

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

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»
для студентов направления подготовки /специальности

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь, 2026

Оглавление

Введение

Лабораторная работа № 1. Шрифты. Типы линий. Титульный лист.

Лабораторная работа № 2. Построение комплексного чертежа точки.

Построение наглядного изображения точки по координатам. Построение точки симметричной заданной.

Лабораторная работа № 3. Построение прямой в пространстве и ее наглядного изображения. Следы прямой. Натуральная величина прямой.

Взаимное расположение прямых в пространстве (параллельные, пересекающиеся, скрещивающиеся).

Лабораторная работа № 4. Пересечение двух плоскостей. Пересечение прямой и плоскости. Построение параллельных плоскостей. Определение расстояния от точки до плоскости.

Лабораторная работа № 5. Способ перемены плоскостей проекций. Способ плоско-параллельного перемещения. Способ вращения вокруг проецирующей оси. Способ вращения вокруг горизонтали. Способ вращения вокруг следа плоскости.

Лабораторная работа № 6. Пересечение многогранников плоскостью.

Пересечение многогранников прямой. Взаимное пересечение многогранников.

Приложение А

Приложение Б

Введение

Дисциплина «Начертательная геометрия» 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_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода.

ИД-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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.

Дисциплина «Начертательная геометрия» состоит из 2-х разделов. Практические занятия по разделу «Начертательная геометрия» проводятся во 2-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 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.

Решение задач и задания выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420). Площадь, занятая построениями, должна составлять 75%. Все построения проводятся с возможно большей точностью и аккуратностью в карандаше (марки ТМ и М). На эюре (чертеже) должны быть сохранены вспомогательные линии построений, выполненные сплошными тонкими линиями. Все надписи должны выполняться стандартным шрифтом размером 3,5; 5 и 7 в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

Студент выполняет все задания по индивидуальному варианту, определенному преподавателем.

Лабораторная работа №1. Шрифты. Типы линий. Титульный лист

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

Формируемые компетенции или их части:

ИД-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода.

ИД-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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; 14; 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.

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 1.2). Поле чертежа, на котором размещают изображения детали, геометрические построения или текст, ограничивают рамкой, выполненной сплошной толстой основной линией. Рамку проводят на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой сторон формата и на расстоянии 20 мм левой стороны. Поле шириной 20 мм предназначено для подшивки чертежей.

