

Как построить проекции линии пересечения плоскостей, у которых два одноименных следа пересекаются, а два других параллельны?

Как построить проекции линии пересечения плоскостей, не заданных следами?

Задача 4.1. Построить линию пересечения треугольника ABC с

плоскостью общего положения Р. Определить видимость плоскостей (данные из Приложения А, таблица 6)

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5- 7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

Супрун, Л. И. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] : учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 244 с. — 978-5- 7638-3802-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

Практическое занятие 8. Взаимное расположение плоскостей, прямой и плоскости. Пересечение плоскостей, прямой и плоскости.

Цель работы: на примерах решения задач изучить различные положения плоскостей в пространстве, способы их задания, научиться определять плоскости общего и частного положения и их следы.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

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

Теоретическая часть

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 18).

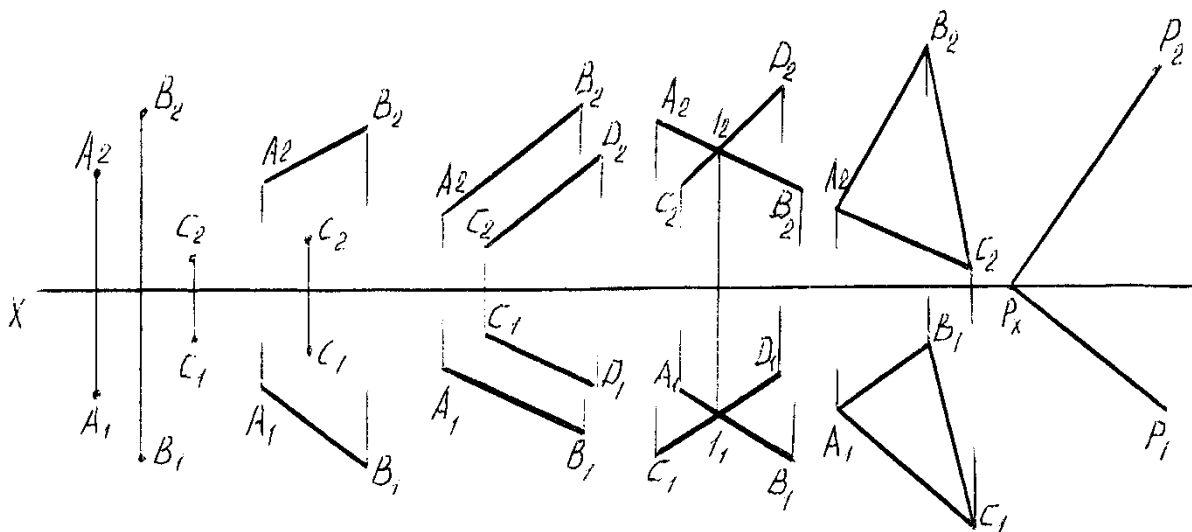


Рисунок 20 – Способы задания плоскостей

Плоскость, произвольно наклоненную к плоскостям проекций, называют плоскостью **общего положения** (все плоскости на рисунке 20).

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

Плоскости, перпендикулярные к плоскостям проекций, называются проецирующими (рисунок 21).

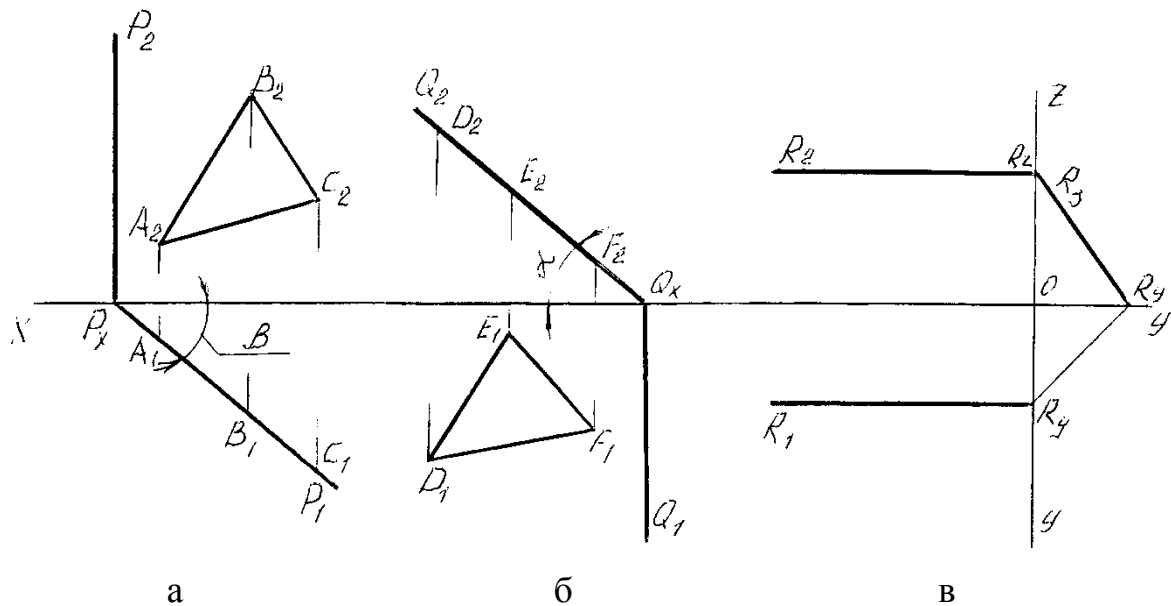


Рисунок 21 – Плоскости, перпендикулярные к плоскостям проекций: а – горизонтально-проецирующая, б – фронтально-проецирующая, в – профильно-проецирующая

Плоскости, параллельные плоскостям проекций, называются плоскостями уровня (рисунок 22).

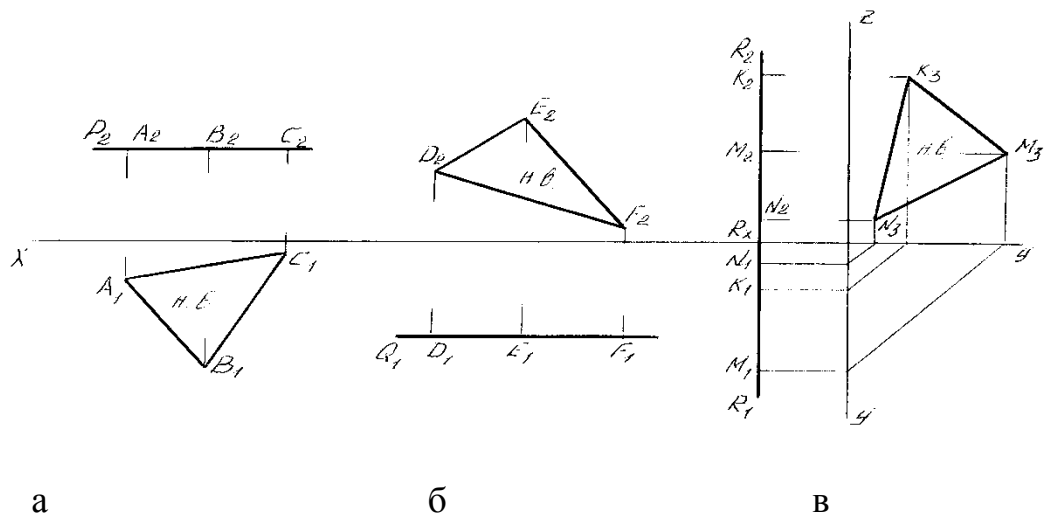
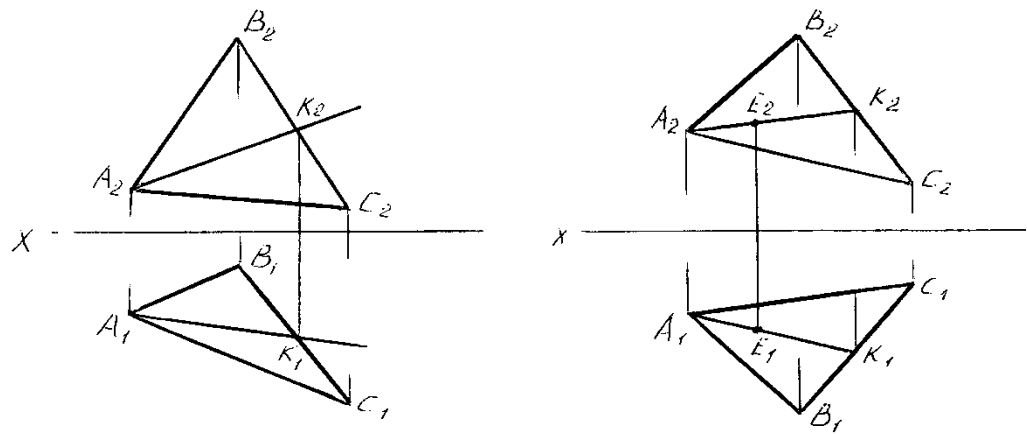


Рисунок 22 – Плоскости, параллельные плоскостям проекций: а – горизонтальная, б – фронтальная, в – профильная

Точка принадлежит плоскости, если она расположена на какой-либо линии этой плоскости (рисунок 23 а). Прямая принадлежит плоскости, если она имеет с плоскостью две общие точки (рисунок 23 б).



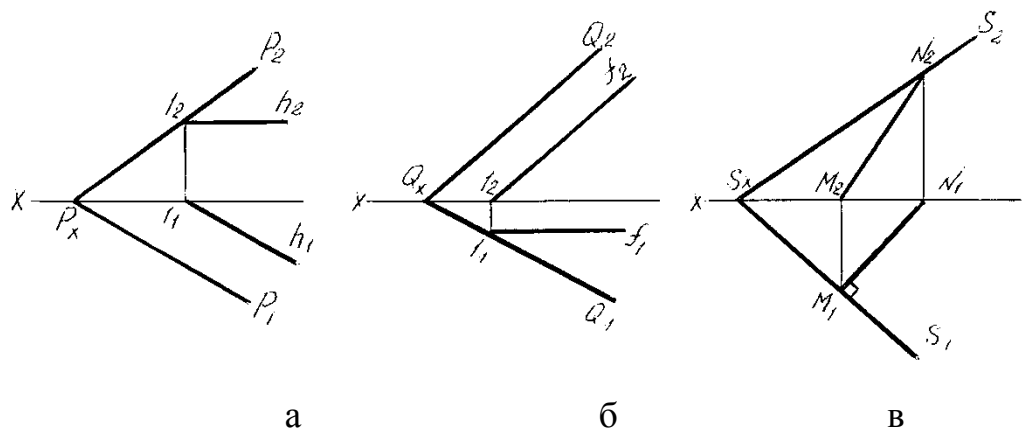
а

б

Рисунок 23 – 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 24а);
- **фронталь f** параллельна плоскости Π_2 (рисунок 24б);
- **линия наибольшего ската плоскости** – это перпендикуляр к горизонтальному следу плоскости (рисунок 24 в).



а

б

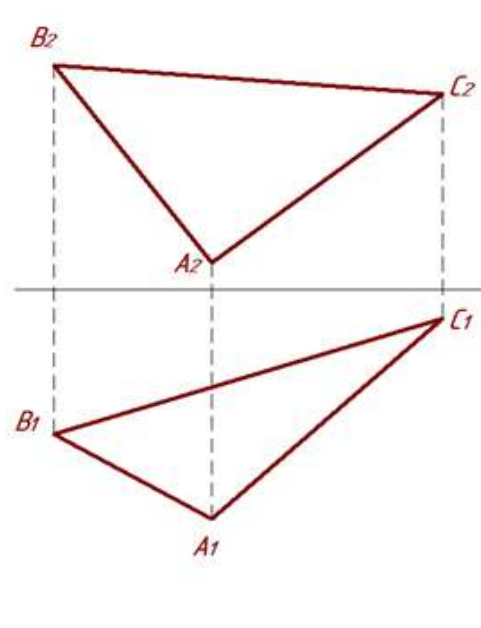
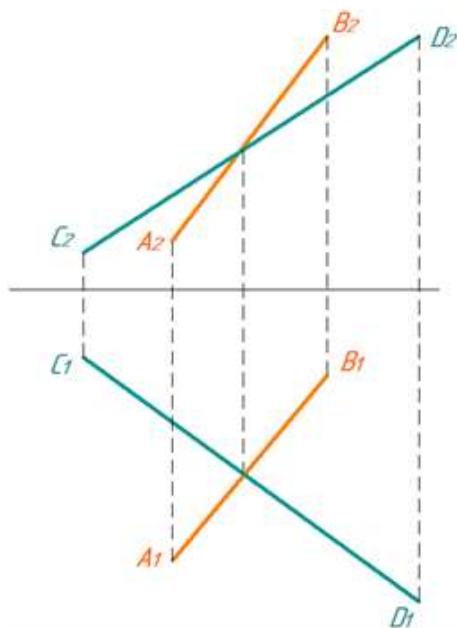
в

Рисунок 24 – Главные линии плоскости :а – горизонталь, б – фронталь, в – линия наибольшего ската плоскости

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. Найти следы заданных плоскостей.



Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. 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). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37
2. Гуцин, Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Л. Я. Гуцин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2007. – 291 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397
3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. – 53 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397
4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – Библиогр. с. 575. – ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79

5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. – 276 с.: ил. 24. – Гриф: Рек. УМО. – Библиогр.: с. 269. – Предм. указ.: с. 273-276. – ISBN 978-5-9775-0422-5; 30.11/004_Б 79

Практическое занятие № 9. Пересечение прямой и плоскости.

Определение видимости прямой.

Пересечение прямой и плоскости. Определение видимости прямой

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Для того чтобы найти точку пересечения прямой с плоскостью следует выполнить следующие построения (рисунок 5.1).

- заданную прямую АВ заключают во вспомогательную плоскость частного положения Q (лучше в проецирующую);
- находят прямую MN пересечения плоскостей заданной Р и вспомогательной Q;

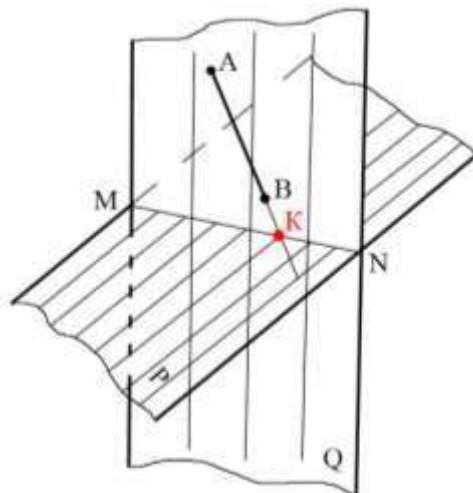


Рисунок 5.1 – Пересечение прямой АВ с плоскостью Р

- определяют точку К пересечения заданной прямой АВ с полученной линией пересечения MN.

После нахождения точки пересечения прямой с плоскостью, методом конкурирующих точек определяют видимость прямой.

Пример. На рисунке 5.2 показано построение точки пересечения прямой АВ с

плоскостью общего положения Р.

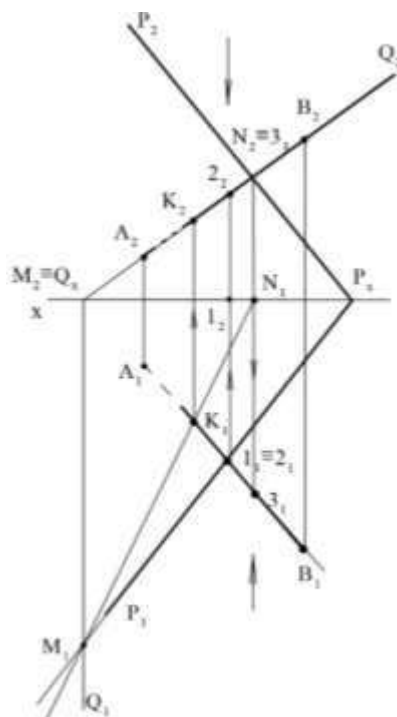


Рисунок 5.2 – Построения точки пересечения

Решение. Через прямую АВ проводим вспомогательную плоскость частного положения Q (фронтально-проецирующую). Строим линию пересечения плоскостей Р и Q (линия MN). Находим точку К пересечения линии MN и прямой АВ. Это и будет искомая точка пересечения прямой АВ с плоскостью Р. По конкурирующим точкам 1,2 и 3,N определяем видимость прямой.

Вопросы и задания.

Как определяется видимость прямой?

Какую вспомогательную плоскость необходимо использовать при определении точки пересечения прямой и плоскости?

Задача 5.1. По заданным координатам найти точку пересечения прямой

АВ с плоскостью общего положения Р. Определить видимость прямой.

Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон.текстовые данные. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5- 7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

Супрун, Л. И. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] :учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 244 с. — 978-5- 7638-3802-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие № 10. Построение прямой, параллельной заданной плоскости. Построение параллельных плоскостей.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Прямая и плоскость параллельны, если в плоскости можно провести прямую, параллельную заданной прямой (рисунок 6.1).

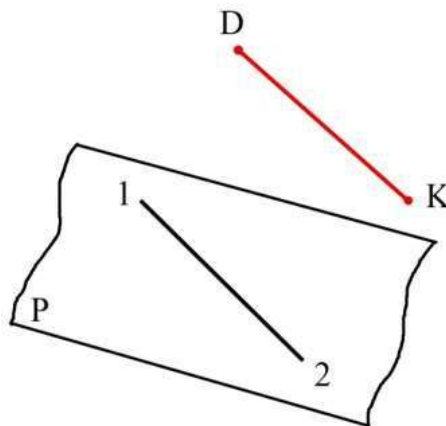


Рисунок 6.1 – Параллельность прямой и плоскости. Параллельность плоскостей можно проверить и при помощи произвольных прямых.