Рисунок 1.1–Шрифт типа Б с наклоном 75°



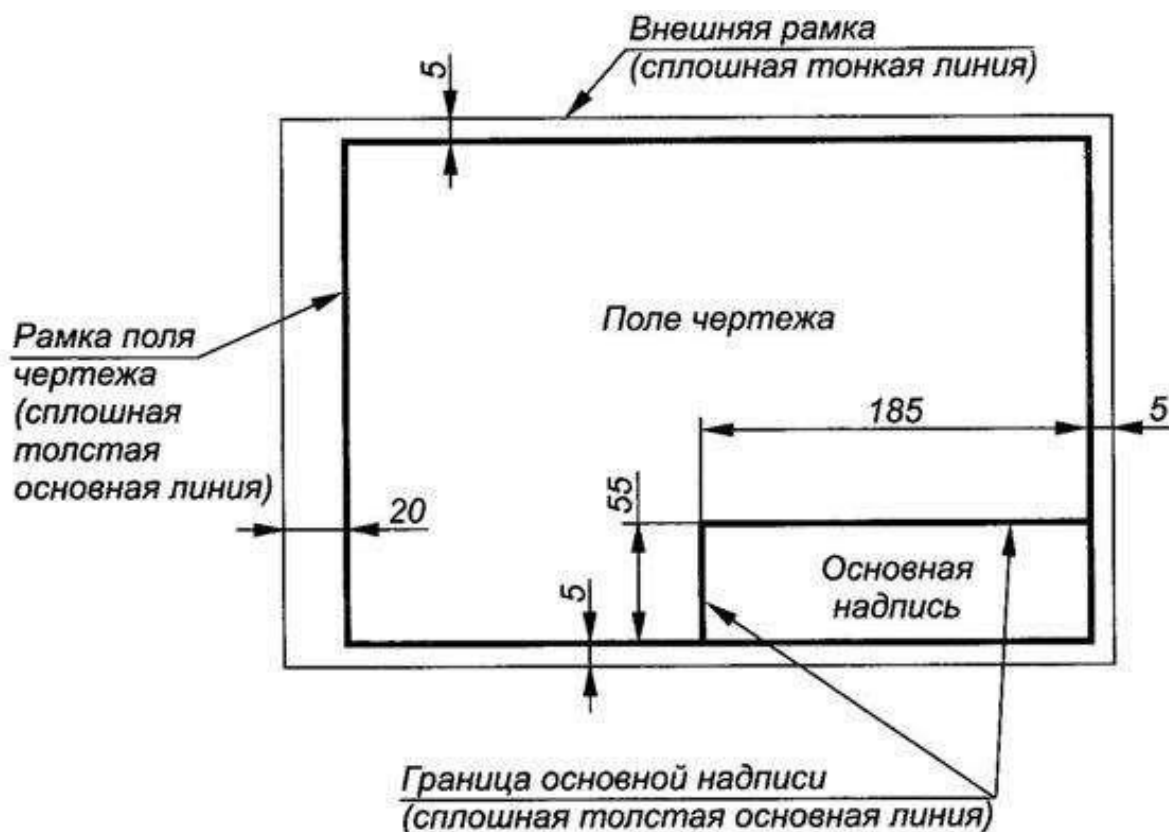


Рисунок 1.2 – Образование формата чертежа

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

Таблица 1.1 – Основные форматы

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

В правом нижнем углу формата располагается основная надпись по форме 1, а над ней, если необходимо, указываются технические требования. Для всех чертежей и схем ГОСТ 2.104–68 устанавливает единую форму, размеры и порядок оформления основной надписи. Размеры и форма основной надписи представлена на рисунке 1.3.

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

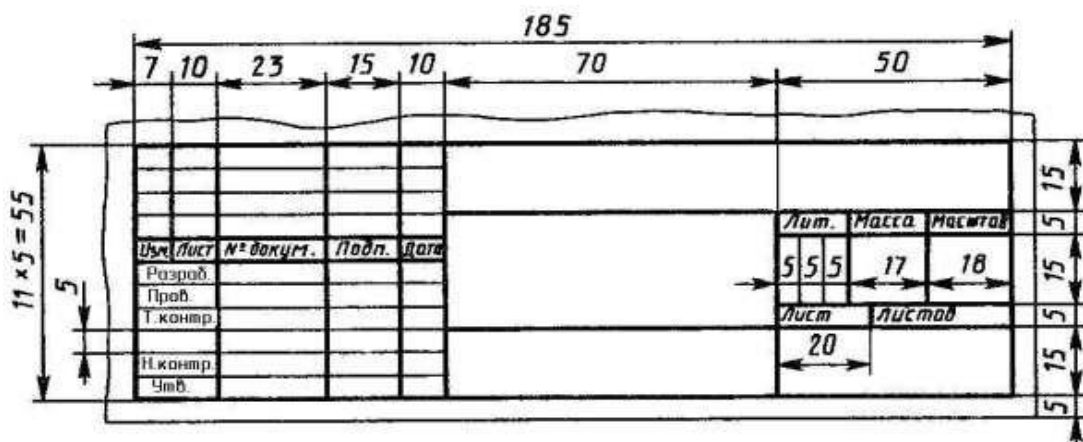
Масштабы. Масштабом называется отношение линейных размеров изделия на чертеже к его действительным линейным размерам.

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 на чертежах применяют различные типы линий, начертание, толщина, наименование и назначение которых устанавливает ГОСТ 2.303–68 (таблица 1.2).