Пример. Построить горизонтальную проекцию прямой DK, которая параллельна плоскости треугольника ABC (рисунок 6.2).

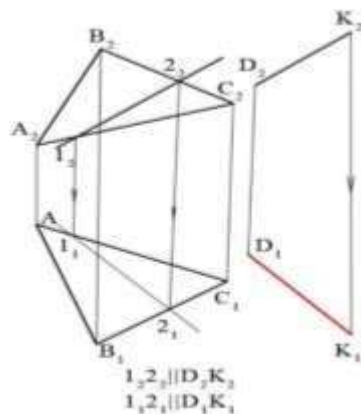


Рисунок 6.2 - Построение параллельной прямой

Решение. Используя известное направление фронтальной проекции прямой DK, строят в плоскости треугольника прямую 1222, параллельную заданной D2K2. По линиям связи достраивают горизонтальную проекцию 1121 и параллельно ей проводят искомую проекцию D1K1.

Вопросы и задания.

Как проверить на эюре, параллельны ли заданные плоскости?

Как проверить на эюре, параллельны ли прямая и плоскость?

Как провести через точку плоскость, параллельную заданной плоскости?

Задача 6.1 По заданным координатам, построить горизонтальную проекцию прямой DK, параллельной плоскости треугольника ABC. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 6.

Задача 6.2. Даны прямые АВ и CD. Провести через прямую АВ плоскость, параллельную прямой CD. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 6.3. Через точку А провести плоскость R, параллельную плоскости треугольника DBC, и задать ее следами. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 6.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5- 7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

Супрун, Л. И. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] : учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 244 с. — 978-5- 7638-3802-2. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие № 11. Определение расстояния от точки до плоскости. Перпендикулярность плоскостей.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым, принадлежащим этой плоскости (рисунок 7.1).

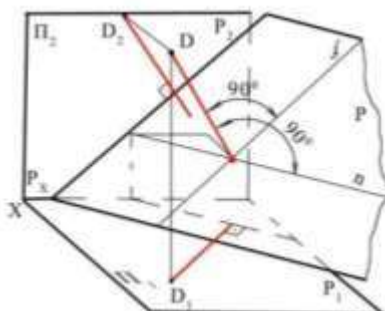


Рисунок 7.1 – Перпендикуляр к плоскости

В качестве таких прямых всегда выбирают фронталь f горизонталь h плоскости или ее следы P_2 и P_1 . Если прямая перпендикулярна плоскости, заданной следами, то проекции этой прямой перпендикулярны соответствующим следам плоскости, вместе с тем горизонтальная проекция прямой перпендикулярна также горизонтальной проекции горизонтали, а фронтальная проекция прямой перпендикулярна фронтальной проекции фронтали. На рисунке 7.1 проекции перпендикуляра из точек D_1 и D_2 проведены под прямыми углами к следам плоскости P .

Этой особенностью проекций главных линий плоскости, перпендикулярных к прямой, следует пользоваться в следующих случаях: выяснение перпендикулярности прямой к плоскости, заданной не следами, без определения

следов плоскости; построение перпендикуляра, проведенного из точки на плоскость, заданную не следами.

Две плоскости взаимно перпендикулярны, если одна из них содержит прямую, перпендикулярную к другой плоскости.

Пример. Определить расстояние от точки D до плоскости общего положения P (рисунок 7.2)

Решение. Из точки D на заданную плоскость P опускают перпендикуляр.

В этом случае горизонтальная проекция перпендикуляра D_1K_1 должна быть перпендикулярна горизонтальному следу плоскости P_1 или любой горизонтали, а фронтальная проекция D_2K_2 перпендикулярна фронтальному следу P_2 или любой фронтали. Находят точку K пересечения построенного перпендикуляра с плоскостью P. Затем определяют натуральную величину полученного отрезка DK методом прямоугольного треугольника.

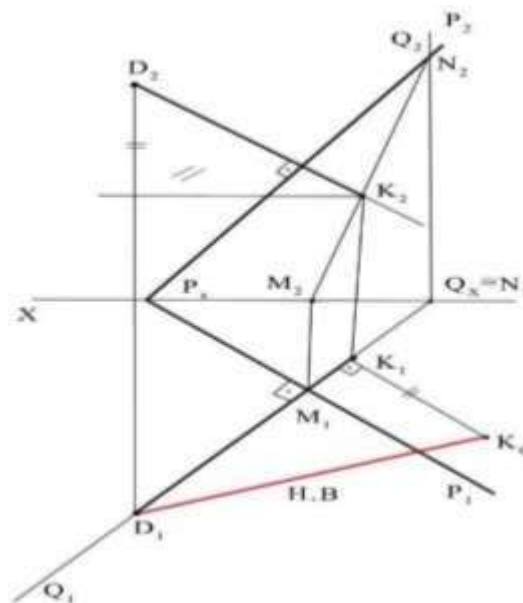


Рисунок 7.2 – Расстояние от точки до плоскости

Вопросы и задания.

Будут ли две плоскости взаимно перпендикулярны, если одноименные следы их перпендикулярны?

Как определить на эюре перпендикулярность прямой и плоскости?

Какими пересекающимися прямыми задается плоскость, перпендикулярная к прямой общего положения?

Задача 7.1. Определить расстояние от точки A до плоскости общего положения P, заданной следами. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 7.2. Построить следы плоскости Т, проходящей через точку С перпендикулярно прямой АВ. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 6.

Задача 7.3. Определить недостающую проекцию точки К, отстоящей от плоскости треугольника АВС на расстоянии 30 мм Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 6.

Задача 7.4. В плоскости Р построить прямую, равноудаленную от точек А и В Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5- 7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

Супрун, Л. И. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] : учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 244 с. — 978-5- 7638-3802-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие № 12. Способ перемены плоскостей проекций.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Актуальность темы: при разработке чертежей объектов необходимо давать наиболее выгодное изображение объекта в целом или его исследуемых элементов. Этого можно достичь, если прямые линии, плоские фигуры (основания, грани, ребра, оси) геометрических тел находятся в частном положении, чего можно достигнуть путем построения новых дополнительных проекций, исходя из двух заданных.

Теоретическая часть

Сущность этого способа преобразования эпюра состоит в следующем: 1) положение объекта в пространстве не меняется, а изменяется положение плоскостей проекций; 2) сохраняется взаимная перпендикулярность плоскостей проекций; 3) при замене фронтальной плоскости проекций P_2 сохраняются координаты Z объекта, а при замене горизонтальной плоскости P_1 сохраняются координаты Y . Новые плоскости проекций P_4 , P_5 и P_6 , P_7 располагают таким образом, чтобы объект занял одно из двух частных положений: или параллельно, или перпендикулярно к этим плоскостям.

Необходимо помнить, что:

прямая общего положения первой заменой плоскости P_4 должна быть преобразована в прямую уровня, а второй заменой плоскости P_5 в проецирующую прямую;

плоскость общего положения сначала преобразуется в проецирующую, а затем в плоскость уровня.

Пример А). Прямую CD преобразовать в проецирующую (рисунок 8.1).

Решение. Для преобразования прямой CD во фронтально-проецирующую необходимо произвести две замены плоскостей. Сначала вводим дополнительную

горизонтальную плоскость Π_4 параллельно прямой CD , чтобы она стала горизонталью. Для этого проводим ось Π_4/Π_2 (в любом месте) параллельно проекции C_2D_2 и переносим постоянные координаты Y (отрезки, отмеченные $h//$) в новую систему плоскостей. Получим новую горизонтальную проекцию C_4D_4 . Вторую дополнительную фронтальную плоскость Π_5 вводим перпендикулярно горизонтали. Для этого проводим ось Π_5/Π_4 (в любом месте) перпендикулярно проекции C_4D_4 и переносим постоянные координаты Z (отрезки, отмеченные 0) в новую систему плоскостей. А так как эти координаты у горизонтали равны, то проекции C_5 и D_5 получаются в одной точке (совпадают), что и требовалось доказать. В нижней части рисунка 8.1 показано преобразование прямой в горизонтально-проецирующую.

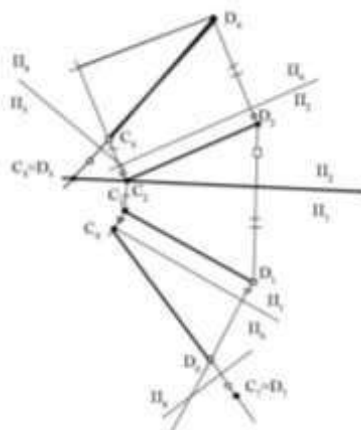


Рисунок 8.1 – Преобразования прямой

Пример В). Преобразовать плоскость общего положения, заданную ΔABC , в проецирующую (рисунок 8.2).

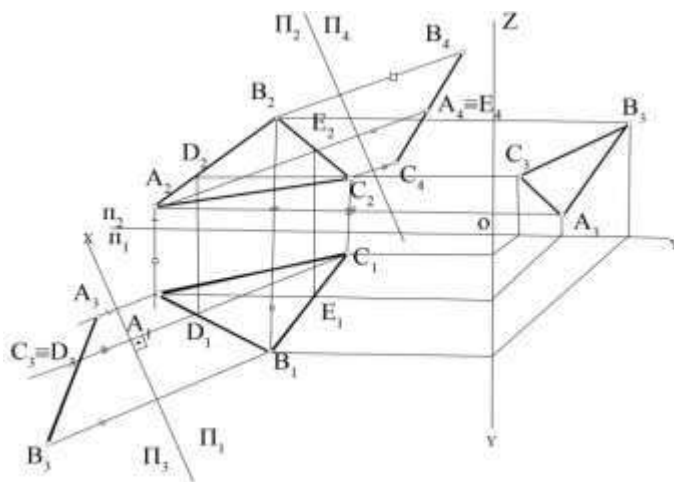


Рисунок 8.2 – Преобразования плоскости

Решение. Плоскость становится проецирующей, если ее главная линия

(фронталь или горизонталь) будет проецирующей. Поэтому, сначала проводим фронталь АЕ. Затем вводим дополнительную горизонтальную плоскость P_4 перпендикулярно фронтали. Для этого проводим ось P_2/P_4 перпендикулярно фронтальной проекции фронтали A_2E_2 и по линиям связи переносим постоянные координаты Y (отрезки, отмеченные Δ) в новую систему плоскостей. Полученные точки A_4, B_4, C_4 обязательно будут лежать на прямой. То есть плоскость ΔABC стала горизонтально-проецирующей. В нижней части рисунка 8.2 показано преобразование плоскости треугольника во фронтально-проецирующую.

Вопросы и задания.

Как изображается на эюре положение новой плоскости проекций?

Как обозначается система плоскостей проекций при их замене?

Как располагаются линии связи в новых системах плоскостей?

Сколько дополнительных плоскостей проекций надо ввести, чтобы определить натуральную величину фигуры общего положения?

Сколько дополнительных плоскостей проекций надо ввести, чтобы прямую общего положения преобразовать в линию уровня?

Задача 8.1. Прямую CD преобразовать в горизонтально-проецирующую. Координаты точек C и D взять в Приложении А, таблица 7.

Задача 8.2. Прямую CD преобразовать во фронтально-проецирующую. Координаты точек C и D взять в Приложении А, таблица 7.

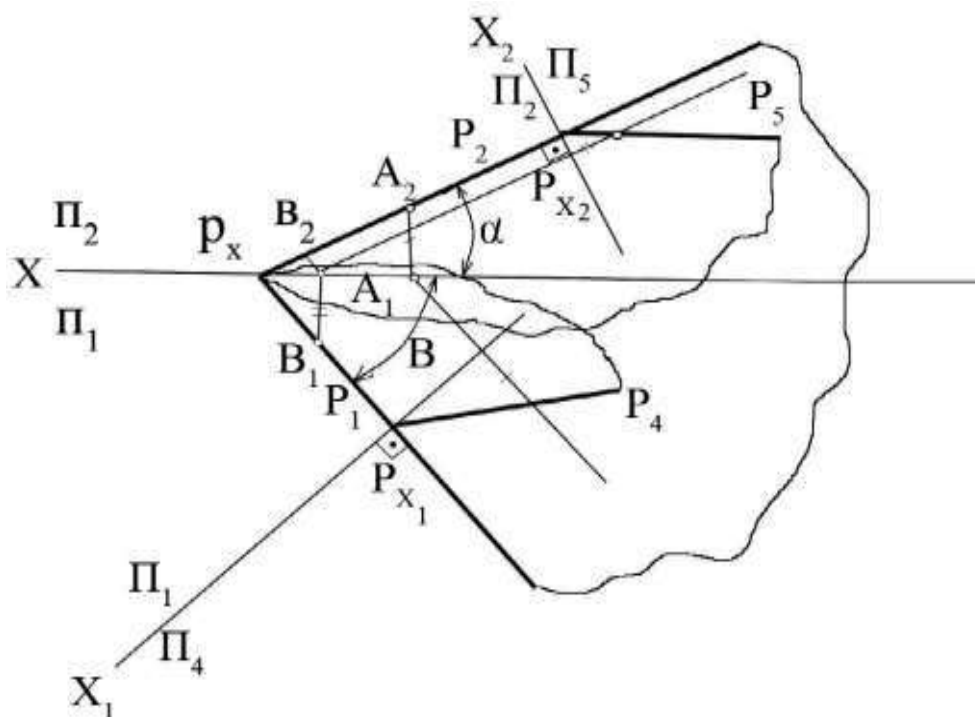
Задача 8.3. Преобразовать плоскость ΔABC в горизонтально-проецирующую. Построить третью проекцию ΔABC . Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 8.

Задача 8.4. Преобразовать плоскость ΔABC во фронтально-проецирующую. Построить третью проекцию ΔABC . Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 8.

Задача 8.5. Определить натуральную величину треугольника ABC методом перемены плоскостей проекций. Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 8.

Задача 8.6. Преобразовать плоскость общего положения P в горизонтально-проецирующую (следы P_2 и P_5 на рисунке 8.3). Углы наклона следов α и β плоскости P взять в Приложении А, таблица 9.

Задача 8.7. Преобразовать плоскость общего положения P во фронтально-проецирующую (следы P_1 и P_4 на рисунке 8.3). Углы наклона следов α и β



плоскости P взять в Приложении А, таблица 9.

Рисунок 8.3 - Способы преобразования

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5- 7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

Супрун, Л. И. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] : учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 244 с. — 978-5- 7638-3802-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы».

Практическое занятие № 13. Способ вращения вокруг следа плоскости.

Цель работы: на примерах решения конкретных задач, освоить способы преобразования чертежа.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

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

Теоретическая часть

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 38 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.

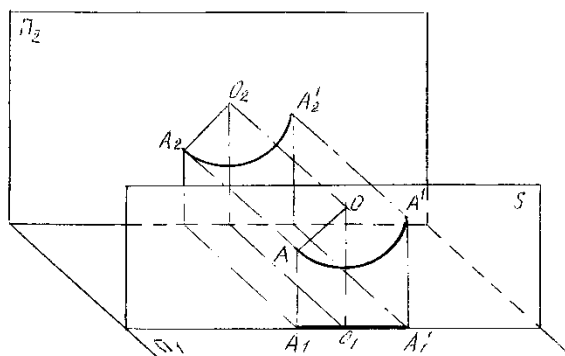


Рисунок 38 – Метод вращения

При повороте отрезка вокруг оси, перпендикулярной к плоскости Π_1 , величина его горизонтальной проекции не изменяется (рисунок 39а).

При повороте отрезка вокруг оси, перпендикулярной к плоскости Π_2 , величина его фронтальной проекции не изменяется (рисунок 37б).

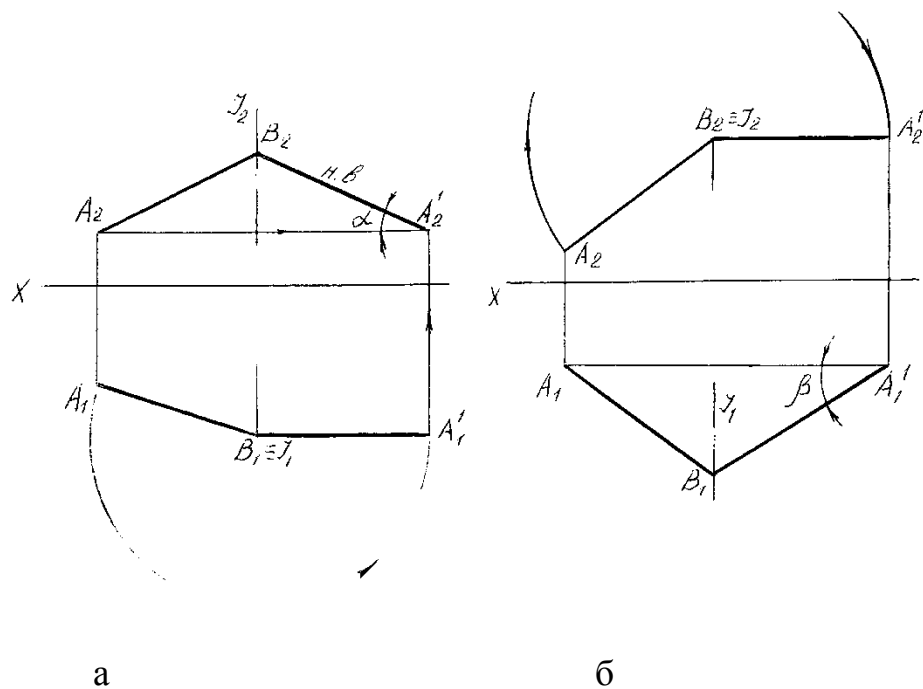


Рисунок 39 – Вращение отрезка вокруг оси, перпендикулярной к плоскости Π_1 (а), к плоскости Π_2 (б)

Частным случаем метода вращения является **метод плоско-параллельного 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 40 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 X. 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 .

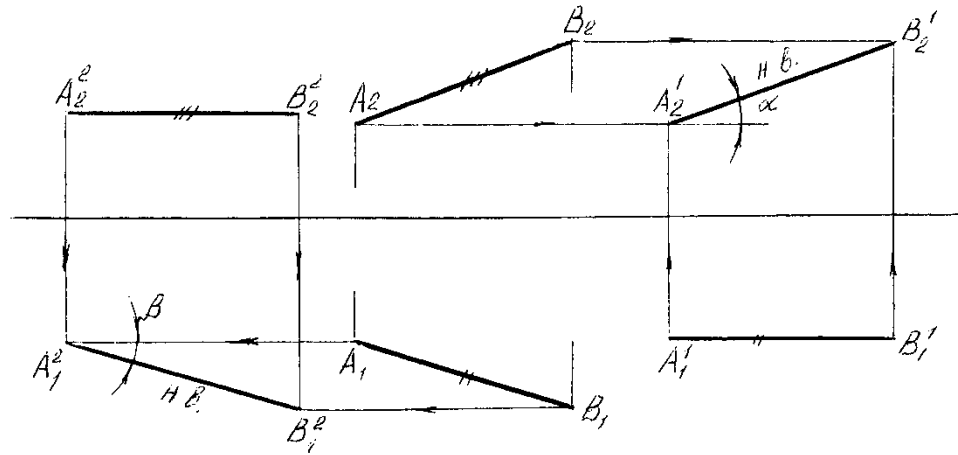


Рисунок 40 – Построение натуральной величины отрезка АВ и углов наклона его к плоскостям проекций методом плоскопараллельного перемещения

На рисунке 41 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.

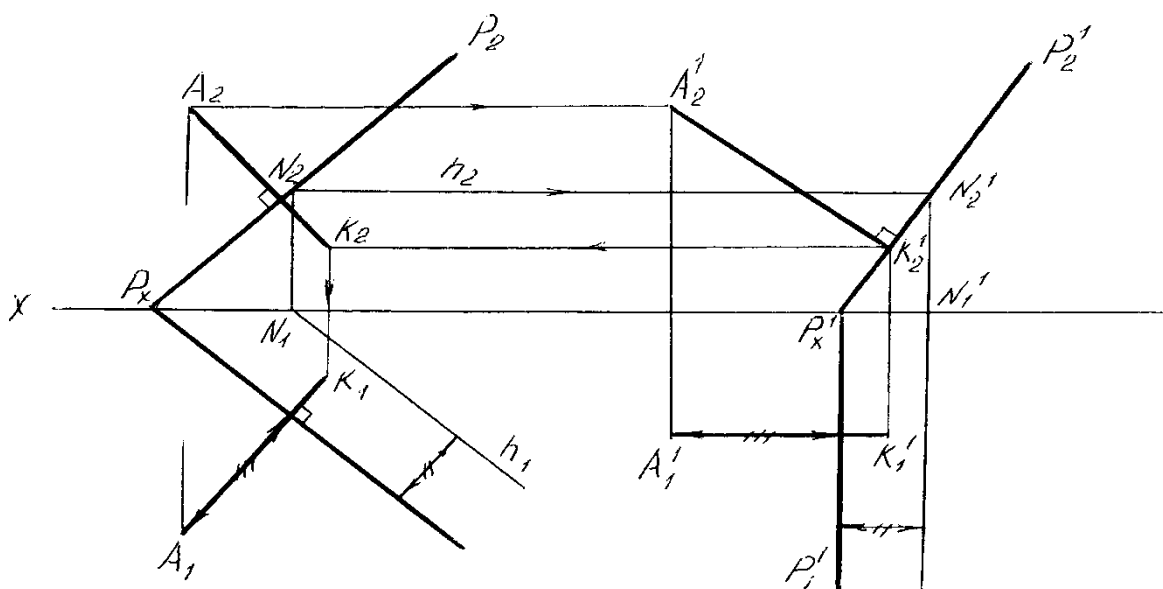


Рисунок 41 – Определение расстояния от точки до плоскости методом плоскопараллельного перемещения

Вопросы и задания:

1. В чем заключается метод вращения?
2. Как перемещается точка при вращении вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций?
3. Какая из проекций отрезка при вращении не изменяет своей величины?
4. Как называется метод вращения без указания осей?
5. Как определить натуральную величину отрезка и углы его наклона к плоскостям проекций методом плоскопараллельного перемещения?
6. Как определить расстояние от точки до плоскости методом плоскопараллельного перемещения?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. 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). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37
2. Гуцин, Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Л. Я. Гуцин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2007. – 291 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397

3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. – 53 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397

4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – Библиогр. с. 575. – ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79

5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. – 276 с.: ил. 24. – Гриф: Рек. УМО. – Библиогр.: с. 269. – Предм. указ.: с. 273-276. – ISBN 978-5-9775-0422-5; 30.11/004_Б 79.

Практическое занятие 14. Виды. Аксонометрические проекции.

Цель работы: получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

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

Теоретическая часть

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

По требованиям ГОСТ 2.305–68 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 49.

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.

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

Дополнительный вид отмечают на чертеже буквой русского алфавита (например: А рисунок 50), а направление взгляда на этот вид указывают стрелкой с соответствующей буквой. Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, приведено на рисунке 51.

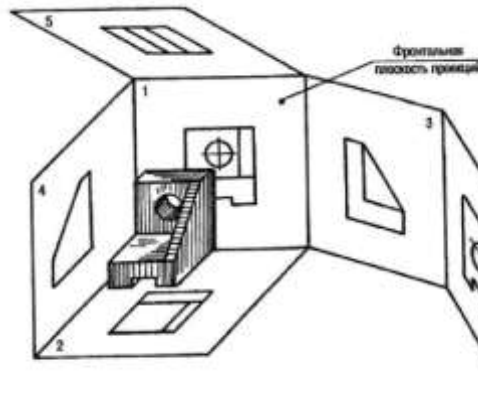


Рисунок 49 – Образование видов

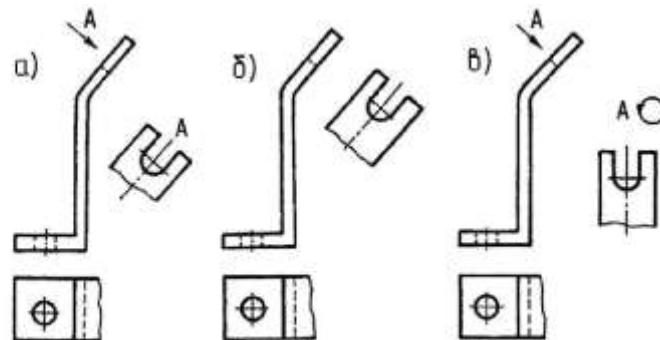


Рисунок 50 – Дополнительные виды

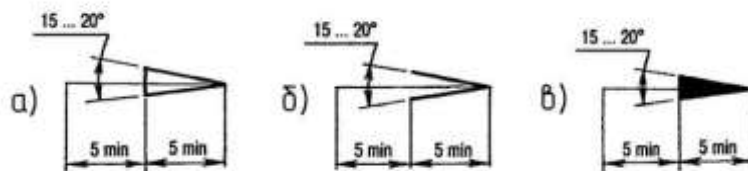


Рисунок 51 – Стрелки

Дополнительные виды допускается поворачивать. При этом к букве добавляют знак «повернуто». Размеры знаков приведены на рисунке 52.

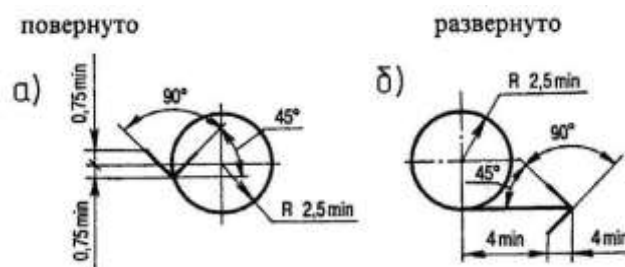


Рисунок 52 – Знаки

Местным видом называется изображение отдельного ограниченного участка поверхности изделия. Местный вид ограничивают линией обрыва и его обозначают на чертеже подобно дополнительным.

АксонOMETрической 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.

На рисунке 53а изображена деталь, ориентированная относительно осей X , Y , Z . На рисунке 53б показано построение аксонометрического изображения этой детали на аксонометрической плоскости M . На рисунке в – получение ортогональных проекций на три плоскости Π_1 , Π_2 и Π_3 (как образование видов). Оси X_1 , Y_1 и Z_1 (рисунке 53 б) называют аксонометрическими осями.

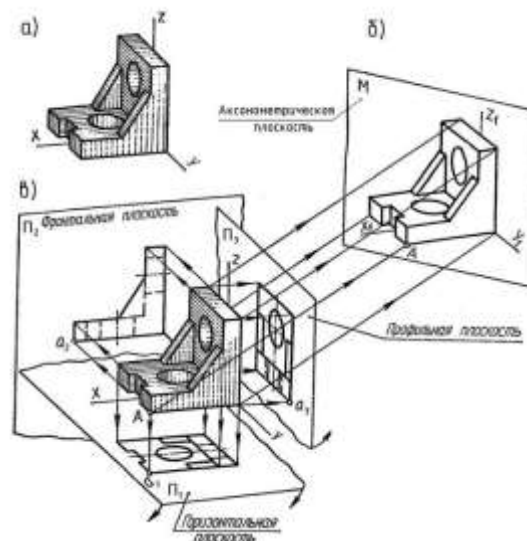


Рисунок 53 – Образование аксонометрии

По ГОСТ 2.317–69 существует множество аксонометрических проекций, но каждая из них отличается расположением аксонометрических осей и коэффициентами искажения. В данном учебном 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° (рисунок 54а).

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.



Рисунок 54 – Оси координат в изометрии

Оси можно построить с помощью линейки и треугольника с углами 30° и 60° . Другой вариант показан на рисунке 54б. 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 Х, У, З, а размерные линии – параллельно измеряемому отрезку. Пример прямоугольной изометрии приведен на рисунке 55.

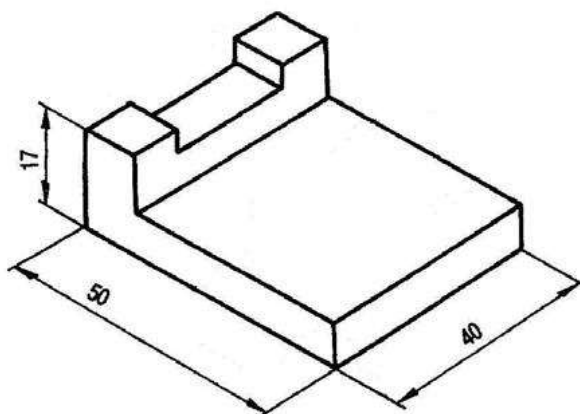


Рисунок 55 – Изометрия детали с габаритными размерами

Вопросы и задания:

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?
6. На формате А3 построить по модели три проекции детали (главный вид, вид сверху и вид слева), а также изометрическую проекцию детали. Данные своего варианта взять из Приложения, таблица 19. Невидимые линии обозначить пунктирной линией. Проставить все необходимые размеры. Выполнить изометрическую проекцию. Заполнить основную надпись.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. 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). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37
2. Гушин, Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Л. Я. Гушин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2007. – 291 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397
3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. – 53 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397
4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – Библиогр. с. 575. – ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79
5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. – 276 с.: ил. 24. – Гриф: Рек. УМО. – Библиогр.: с. 269. – Предм. указ.: с. 273-276. – ISBN 978-5-9775-0422-5; 30.11/004_Б 79.

Практическое занятие 15. Виды. Аксонометрические проекции.

Цель работы: получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

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

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 (рисунок 56) деталь мысленно рассекают плоскостью **Р**, называемой *секущей*. Часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью **Р**, условно отбрасывают, а оставшуюся изображают на плоскости проекций **П₂**, параллельной секущей, получая **разрез**. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости (штрихуется), и то, что расположено за ней (не штрихуется).

Простым называется разрез, получаемый при использовании одной секущей плоскости.

Если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций **П₁**, то разрез называется **горизонтальным** (рисунок 57). Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций **П₂**, то разрез называется **фронтальным** (рисунок 58). Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций **П₃**, то разрез называется **профильным** (рисунок 59). Если секущая плоскость расположена под углом к горизонтальной плоскости проекций **П₁**, то разрез называется **наклонным** (рисунок 60).

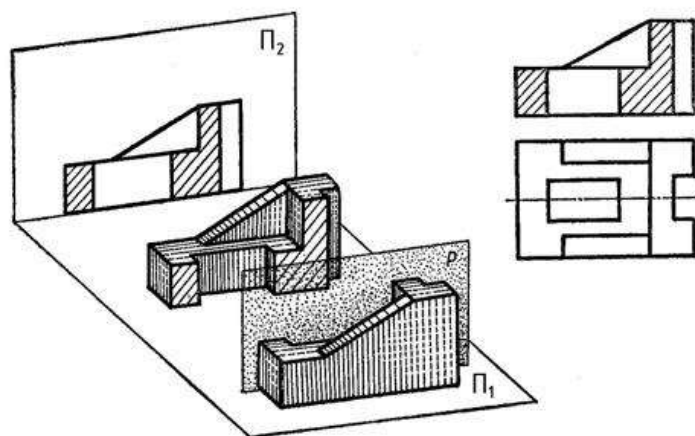


Рисунок 56 – Образование разреза

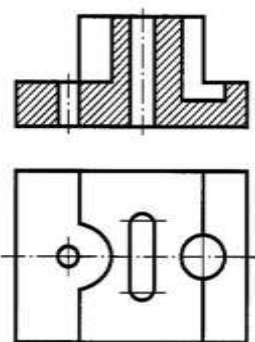
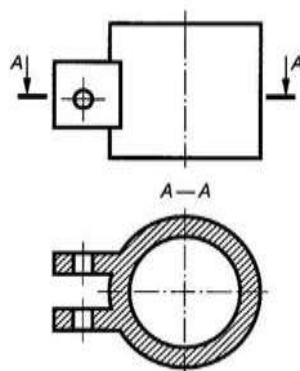


Рисунок 57– Горизонтальный разрез Рисунок 58 – Фронтальный разрез

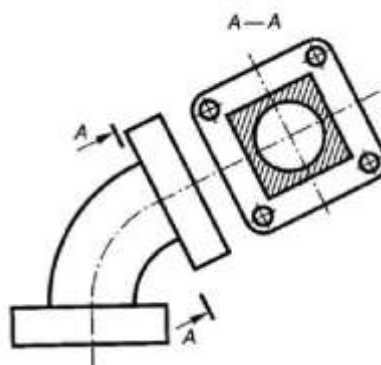
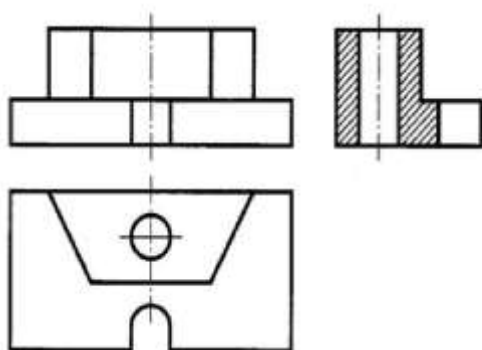


Рисунок 59 – Профильный разрез Рисунок 60 – Наклонный разрез

Положение секущей плоскости указывают на чертеже **линией сечения**, представляющей собой разомкнутую линию толщиной от **S** до **1,5S** указанием направления взгляда стрелками (рисунок 57 и 60). Толщина штрихов должна получаться в **1,5раза больше** толщины линий контура детали и штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии **2...3мм** 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 61.

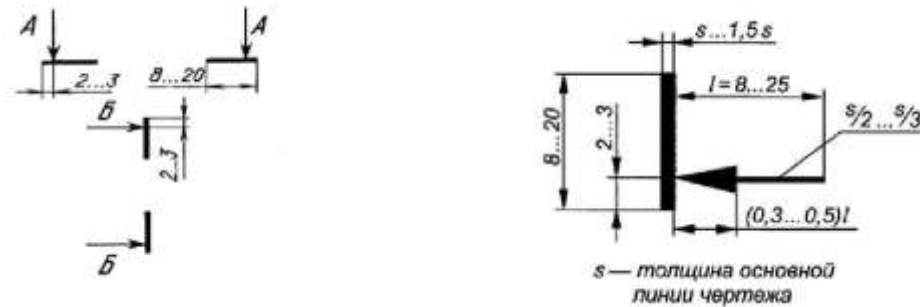


Рисунок 61 – Линия сечения

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 (рисунок 58 и 59).

Разрезы штрихуются под углом **45°**. Однако, если секущая плоскость проходит вдоль спицы маховика (рисунок 62а) или вдоль тонкой стенки (толщиной **до 12 мм**) типа «ребра жесткости» (рисунок 62б), то в разрезе они не штрихуются. При этом сверление в ребре показывают **местным** разрезом.

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 (рисунок 63а). При этом, как правило, разрезы располагают справа от вертикальной или внизу от горизонтальной оси симметрии.

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 (рисунок 63б), чтобы в разрезе открыть внутреннее ребро, или правее (рисунок 63в), чтобы сохранить на виде наружное ребро. При наличии внутреннего и внешнего ребер разрез оформляется как на рисунке 63г.

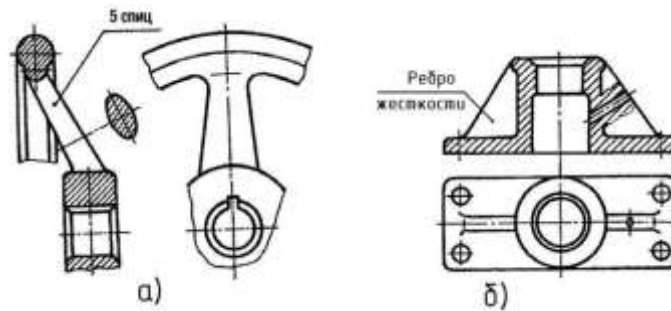


Рисунок 62 – Условности разрезов

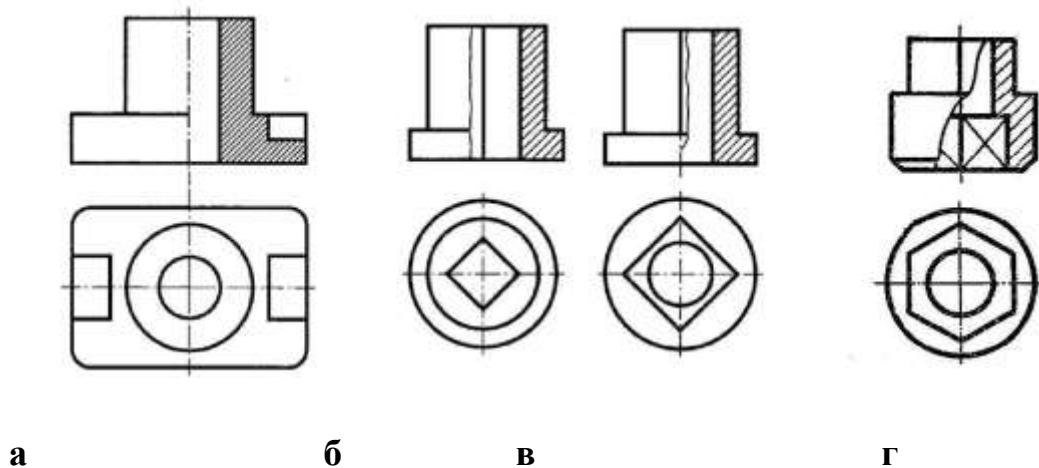


Рисунок 63– Совмещение вида с разрезом

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 $41^\circ 25'$ (рисунок 64а).

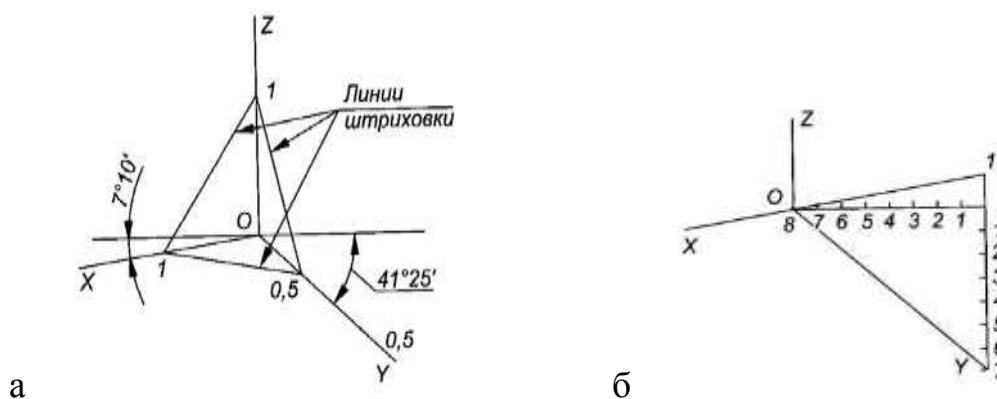


Рисунок 64 – Оси координат в диметрии

При таком проецировании коэффициент искажения по оси Y равен **0,47**, а по осям X и Z – **0,94**. Однако для упрощения диметрию выполняют 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 (рисунок 64а).

Построение осей прямоугольной диметрии без применения транспортира с соотношением $8:7:1$ показано на рисунке 64б.

Построение овала в диметрии в плоскости XOY и детали четвертью выреза показано на рисунке 65.

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 **O₁**. При пересечении прямой **BK** с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку **O₂**. Точки **O₁** и **O₂** являются центрами дуг радиусов **R** и **r**, которыми проводятся дуги между точками **B** и **A**.

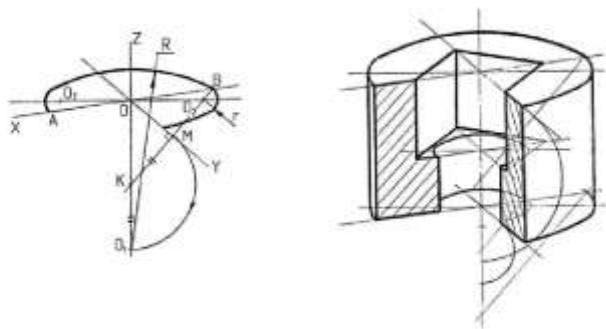


Рисунок 65 – Овал в диметрии и деталь с четвертью выреза

Вопросы и задания:

1. Что называется простым разрезом?
2. Какие существуют виды простых разрезов?
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?

7. На формате А3 по заданным двум видам построить третий вид. Данные своего варианта взять из Приложения, таблица 20. Выполнить фронтальный и профильный разрезы. Проставить все необходимые размеры. Выполнить диметрическую проекцию с четвертью выреза. Заполнить основную надпись.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. 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). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

2. Гушин, Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Л. Я. Гушин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2007. – 291 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397

3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. – 53 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397

4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – Библиогр. с. 575. – ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79

5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. – 276 с.: ил. 24. – Гриф: Рек. УМО. – Библиогр.: с. 269. – Предм. указ.: с. 273-276. – ISBN 978-5-9775-0422-5; 30.11/004_Б 79.

Практическое занятие 16. Виды. Аксонометрические проекции.

Цель: Получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

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

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

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

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 66 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.

Ломаные разрезы образуются при рассечении предмета двумя пересекающимися плоскостями. На рисунке 67 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.

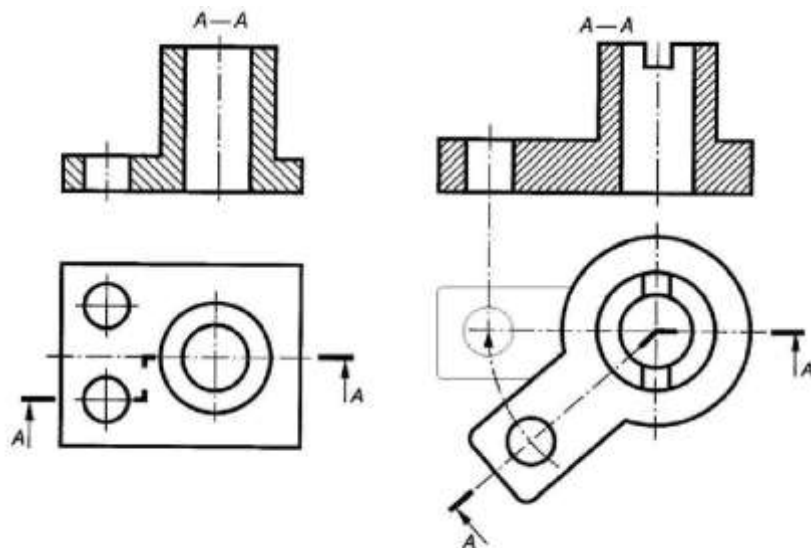


Рисунок 66 – Разрез ступенчатый Рисунок 67 – Разрез ломаный

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 **А–А**, т. е. штрихами разомкнутой линии. В ступенчатых

разрезах штрихи линии сечения указывают также на перегибах под прямым углом (рисунок 66), а в ломаных – в месте пересечения плоскостей по их направлению (рисунок 67).

Вопросы и задания:

1. Какие разрезы называются сложными?
2. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
3. Как обозначаются сложные разрезы?
4. На двух форматах А3 выполнить разрез ступенчатый и разрез ломаный.

Данные для своего варианта взять из Приложения А, таблица .

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

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. 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). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37
2. Гушин, Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Л. Я. Гушин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2007. – 291 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397
3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. – 53 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397
4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – Библиогр. с. 575. – ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79
5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. – Санкт-Петербург : БХВ-

Петербург, 2014. – 276 с.: ил. 24. – Гриф: Рек. УМО. – Библиогр.: с. 269. – Предм. указ.: с. 273-276. – ISBN 978-5-9775-0422-5; 30.11/004_Б 79.

Практическое занятие № 9. Пересечение многогранников плоскостью.

Пересечение многогранников прямой. Взаимное пересечение многогранников

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Формируемые компетенции или их части:

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

Теоретическая часть

Пересечение многогранников плоскостью

При пересечении любого многогранника плоскостью в сечении получается многоугольник, вершины которого располагаются на ребрах, а стороны на гранях многогранника. Для построения многоугольника сечения применяются два способа: 1) граней и 2) ребер.

Способ 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 (заданной секущей плоскости с каждой гранью многогранника), когда через грань проводится вспомогательная только проецирующая плоскость.

Способ 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 (заданной секущей плоскости с каждым ребром многогранника), когда через ребро проводится вспомогательная только проецирующая плоскость. Соединив все точки пересечения прямыми, получим многоугольник сечения. Этот способ является универсальным, так как его можно применять в обоих случаях.

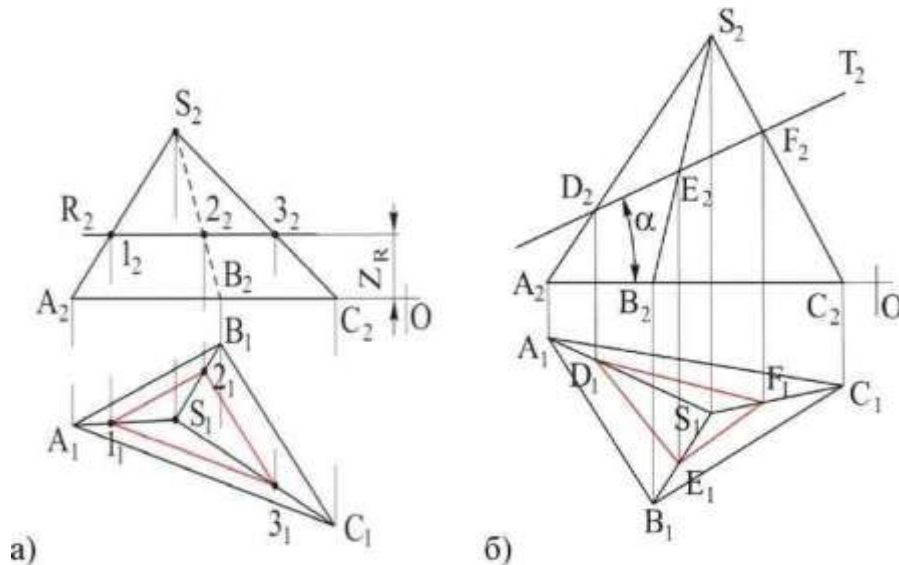
Пересечение многогранника прямой

Чтобы найти точки пересечения прямой с многогранной поверхностью, необходимо через прямую провести вспомогательную проецирующую плоскость, затем построить многоугольник сечения

многогранника этой плоскостью. Искомые точки определяются в пересечении построенного сечения и заданной прямой.

Пример Построить сечение пирамиды $SABC$ плоскостями частного положения: на рисунке 6.1, а - горизонтальной плоскостью R (дважды проецирующей), а на рисунке 6.1, б - фронтально-проецирующей плоскостью T .

Рисунок 6.1 — Сечение пирамиды плоскостями частного положения



Решение. Так как секущие плоскости R и T проецирующие, то вводить вспомогательные плоскости не требуется. На рисунках сразу определяются фронтальные проекции точек пересечения ребер пирамиды с этими плоскостями $1_2, 2_2, 3_2$ или D_2, E_2, F_2 . По линиям связи находим их горизонтальные проекции. Соединяем их прямыми линиями и получаем горизонтальные проекции треугольников сечения $1_1 2_1 3_1$ или $D_1 C_1 F_1$.

Пример. Построить сечение прямой призмы ABC плоскостью общего положения P , заданной параллельными прямыми $K//L$ (рисунок 6.2).

Решение. Так как грани призмы перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций Π_1 то можно использовать способ граней. Через грань AC проводим горизонтально-проецирующую плоскость T (горизонтальный след T_1 совпадает с проекцией $A_1 C_1$). Плоскость T пересекает плоскость P ($K//L$) по линии 1_2 (построение показано стрелками). Соединив точки 1_2 и 2_2 прямой от ребра A до верхнего основания, получим невидимую линию пересечения грани AC с заданной плоскостью P . Выполнив аналогичные построения для грани BC , получим фигуру сечения.

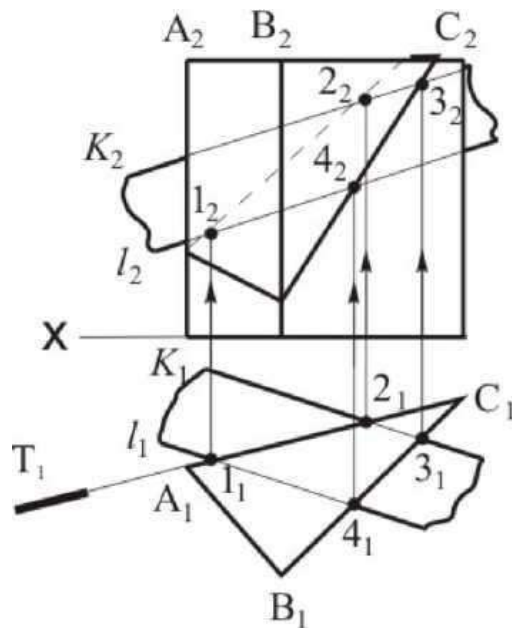


Рисунок 6.2 — Прямая призма (способ граней)

Пример. Построить сечение наклонной призмы плоскостью общего положения P , заданной следами (рисунок 6.3).

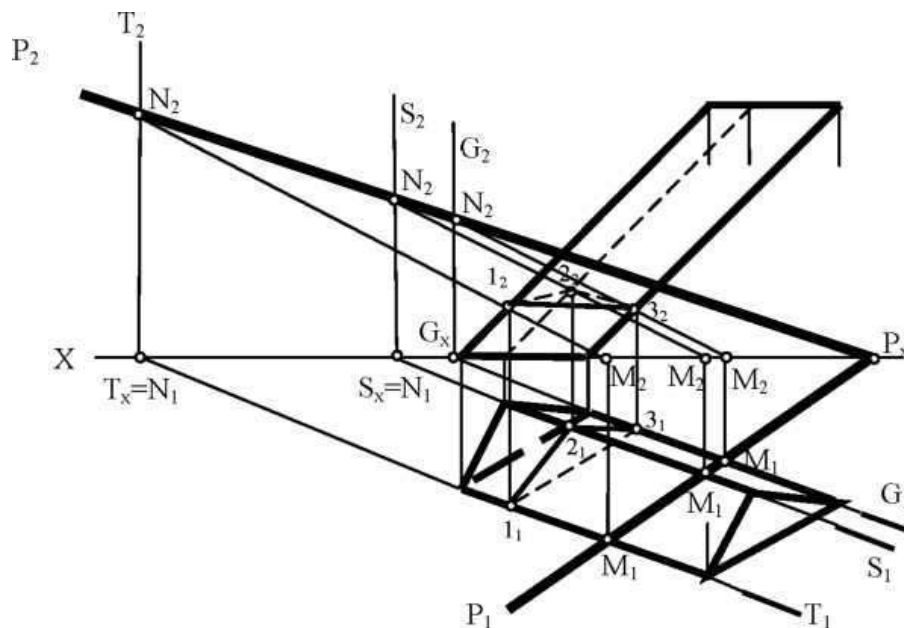


Рисунок 6.3 - Призма наклонная (способ ребер)

Решение. Так как грани призмы наклонены к плоскостям проекций, то можно использовать только способ ребер. Через каждое ребро призмы проводим вспомогательные горизонтально-проецирующие плоскости T , S и G . Затем, строим линию пересечения MN (M_1N_1 , M_2N_2) каждой из этих плоскостей с заданной плоскостью P . В пересечение фронтальных проекций M_2N_2C соответствующими ребрами призмы получим точки 1_2 , 2_2 и 3_2 ; зная их, находим горизонтальные проекции 1_1 , 2_1 и 3_1 на соответствующих ребрах. Соединив эти точки, получим проекции

треугольника сечения.

Пример Построить сечение прямой призмы 123 плоскостью общего положения R , заданной следами (рисунок 6.4).

Решение. Каждое ребро заключаем во фронтальную плоскость, которая пересекается с плоскостью R по фронтали. На пересечении вертикальных проекций фронтали и ребра получаем фронтальные проекции точек a_2 , b_2 и c_2 . Последовательность построений показана стрелками. Горизонтальная проекция фигуры сечения $a_1b_1c_1$ совпадает с горизонтальной проекцией призмы.

При построении ломаной линии пересечения двух многогранников используются совместно уже знакомые и способ ребер, и способ граней. В первом случае определяют точки пересечения ребер первого многогранника с гранями второго и ребер второго с гранями первого. Найденные точки, расположенные на одних и тех же гранях каждого многогранника, последовательно соединяют между собой прямыми линиями. Во втором случае определяют отрезки прямых, по которым пересекаются грани многогранников. При пересечении двух многогранников может иметь место проницание одного многогранника другим (полное пересечение) или боковое врезание (неполное пересечение). При проницании получаются две замкнутые ломанные линии пересечения. Они могут быть плоскими (при проницании одной грани) или пространственными (при проницании двух и более граней). При врезании получается одна замкнутая пространственная ломаная линия пересечения. Видимыми будут те звенья, которые являются линиями пересечения обеих видимых граней многоугольников.

Пример. Построить линию пересечения прямой призмы DEF с наклонной призмой ABC (рисунок 6.5).

Решение. Так как грани призмы DEF являются горизонтально-проецирующими, то на горизонтальной проекции непосредственно видно, что ребро A пересекает прямую призму в точках 11 и 21, ребро C – в точках 31 и 41, а ребро B – в точках 51 и 61. По линиям связи находим на соответствующих ребрах фронтальные проекции 12, 22, 32, 42, 52 и 62. А вот точки 7 и 8 пересечения ребра D с гранями AB и BC определяются

способом ребер. Через ребро D проводим горизонтально-проецирующую плоскость P, параллельную ребрам наклонной призмы (горизонтальный след P1). Эта плоскость пересекает призму ABC по прямоугольнику J-G. На фронтальной проекции определяем точки 7₂ и 8₂ пересечения прямоугольника J₂-G₂ с ребром D₂. С учетом видимости последовательно соединяем найденные точки и получаем две линии пересечения: пространственную ломаную линию входа 2₂-4₂-7₂-6₂-8₂ и плоскую линию выхода 1₂-3₂-5₂. Видимыми являются грани A₂B₂ и B₂C₂ для наклонной призмы и грань D₂F₂ для прямой призмы.

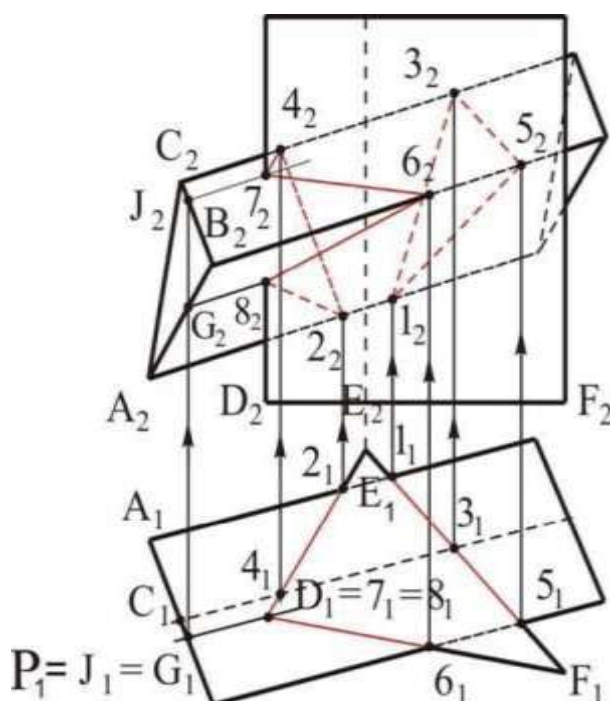


Рисунок 6.5 – Пересечение двух призм

Вопросы и задания

На форматах А3 выполнить решения задач:

Задача 6.1. На построить линию пересечения пирамиды S_{ABC} плоскостью T (Приложение А, таблица, 15).

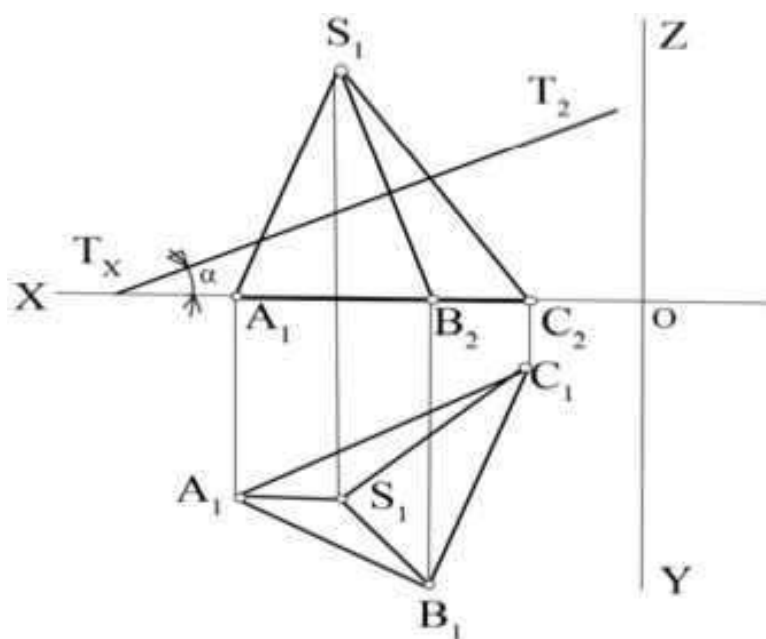


Рисунок 6.6 — Наклонная пирамида и секущая плоскость

Задача 6.2. На рисунке 6.7 построить линию пересечения прямой четырехгранной призмы $EKGU$ и треугольной пирамиды $DABC$ (данные из Приложения А, таблица 16).

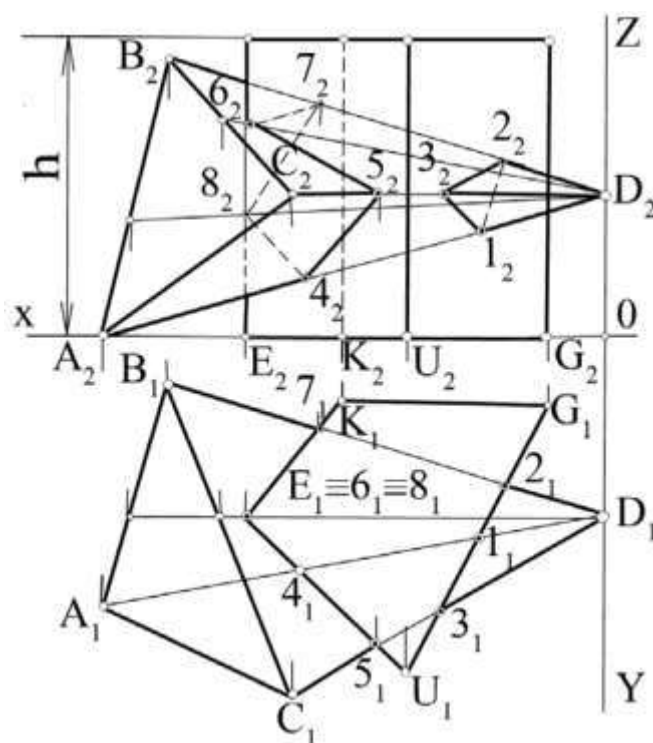


Рисунок 6.7 – Пересечение призмы и пирамиды

Выполненная работа должна быть представлена на листах формата А3, согласно предъявленным требованиям.

Контрольные вопросы.

Какие плоскости обычно применяют в качестве вспомогательных при построении сечения многогранника?

Как строится сечение многогранника проецирующей плоскостью?

Как строится сечение многогранника плоскостью общего положения?

В каком случае можно без вспомогательных плоскостей определить точки пересечения прямой с многогранником?

Как строится линия пересечения одной гранной поверхности другой?

В каких случаях применяют проецирующие плоскости; в каких — плоскости уровня; в каких — плоскости общего положения?

Какой характер может иметь линия пересечения поверхностей двух многогранников?

Как определяется видимость проекций линии пересечения двух многогранников?

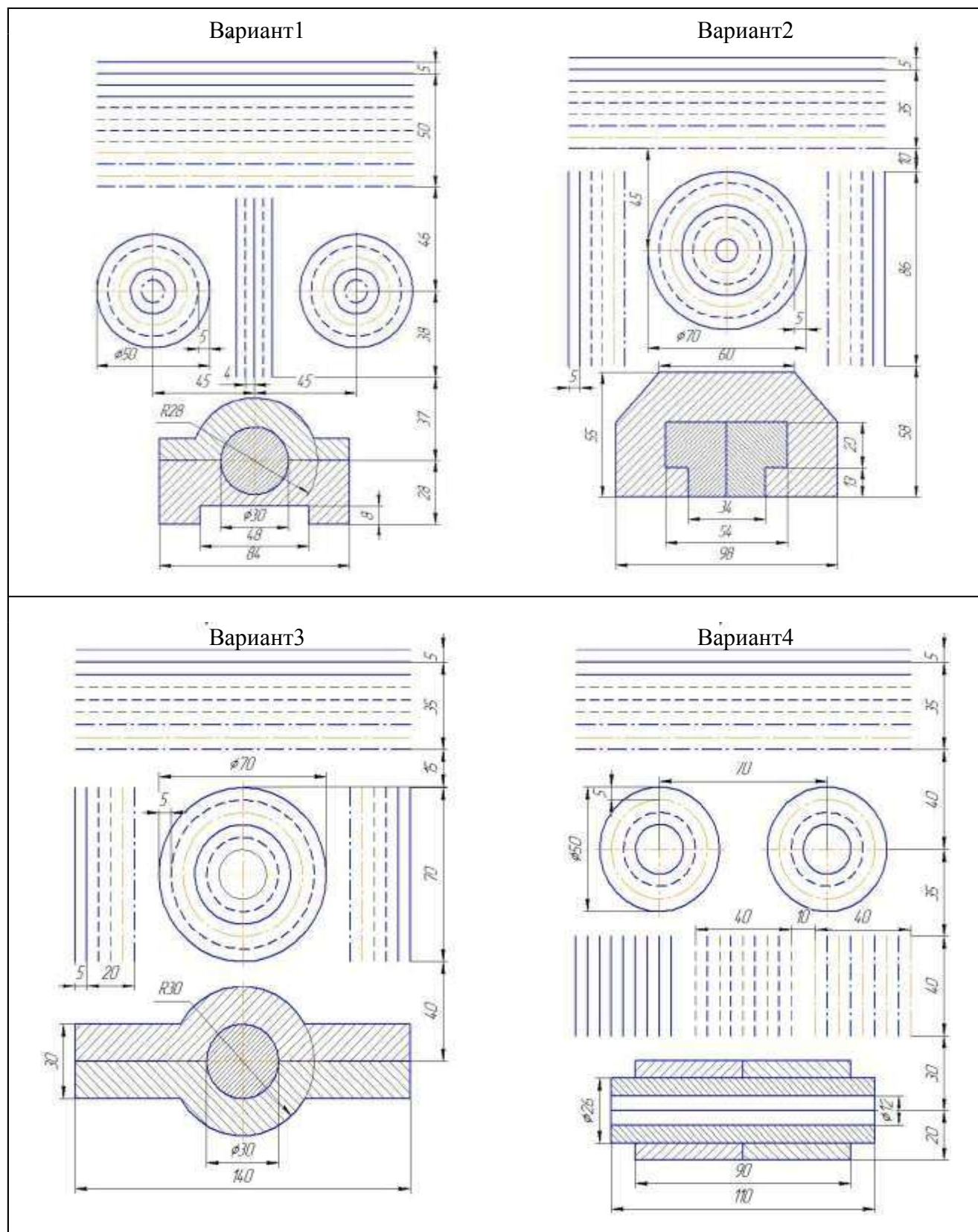
Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск:Сибирский федеральный университет, 2018.—332с.— 978-5-7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

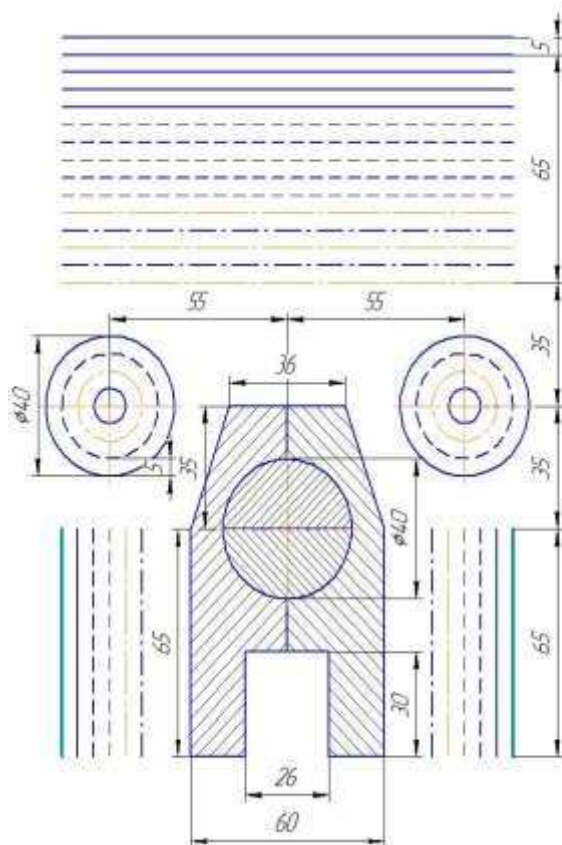
Супрун, Л.И. Начертательная геометрия[Электронный ресурс] :учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун.— Электрон.текстовые данные. — Красноярск:Сибирский федеральный университет, 2018.—244с.— 978-5-7638-3802-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

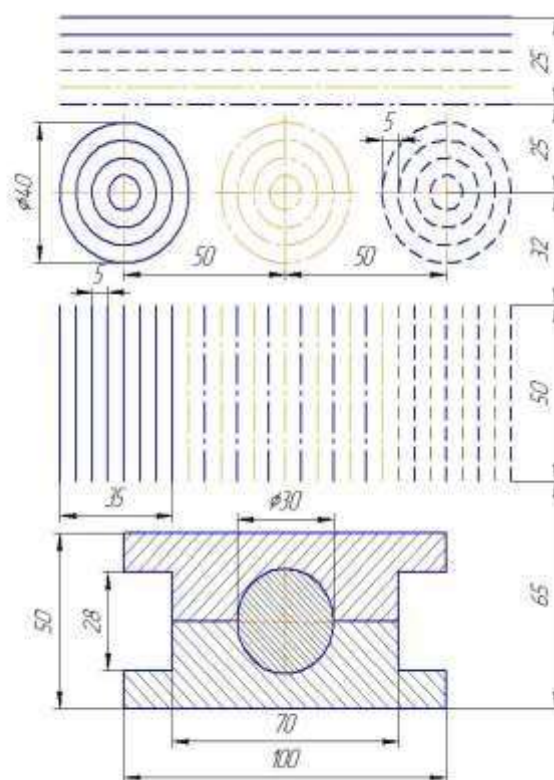
Таблица 1 – Данные для практического занятия 2



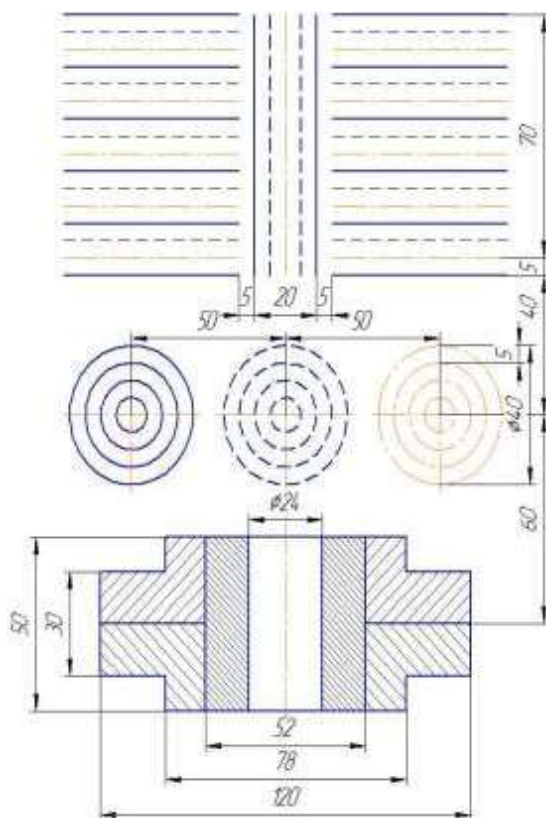
Вариант 5



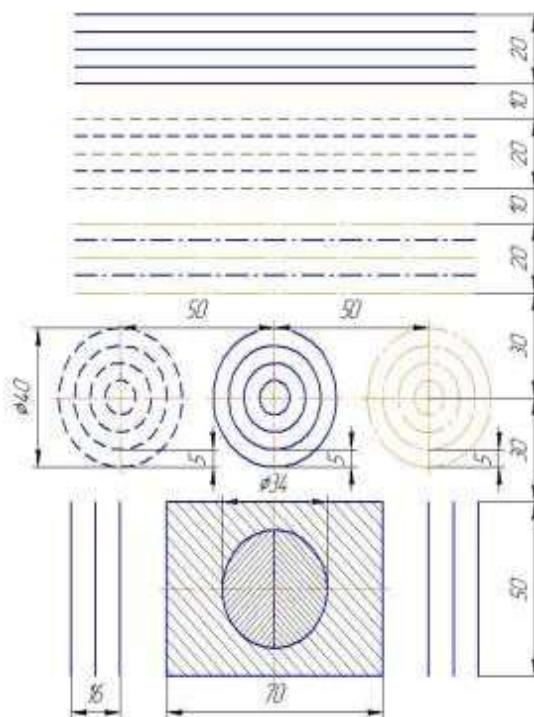
Вариант 6



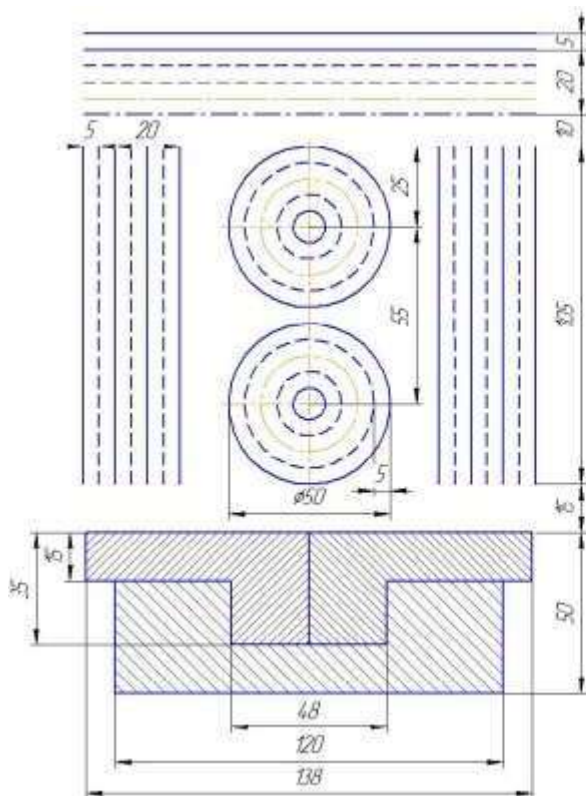
Вариант 7



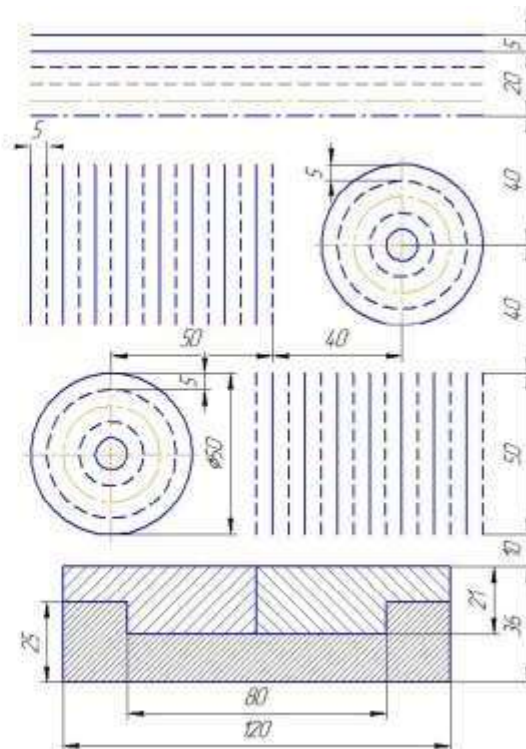
Вариант 8



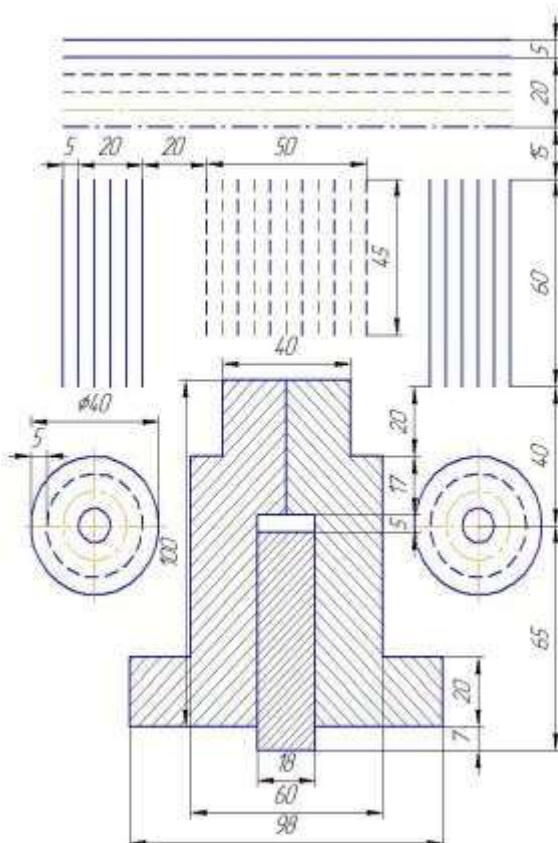
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

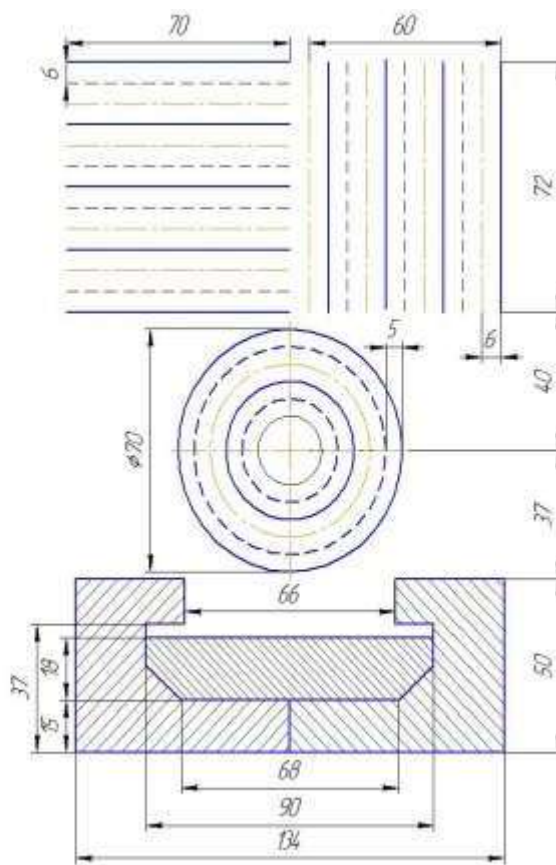


Таблица2-Данные к задачам

Вариант			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
координаты	А	x	50	75	55	50	80	-68	85	78	55	40	48	65
		y	-15	29	23	-40	45	9	25	44	20	5	-10	10
		z	30	-38	45	46	-20	28	35	-20	35	50	35	27
	В	x	10	20	-10	10	10	10	10	12	-15	5	5	10
		y	-35	5	13	5	20	30	-25	6	38	30	-25	25
		z	40	6	5	-20	45	12	65	40	15	5	15	10
	С	x	30	15	68	60	45	-63	90	40	55	60	-78	85
		y	60	70	-80	15	70	29	70	-70	80	30	50	35
		z	10	72	15	28	65	72	15	10	80	10	25	15
	D	x	10	20	5	10	15	5	-20	5	15	15	5	25
		y	60	30	15	10	5	15	-35	35	48	5	30	15

Таблица3-Данные к задаче

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
элемент	пл. П ₁	пл. П ₂	Ось X ₁	пл. П ₃	пл. П ₂	пл. П ₁	Ось X	пл. П ₁	пл. П ₂	Ось X	пл. П ₃	пл. П ₁

Таблица4–Данные к задачам

Координаты	А			В			С			D		
Вариант	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	37	28	-5	19	9	14	-6	10	8	-27	32	-32
2	40	16	8	-8	40	40	19	19	-22	-30	33	11
3	35	-34	9	12	34	32	-10	-28	-12	-24	20	18
4	9	36	38	35	-12	5	15	-13	-10	-10	29	23
5	9	12	34	-35	-36	10	26	-36	-11	-24	-9	28
6	42	-41	-5	15	13	32	6	-23	-23	-18	22	9
7	12	36	14	38	-10	38	18	26	20	-32	-23	40
8	37	11	16	13	-35	-30	6	33	-8	-20	-17	-26
9	42	6	30	13	32	-20	14	-26	9	-14	0	-40
10	34	35	10	-34	7	38	12	22	13	-12	-18	30
11	5	42	12	35	-12	-34	20	-24	-40	-10	30	6
12	38	40	8	8	-10	36	-9	22	12	-32	-14	32

Таблица 5–Данные к задаче

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АККВ	2:3	4:1	5:3	3:4	2:3	5:1	2:5	7:2	8:3	2:3	1:7	2:5

Таблица 6–Данные к задачам

№ варианта	А			В			С			К			D			Плоскость P		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	Px	Py	Pz
1	117	90	9	52	25	70	0	83	48	68	-	85	135	19	36	120	90	80
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	-	85	135	20	35	130	95	30
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	65	-	80	130	18	35	120	90	80
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	-	85	135	20	32	120	80	80
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	-	110	135	36	19	120	80	90
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	-	110	135	40	20	120	90	80
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	-	110	136	38	20	130	90	40
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	-	108	135	36	20	120	95	70
9	115	10	92	50	80	20	0	50	85	70	-	110	135	35	20	120	100	80
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	-	110	0	36	19	140	100	50
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	70	-	110	0	35	20	140	100	60
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	-	108	0	35	20	140	90	80

Таблица 7–Данные к задачам

вариант			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Координаты	C	x	46	50	52	54	56	39	41	43	45	47	49	51
		y	8	10	12	14	16	1	3	5	7	9	11	13
		z	7	9	11	13	15	17	2	4	6	8	10	12
	D	x	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		y	16	18	20	22	24	13	15	17	19	21	23	25
		z	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	31

Таблица 8–Данные к задачам

Варианты	А			В			С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	71	59	9	30	18	81	0	26	56
2	73	58	10	32	26	80	0	27	43
3	70	57	10	31	31	70	0	28	50
4	72	56	70	28	28	10	0	29	40
5	74	12	75	27	42	20	0	64	35
6	68	9	90	26	39	10	0	69	61
7	67	13	65	25	29	20	0	54	44
8	66	10	80	24	61	26	0	36	53
9	18	11	72	70	59	24	0	34	44
10	20	11	70	68	56	20	75	36	45
11	15	10	66	66	55	18	75	38	42
12	16	12	71	72	54	21	74	40	46

Таблица 9–Углы наклона следов P_1 и P_2 коси X (в градусах)

Углы наклона	вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
β для P_x	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
α для P_2	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

Таблица 10–Данные к задачам

вариант			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Координаты	А	x	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
		y	0	4	6	8	10	12	14	17	1	3	5	7
		z	0	3	5	7	9	11	13	15	17	2	4	6
	В	x	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	13	15
		y	10	12	14	16	18	20	22	24	11	13	15	17
		z	8	10	12	14	16	18	20	24	26	29	17	23

Таблица 11–Углы наклона следов P_1 и P_2 коси X (в градусах)

Углы наклона	вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
β для P_1	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25
α для P_2	50	45	40	35	70	65	60	30	70	65	45	40

Таблица12–Данные к задачам

Варианты	А			В			С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80

Таблица13–Данные к задачам

Варианты	А			В			С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	65	105	80	130	18	35	12	50	0
4	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	70	80	108	0	35	20	120	0	50

Таблица 14–Данные к задачам

вариант	А			В			С			D			Рх	Угол коси OX	
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z		P ₁	P ₂
1	65	10	60	25	15	50	45	25	20	20	55	55	90	30°	75°
2	70	15	50	20	20	40	45	30	10	10	40	55	90	45°	75°
3	45	60	55	10	40	25	60	25	15	60	30	40	90	60°	60°
4	60	60	15	40	15	55	30	35	25	15	15	35	90	75°	60°
5	25	35	10	60	10	20	10	20	50	10	10	15	90	30°	45°
6	10	45	45	25	10	10	65	20	15	50	15	35	90	45°	45°
7	55	15	10	15	10	40	10	30	25	10	45	25	90	30°	30°
8	70	10	10	30	45	25	10	20	15	10	20	20	90	45°	30°
9	40	10	45	10	30	55	50	60	10	60	50	50	90	60°	45°
10	55	60	25	35	15	10	10	50	55	10	30	20	90	75°	45°
11	20	20	25	35	60	60	60	45	35	60	10	40	90	75°	75°
12	55	15	15	20	50	10	10	10	30	30	50	10	90	75°	30°

Таблица 15–Данные к заданию

вариант	А			В			С			S			Z _R	α ⁰ _{T2}
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z		
1	<u>78</u>	<u>21</u>	<u>0</u>	<u>56</u>	<u>26</u>	<u>0</u>	<u>3</u>	<u>37</u>	<u>0</u>	<u>80</u>	<u>25</u>	<u>75</u>	<u>10</u>	<u>10</u>
2	<u>81</u>	<u>21</u>	<u>0</u>	<u>60</u>	<u>48</u>	<u>0</u>	<u>11</u>	<u>32</u>	<u>0</u>	<u>60</u>	<u>70</u>	<u>76</u>	<u>9</u>	<u>15</u>
3	<u>82</u>	<u>22</u>	<u>0</u>	<u>62</u>	<u>46</u>	<u>0</u>	<u>12</u>	<u>34</u>	<u>0</u>	<u>59</u>	<u>71</u>	<u>77</u>	<u>11</u>	<u>20</u>
4	<u>83</u>	<u>23</u>	<u>0</u>	<u>63</u>	<u>44</u>	<u>0</u>	<u>13</u>	<u>36</u>	<u>0</u>	<u>61</u>	<u>72</u>	<u>78</u>	<u>8</u>	<u>25</u>
5	<u>84</u>	<u>24</u>	<u>0</u>	<u>64</u>	<u>42</u>	<u>0</u>	<u>14</u>	<u>38</u>	<u>0</u>	<u>58</u>	<u>73</u>	<u>79</u>	<u>12</u>	<u>30</u>
6	<u>85</u>	<u>25</u>	<u>0</u>	<u>65</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>15</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>62</u>	<u>74</u>	<u>80</u>	<u>7</u>	<u>25</u>
7	<u>79</u>	<u>19</u>	<u>0</u>	<u>59</u>	<u>38</u>	<u>0</u>	<u>9</u>	<u>42</u>	<u>0</u>	<u>57</u>	<u>75</u>	<u>74</u>	<u>13</u>	<u>20</u>
8	<u>78</u>	<u>20</u>	<u>0</u>	<u>58</u>	<u>36</u>	<u>0</u>	<u>8</u>	<u>44</u>	<u>0</u>	<u>63</u>	<u>76</u>	<u>73</u>	<u>14</u>	<u>15</u>
9	<u>76</u>	<u>18</u>	<u>0</u>	<u>57</u>	<u>34</u>	<u>0</u>	<u>7</u>	<u>46</u>	<u>0</u>	<u>57</u>	<u>77</u>	<u>72</u>	<u>15</u>	<u>10</u>
10	<u>75</u>	<u>17</u>	<u>0</u>	<u>56</u>	<u>32</u>	<u>0</u>	<u>6</u>	<u>48</u>	<u>0</u>	<u>58</u>	<u>78</u>	<u>71</u>	<u>16</u>	<u>15</u>
11	<u>76</u>	<u>16</u>	<u>0</u>	<u>54</u>	<u>30</u>	<u>0</u>	<u>5</u>	<u>33</u>	<u>0</u>	<u>61</u>	<u>79</u>	<u>70</u>	<u>17</u>	<u>20</u>
12	<u>77</u>	<u>20</u>	<u>0</u>	<u>55</u>	<u>28</u>	<u>0</u>	<u>4</u>	<u>35</u>	<u>0</u>	<u>56</u>	<u>80</u>	<u>69</u>	<u>18</u>	<u>25</u>

Таблица 16–Данные к заданию

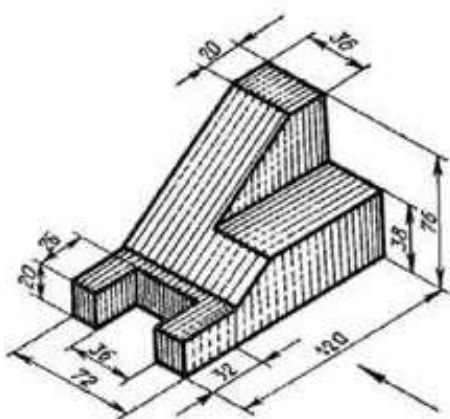
№	XA	YA	ZA	XB	YB	ZB	XC	YC	ZC	XD	YD	ZD	XE	YE	ZE	XK	YK	XG	YG	XU	YU	h
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	16	20	55	95	85
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
5	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
6	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
7	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40	49	50	0	67	20	125	20	86	95	85
8	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
9	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
10	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40	40	50	0	67	20	125	20	86	93	86
11	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40	100	50	0	74	20	16	20	55	95	85
12	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40	100	50	0	74	20	16	20	55	95	85

Таблица17-Данныедляпрактическогозанятия

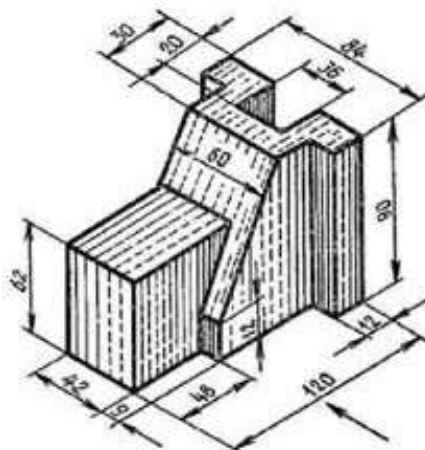
№варианта	№задания																
	1	2		3		4			5			6			7	8	
	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>
1	25	13	18	10	35	13	10	16	13	18	45	22	13	44	23	13	23
2	28	12	17	10	33	12	10	15	12	14	35	17	10	34	18	10	17
3	30	14	18	11	38	14	11	17	13	16	40	19	11	38	20	11	21
4	32	16	19	13	45	16	13	19	16	19	47	23	13	46	24	13	20
5	35	10	20	9	31	10	9	13	11	13	32	16	9	32	16	9	14
6	24	15	21	12	42	15	12	18	14	17	42	20	12	40	22	12	26
7	22	11	22	9	31	11	9	14	11	13	32	16	9	32	16	9	16
8	20	13	15	10	34	13	10	16	12	14	35	17	10	34	18	10	18
9	26	15	14	12	42	15	12	18	14	17	42	20	12	40	22	12	23
10	34	10	24	10	31	10	10	13	12	14	35	17	10	34	18	10	16
11	36	12	22	9	36	12	9	15	11	13	32	16	9	32	16	9	15
12	31	14	21	11	36	14	11	17	13	16	40	19	11	38	20	11	20
13	33	16	22	13	42	16	13	19	16	19	47	23	13	46	24	13	20
14	21	12	26	9	35	12	9	15	11	13	32	16	9	32	16	9	18
15	23	17	24	14	49	17	14	20	17	20	50	24	14	48	26	14	21
16	27	11	25	11	41	11	11	14	13	16	40	19	11	38	20	11	17
17	37	13	26	10	31	13	10	16	12	14	35	17	10	34	18	10	20
18	19	15	15	12	45	15	12	18	14	17	42	20	12	40	22	12	21
19	18	10	17	11	44	10	11	13	13	16	40	19	11	38	20	11	19
20	16	12	20	9	40	12	9	15	11	13	32	16	9	32	16	9	20

Таблица 18-Данные для практического занятия

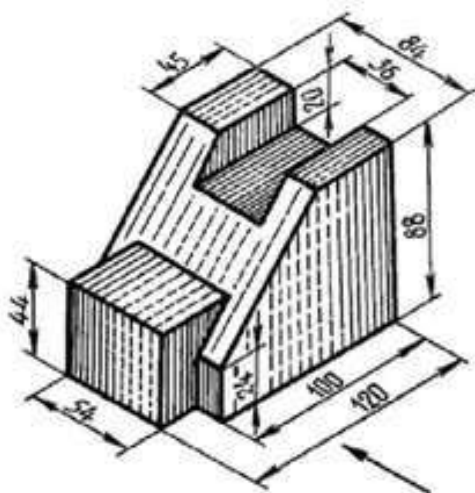
Вариант 1



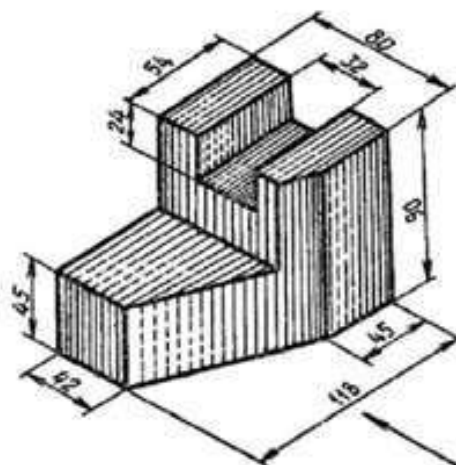
Вариант 2



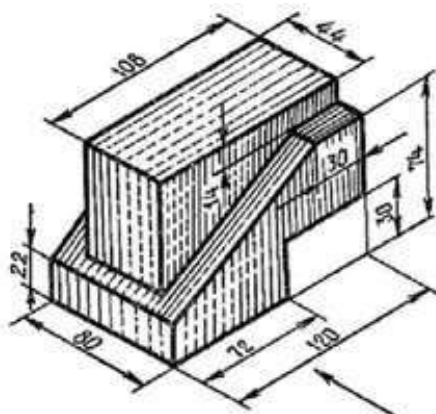
Вариант 3



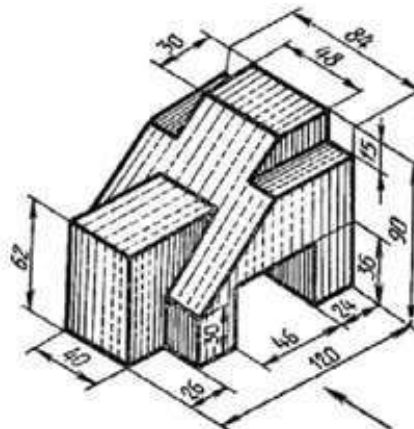
Вариант 4



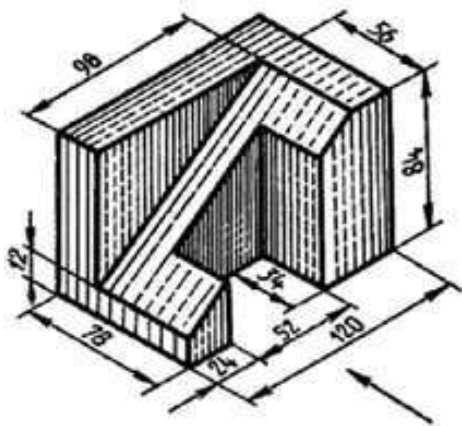
Вариант 5



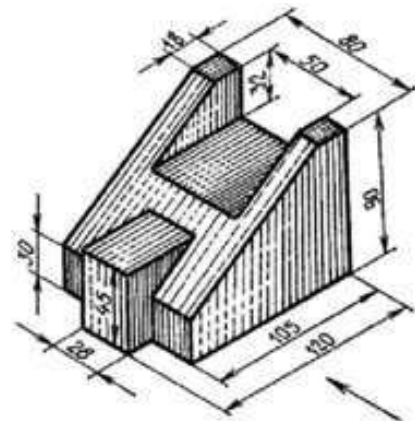
Вариант 6



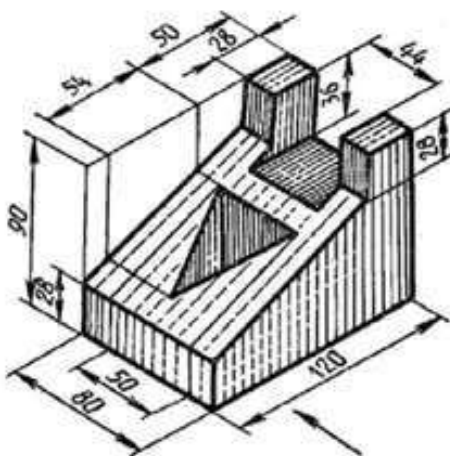
Вариант7



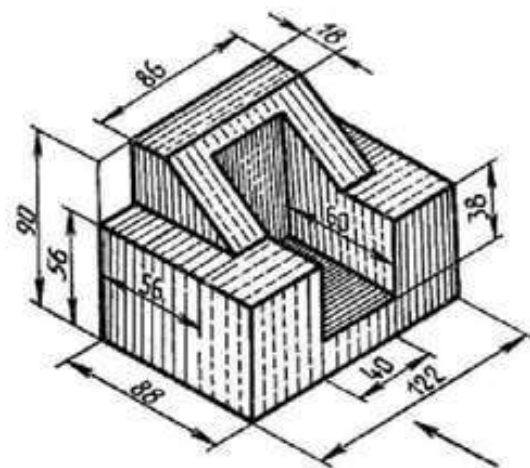
Вариант8



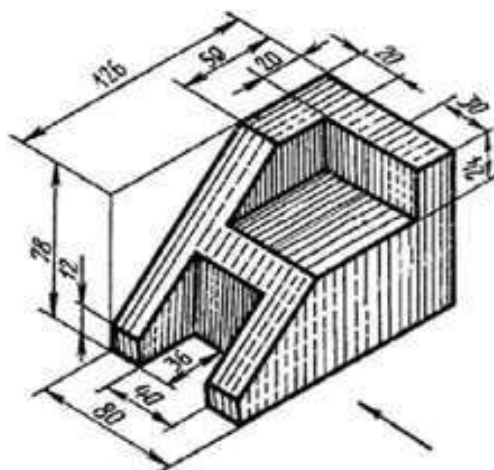
Вариант9



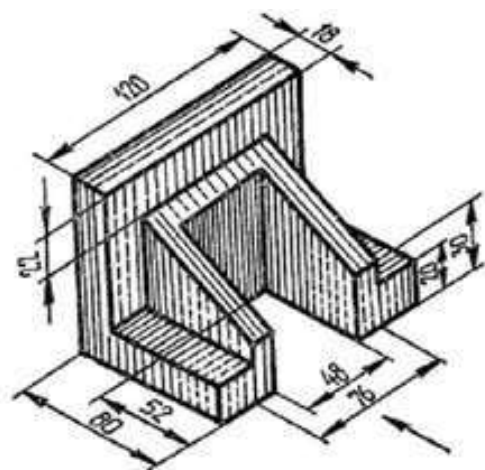
Вариант10



Вариант11



Вариант12



СКФУ

Кафедра технологий машиностроения
и технологического оборудования

АЛЬБОМ ЧЕРТЕЖЕЙ

За 1 семестр студента 1 курса
группы КТМ-8-0-14-1

Добининко Алексей

г. Ставрополь 2014-2015 уч. год

Рисунок 1 – Пример оформления титульного листа.

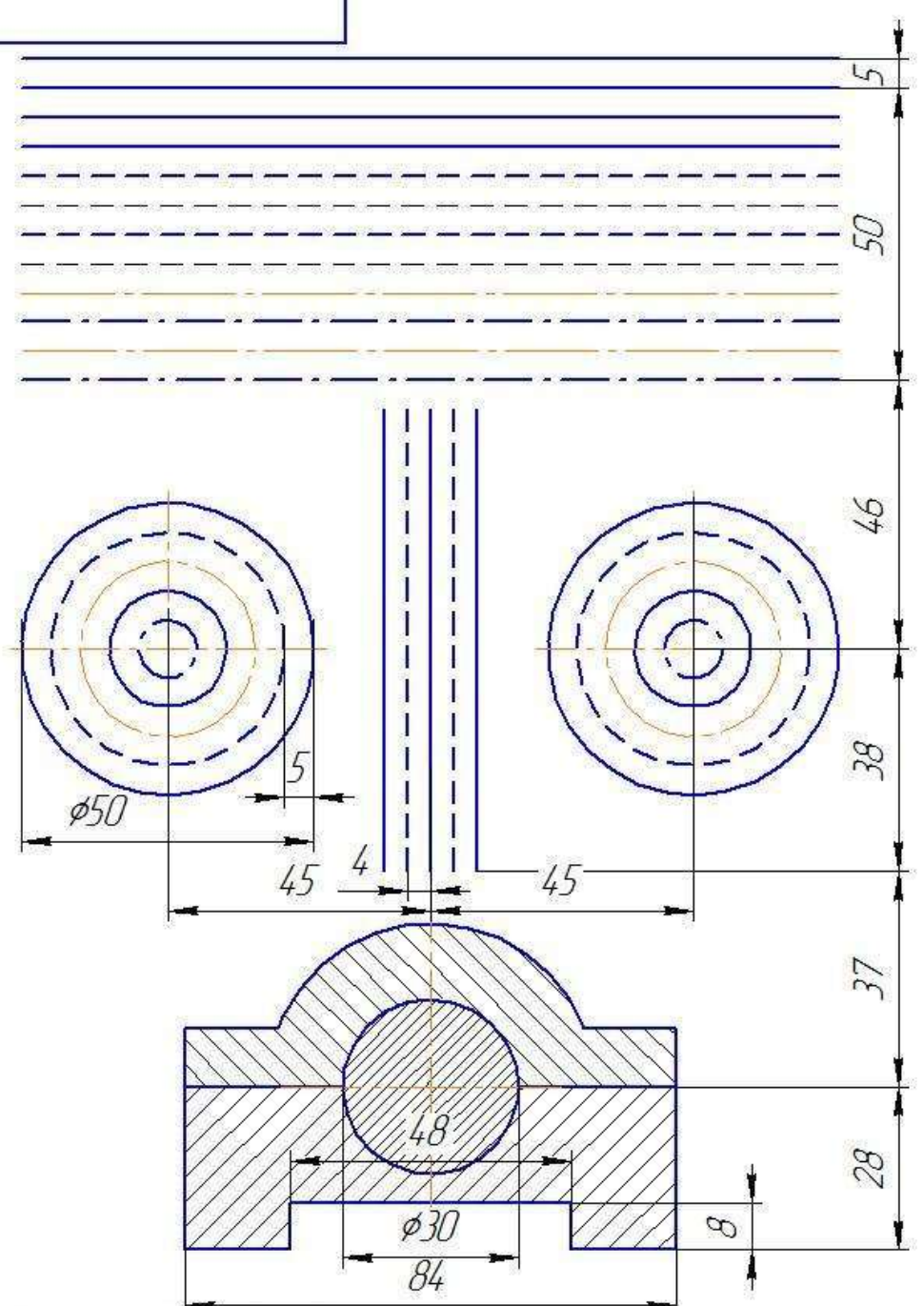
Перв. примен.																	
Стр. №																	
Подп. и дата	Инв. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	 Technical drawing showing three views of a mechanical part with dimensions: 5, 50, 46, 38, 37, 28, 8, 84, 30, 48, 5, 45, 4, 45, 50, 5. The drawing includes a top view, a front view, and a cross-section view. The cross-section view shows a semi-circular top with a central hole of diameter 30 and a base of 84. The front view shows two circular features with diameters 50 and 48.													
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.						Подп.	Дата							
Разраб.																	
Проб.																	
Т.контр.																	
Н.контр.																	
Утв.																	
Типы линий						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Лин.</td> <td style="width: 20%;">Масса</td> <td style="width: 20%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1:1</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td>Листов</td> <td>1</td> </tr> </table>			Лин.	Масса	Масштаб			1:1	Лист	Листов	1
Лин.	Масса	Масштаб															
		1:1															
Лист	Листов	1															
Копировал						Формат A4											

Рисунок 2 – Пример выполнения практического занятия 2

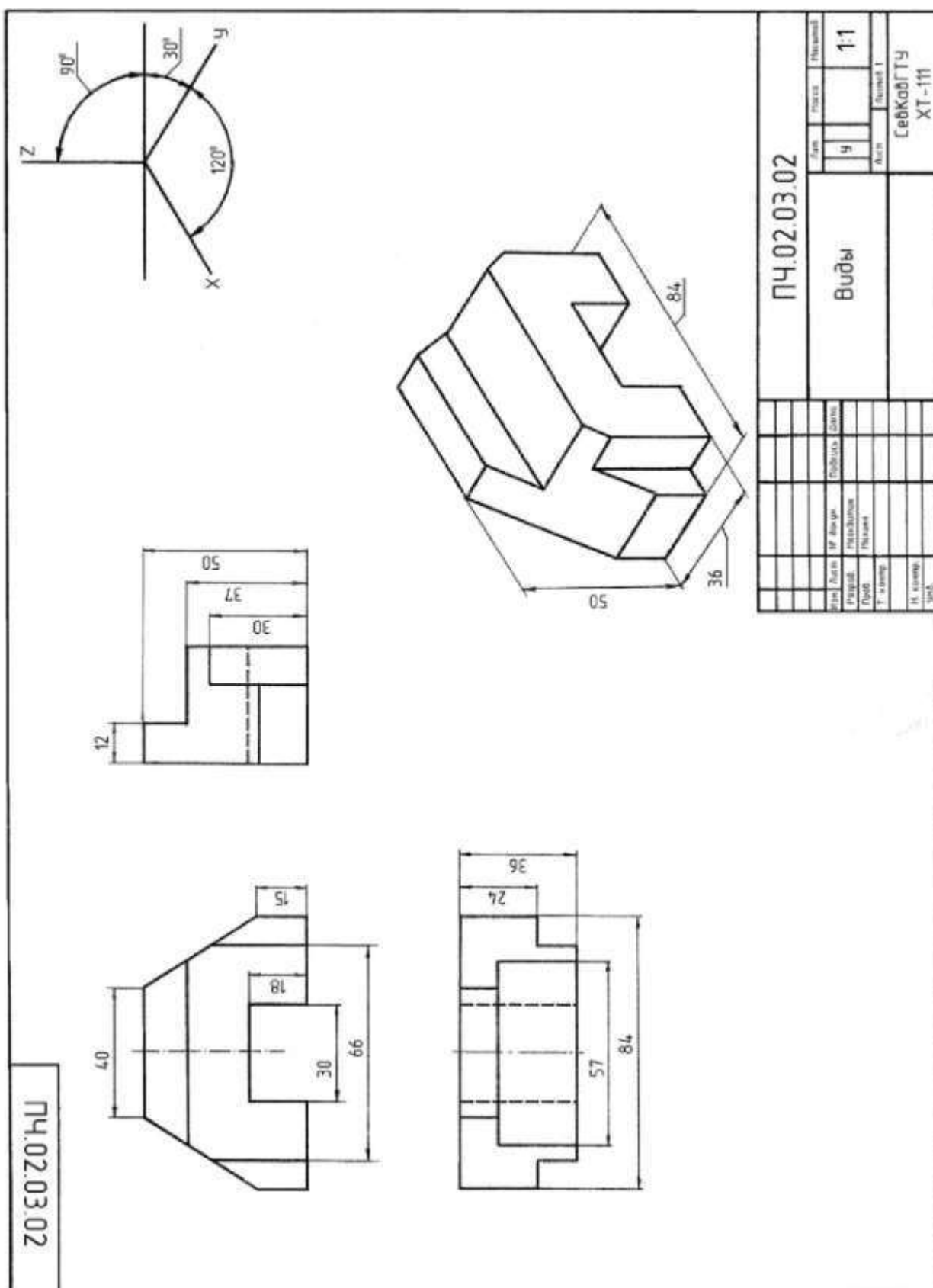


Рисунок 4—Пример выполнения практического задания 9

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ (ПРАКТИКУМ)

К практическим занятиям по дисциплине «Начертательная геометрия»
для студентов направления подготовки 21.03.01

Составители: ШпакМ.А.

Редактор:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по организации самостоятельной работы
по дисциплине «Начертательная геометрия»

Направление подготовки 21.03.01 – Нефтегазовое дело

Направленность (профиль): Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта

Квалификация выпускника: бакалавр

Ставрополь, 2026

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Методические рекомендации
(по организации самостоятельной работы)
для студентов по направлению 21.03.01 – Нефтегазовое дело

Ставрополь, 2026

УДК

ББК

Рецензенты:

Шпак М.А., Врублевская С.С. Начертательная геометрия. Методические рекомендации (по организации самостоятельной работы). Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2026. – 13с.

Методические рекомендации предназначены для изучения дисциплины «Начертательная геометрия». Содержат методику самостоятельного изучения материалов. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 21.03.01 – Нефтегазовое дело, направленность (профиль): Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта Квалификация выпускника: Бакалавр

УДК

ББК

©Шпак М.А., Врублевская С.С.2026

©Северо-Кавказский федеральный
университет, 2026

ПРЕДИСЛОВИЕ

В представленных методических рекомендациях основное внимание уделено самостоятельному изучением материалов по начертательной геометрии и инженерной графике.

Целью изучения дисциплины является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 21.03.01 – Нефтегазовое дело.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	Ошибка! Закладка не определена.
1 Общая характеристика самостоятельной работы	7
2 План-график выполнения самостоятельной работы	9
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	104
Список рекомендуемой литературы	108

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Начертательная геометрия» относится к профессиональному циклу дисциплин (базовой части). Ее освоение происходит в 1-ом семестре.

Изучение дисциплины «Начертательная геометрия» базируется на знании общетехнических и общеинженерных дисциплин, таких как «Математика» и «Введение в специальность», а также на знании разделов «Геометрия» и «Стереометрия» школьной программы.

Раздел «Начертательная геометрия» основан на решении пространственных задач с помощью комплексных чертежей (эпюров). Прежде чем приступить к решению задачи на чертеже, надо понять ее условие, представить в пространстве заданные геометрические образы и пространственное расположение, и четко представить схему решения, т. е. установить последовательность выполнения операций. При решении задач очень полезно прибегать к моделированию заданных геометрических форм и их сочетаний с помощью бумаги, пластилина, чертежных инструментов и любых подходящих подручных предметов и материалов.

.

1 Общая характеристика самостоятельной работы

Целью изучения дисциплины является формирование общепрофессиональных (ИД-1_{ОПК-2}, ИД-2_{ОПК-2}) компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 21.03.01 – Нефтегазовое дело.

Задачи дисциплины:

- развитие пространственного представления и воображения, а также конструктивно-геометрического мышления, необходимого для решения различных инженерных задач;
- развитие способностей к анализу и синтезу пространственных форм, реализуемых в виде чертежей конкретных геометрических объектов;
- выработка знаний и навыков, необходимых для выполнения и чтения конструкторской, проектной и рабочей технической документации.

Цели и задачи самостоятельной работы: Самостоятельная работа направлена на решения ряда задач, к которым относятся:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов;
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Актуальность: Обоснована необходимостью развития пространственного представления и воображения, а также конструктивно-геометрического мышления, необходимого для решения различных инженерных задач, - выработки знаний и навыков, необходимых для выполнения и чтения конструкторской, проектной и рабочей технической документации. Знания полученные в рамках изучения дисциплины необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

Виды самостоятельной работы

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено самостоятельное изучение материалов по темам дисциплины. Для успешного выполнения данного вида работ, необходимо самостоятельно детально изучить материалы по представленным темам по рекомендуемым источникам информации:

№п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Подготовка к практическим занятиям	1-3	1-6	1-2	1,3,5,6
2	Подготовка к лекционным занятиям	1-3	1-6	1-2	1,2,4,5,6
3	Самостоятельное изучение литературы по темам 1-8	1,3	1,6	2	1,2,4,5,6
5	Подготовка к зачёту с оценкой	1-3	1-6	1,2	1-6

При изучении материалов по каждой теме необходимо составить краткий конспект наиболее важной информации.

Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе студентов относится подготовка к лабораторным и лекционным занятиям по результатам которой студент представляет отчет

преподавателю и проходит собеседование.

При самостоятельной подготовке к аудиторным занятиям студент:

- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению лабораторных работ;

- изучает информационные материалы;

- подготавливает и оформляет материалы лабораторных работ в соответствии с требованиями.

В результате выполнения указанных видов самостоятельной работы происходит формирование профессиональных компетенций представленных ниже:

ИД-1_{ОПК-2} демонстрирует навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта.

ИД-2_{ОПК-2} определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов.

2 План-график выполнения самостоятельной работы

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

При самостоятельном изучении материалов по представленным темам следует придерживаться приведенного ниже графика:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
2 семестр		
1	Введение в дисциплину. Конструкторская документация. Правила оформления чертежей в соответствии с ЕСКД.	1 неделя
2	Проекция точки.	3 неделя
3	Проекция прямой.	5 неделя
4	Проекция плоскости.	7 неделя
5	Построение линии пересечения двух плоскостей.	9 неделя
6	Параллельность и перпендикулярность двух объектов.	11 неделя
7	Методы преобразования чертежа	13 неделя
8	Многогранники.	15 неделя

3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

При изучении дисциплины в соответствии с рабочей программой требуется сдать представленные ниже контрольные точки:

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
1 семестр			
1.	Практические занятия 1-3	8 неделя	15
2.	Практические занятия 4-6	12 неделя	20
3.	Практические занятия 7-9	18 неделя	20
	Итого за 1 семестр		55
	Итого		55

Текущая аттестация студентов проводится преподавателем, ведущим лабораторные занятия по дисциплине, в форме собеседования.

Допуск к лабораторным занятиям происходит при наличии у студентов подготовленного ватмана формата А3. Защита работ проходит в форме представления чертежей или эпюров с выполненными заданиями и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если задание выполнено верно, технически грамотно и оформление чертежей соответствует установленным требованиям ЕСКД, а ответы полностью раскрывают суть вопроса. Основанием для снижения оценки являются:

- отступления от установленных требований ЕСКД по оформлению чертежей;
- неточности при решении задачи или выполнения задания;
- неполнота ответа.

Чертеж может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- неверно решена задача или выполнено задание;
- отсутствует оформление чертежа по установленным требованиям.

Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Вопросы для собеседования

Базовый уровень

1. Назовите основные форматы и их размеры.
2. Назовите стандартные масштабы.
3. Перечислите типы линий, используемые при создании чертежа.
4. Чем определяется номер шрифта?
5. Что называется сопряжением?
6. Перечислите основные требования при нанесении размеров.
7. Как рекомендуется располагать размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу?
8. На каком расстоянии друг от друга и от контурной линии проводятся размерные линии?
9. Где наносят на чертеже размер числа относительно размерной линии?
10. Что называют постоянной Монжа на эюре?
11. Что такое октант пространства?
12. Каким правилом следует руководствоваться при переносе точек с оси Y_1 на ось Y_3 ?
13. Какие знаки имеют координаты точек, расположенных во 2 и 8 октантах?
14. Как восстановить положение пространственной точки по ее проекциям?
15. Сколько проекций точки определяют ее пространственное положение?
16. Что такое ширина, глубина и высота точки?
17. Какие прямые называют линиями уровня? Проецирующими прямыми?
18. Какие точки называют следами прямой?
19. Как находятся следы прямой?
20. Сформулируйте правило прямоугольного треугольника для определения натуральной величины отрезка.
21. Как определяется принадлежность точки заданной прямой?
22. Как изображаются на эюре параллельные прямые, пересекающиеся и скрещивающиеся прямые?
23. По каким точкам определяется видимость объектов?
24. Как задается плоскость на эюре?
25. Что называется следом плоскости?
26. Что общего в различных способах задания плоскости?
27. Как определить на эюре, принадлежит ли прямая заданной плоскости?
28. Как построить на эюре точку, принадлежащую данной плоскости?
29. Что такое проецирующая плоскость?
30. В чем состоит главная особенность проецирующих плоскостей?
31. Какая плоскость называется плоскостью уровня?
32. Свойства плоскости уровня.
33. Как располагаются на эюре проекции главных линий плоскости общего положения?
34. Как определить угол наклона заданной плоскости к горизонтальной плоскости проекций Π_1 ?
35. Как построить на эюре проекции линии пересечения плоскостей, заданных следами?
36. Как построить на эюре проекции линии пересечения плоскостей, следы которых в пределах поля чертежа не пересекаются?
37. Как построить проекции линии пересечения плоскостей, у которых два одноименных следа пересекаются, а два других параллельны?
38. Как построить проекции линии пересечения плоскостей, не заданных следами?
39. Приведите алгоритм определения точки пересечения прямой и плоскости.
40. Какую вспомогательную плоскость необходимо использовать при определении точки пересечения прямой и плоскости?
41. Как проверить на эюре, параллельны ли заданные плоскости?
42. Как проверить на эюре, параллельны ли прямая и плоскость?

43. Как провести через точку плоскость, параллельную заданной плоскости?
44. Как определить на эюре перпендикулярность прямой и плоскости?
45. Какими пересекающимися прямыми задается плоскость, перпендикулярная к прямой общего положения?
46. Как изображается на эюре положение новой плоскости проекций?
47. Как обозначается система плоскостей проекций при их замене?
48. Как располагаются линии связи в новых системах плоскостей?
49. Сколько дополнительных плоскостей проекций надо ввести, чтобы прямую общего положения преобразовать в линию уровня?
50. Какая проекция объекта не изменяет своего размера, если все его точки перемещаются во фронтальных плоскостях?
51. Какую прямую выбирают в плоскости общего положения при преобразовании ее в проецирующую?
52. Каково взаимное расположение оси вращения и плоскости вращения?
53. Как определить центр и радиус вращения точки?
54. Перпендикулярно какой плоскости проекций надо выбрать ось вращения, чтобы прямая общего положения стала фронталью?
55. Какая проекция объекта не изменяет своих размеров, если ось вращения $\perp$ П2?
56. По каким линиям перемещаются проекции точки, вращаемой вокруг оси, параллельной плоскости проекций?
57. Как построить совмещенное положение точки заданной плоскости с плоскостью проекций?
58. В чем состоит способ совмещения?
59. Какие плоскости обычно применяют в качестве вспомогательных при построении сечения многогранника?
60. Как строится сечение многогранника проецирующей плоскостью?
61. Как строится сечение многогранника плоскостью общего положения?
62. Алгоритм нахождения точек пересечения прямой с многогранником.
63. Что называется разверткой поверхности?
64. Назовите способы построения разверток.
65. В чем суть способа триангуляции и область его применения?
66. Какие свойства поверхности сохраняются на ее развертке?
67. Что называется видом?
68. Как называются основные виды?
69. Как правильно выбрать главный вид?
70. Правила компоновки изображений на поле чертежа.
71. Что называется простым разрезом?
72. Как называются простые разрезы?
73. В каких случаях обозначают секущую плоскость?
74. Какие разрезы называются сложными?
75. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
76. В каких случаях сечение не обозначается?
77. Где располагают вынесенное сечение?
78. Какие виды аксонометрических проекций вы знаете?
79. Под каким углом расположены оси в изометрии?
80. Какую фигуру представляет изометрическая проекция окружности?
81. Какие приняты коэффициенты искажения по осям X, Y, Z для построения диметрической проекции?
82. Под какими углами расположены оси в диметрии?
83. Основные правила нанесения штриховки в аксонометрических проекциях.
84. Как классифицируются резьбы по профилю?
85. Как изображается резьба на стержне?
86. Как изображается резьба в отверстии?
87. Как выполняется штриховка в разрезах резьбовых изделий?
88. Какие резьбовые соединения вы знаете?

Повышенный уровень

1. Какие данные содержит чертеж детали?
2. С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?

3. Сколько листов формата А4 содержится в листе формата А1?
4. Какие факторы учитывают при нанесении размеров на чертежах?
5. Как рекомендуется наносить размерные числа при нескольких параллельных размерных линиях?
6. Какие знаки используются при нанесении размеров?
7. Как расположены точки А (20,0,30), В(0,15,10), С(25,0,0) относительно плоскостей проекций?
8. Сформулируйте основные свойства центрального и параллельного проецирования.
9. Что называют обратимостью чертежа?
10. В чем заключается решение прямой и обратной задач в начертательной геометрии?
11. Как построить изометрию отрезка прямой?
12. Для какой прямой на чертеже следы будут: а) совпадать; б) равноудалены от осей проекций; в) лежать на оси проекций?
13. Могут ли скрещивающиеся прямые линии иметь параллельные проекции на плоскостях П1 и П2?
14. Как на эюре отличить пересекающиеся прямые от скрещивающихся?
15. Являются ли следы плоскости фронталью и горизонталью?
16. Почему углы между следами плоскости на эюре и в пространстве не равны друг другу?
17. Как провести на эюре через заданную прямую проецирующую плоскость?
18. Приведите примеры практического использования главных линий плоскости.
19. Как будет располагаться линия пересечения плоскости уровня с плоскостью общего положения?
20. Покажите на примере, как определяют линию пересечения двух проецирующих плоскостей?
21. Покажите на примере, как определяют точки пересечения проецирующих плоскостей прямыми линиями?
22. Как определяется видимость прямой?
23. Будут ли две плоскости взаимно перпендикулярны, если одноименные следы их перпендикулярны?
24. Как определить на чертеже расстояние от точки до проецирующей плоскости?
25. Как определить на чертеже расстояние от точки до плоскости общего положения?
26. Сколько дополнительных плоскостей проекций надо ввести, чтобы определить натуральную величину фигуры общего положения?
27. Параллельно какой плоскости проекций надо выбрать плоскости перемещения точек, чтобы прямая общего положения стала горизонталью?
28. Параллельно какой плоскости проекций надо выбрать плоскости перемещения точек, чтобы плоскость общего положения преобразовать во фронтально-проецирующую?
29. Перпендикулярно какой плоскости проекций надо выбрать ось вращения, чтобы плоскость общего положения стала горизонтально-проецирующей?
30. Для чего определяется натуральная величина радиуса вращения точки?
31. Что понимается под термином «подъем в пространство»?
32. Что называют числом Эйлера многогранника?
33. Назовите правильные звездчатые многогранники.
34. В каком случае можно без вспомогательных плоскостей определить точки пересечения прямой с многогранником?
35. Какие поверхности называются развертываемыми, а какие неразвертываемыми? Приведите примеры.
36. Как строятся условные развертки?
37. Какими линиями на чертеже изображаются линии сгиба разверток?
38. Как получается аксонометрический чертеж?
39. Каков масштаб изображения в стандартной прямоугольной изометрии? Почему?
40. Как в изометрии расположена большая ось эллипса для окружности, принадлежащей профильной плоскости проекций?
41. Какой фигурой будет являться диметрическая проекция квадрата?
42. Как построить диметрическую проекцию окружности, расположенной во фронтальной плоскости проекций?
43. Как располагают на чертеже изображения деталей тел вращения?

44. Какие условности позволяют сократить количество изображений?
45. С какого вида берут ширину детали при построении вида слева?
46. Чем отличается сечение от разреза?
47. Как выполняют совмещение вида с разрезом?
48. Как изображается внутреннее ребро детали на разрезе?
49. Сколько плоскостей используют при выполнении сложного разреза?
50. Где располагают наложенное сечение?
51. В чем состоит разница между шагом и ходом резьбы?
52. Охарактеризуйте метрическую резьбу и приведите пример условного обозначения.
53. В каком случае шаг метрической резьбы не указывается?
54. Что такое номинальный диаметр резьбы?
55. Какие допускаются упрощения на чертеже резьбового соединения?

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он исчерпывающе, четко и логически связано отвечает на вопросы как базового, так и повышенного уровня, демонстрирует знание теоретических основ начертательной геометрии, методик решения задач, элементов технического черчения, норм ЕСКД, методов и средств компьютерной графики, а также умеет интегрировать теоретические знания и применять их для решения нестандартных вопросов, проводить сравнительный анализ и моделирование пространства для раскрытия во-проса или обоснования принятого решения. Отвечая на вопрос, пользуется знаниями, полученными, в том числе при самостоятельном изучении литературы. При этом сопровождает свой ответ грамотно выполненными поясняющими схемами, эпюрами и эскизами с соблюдением правил оформления конструкторской документации. Компетенции ИД-1_{ОПК-2}, ИД-2_{ОПК-2} в рамках данной дисциплины освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он уверенно отвечает на вопросы только базового уровня, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не до-пуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми знаниями и навыками в области начертательной геометрии, технического черчения, норм ЕСКД, ком-пьютерной графики. При ответе на вопрос использует в основном лекционный материал. Сопровождает свой ответ поясняющими эскизами и эпюрами. Компетенции ИД-1_{ОПК-2}, ИД-2_{ОПК-2} в рамках данной дисциплины полностью освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он неуверенно отвечает на вопросы базового уровня, т.е. демонстрирует знания теоретических основ начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики, однако испытывает затруднения при анализе и применении их в модельных практических ситуациях; в иллюстрации ответа с помощью моделирования пространства, построения эскизов и эпюров. Допускает нарушение норм ЕСКД при оформлении чертежей. Компетенции ИД-1_{ОПК-2}, ИД-2_{ОПК-2} в рамках данной дисциплины частично освоены на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он допускает существенные ошибки в ответе на вопросы базового уровня, не владеет навыками применения теоретических положений к решению практических задач в области моделирования про-странства, построения эпюров, создания чертежей в соответствии с правилами и нормами ЕСКД. Не знает средства и методы компьютерной графики. Компетенции ИД-1_{ОПК-2}, ИД-2_{ОПК-2} в рамках данной дисциплины не освоены.

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы:

1. Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5-7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>
2. Супрун, Л. И. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] : учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун. — Электрон.текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 244 с. — 978-5-7638-3802-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Ковалев. —

Электрон.текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

2. 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). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

3. Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике : учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

4. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2007. — 382 с. : ил. — (Общетехнические дисциплины). — Библиогр. с. 370. — Предм.указ.: с. 371-377. — ISBN 978-5-06-00543-2.

5. Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсу «Начертательная геометрия».
2. <http://studopedia.ru/nachertgeometriia.php> - курс лекций по начертательной геометрии
3. <http://www.epur.ru/ng.html> - Видеоуроки «Решение задач по начертательной геометрии»
4. <http://ngeo.fxyz.ru/> - Начертательная геометрия
5. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.
6. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».