Таблица 1.2—Линии чертежа

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

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

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

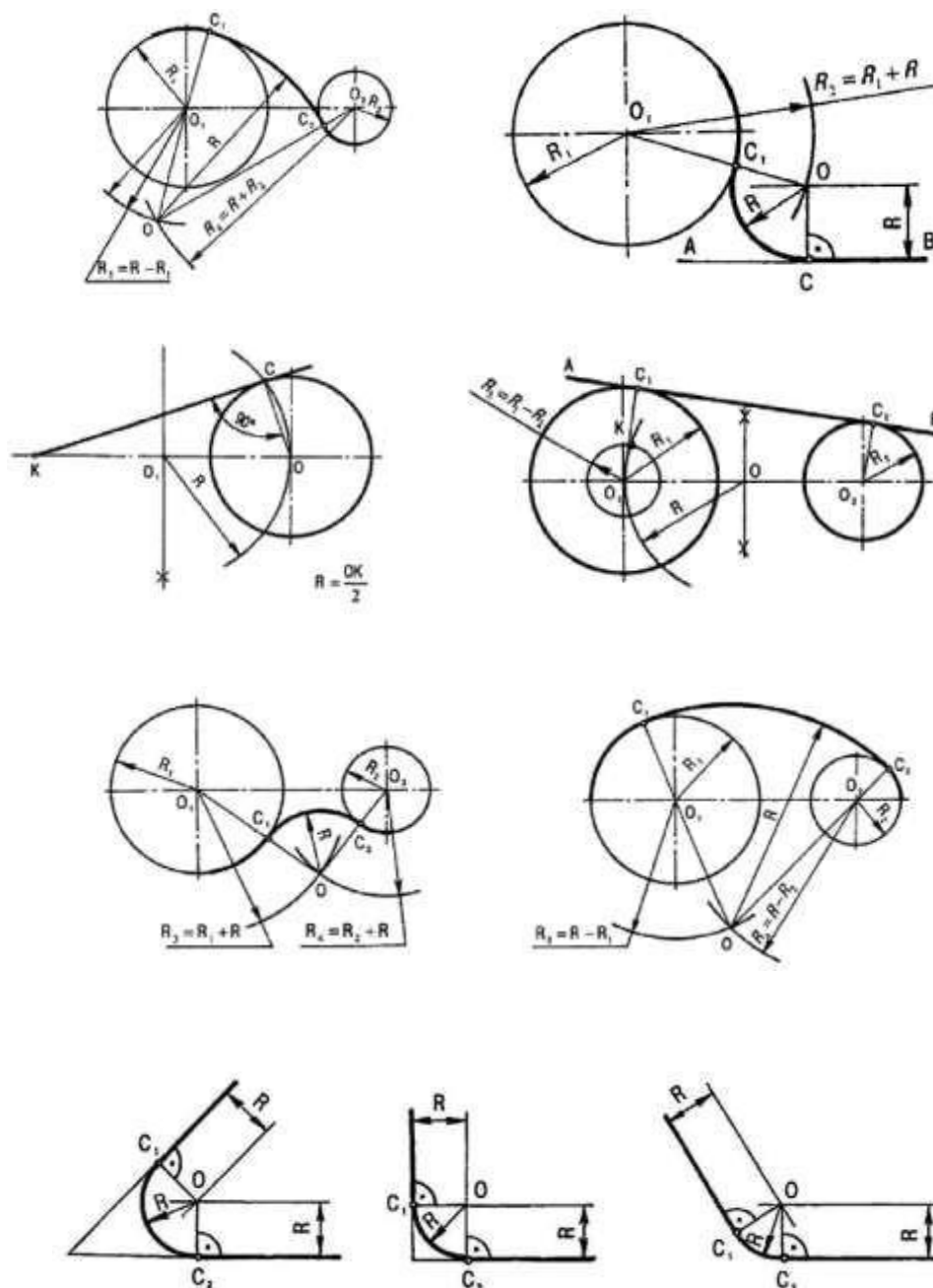


Рисунок 1.4–Виды сопряжений

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

При сопряжении прямой линии и любой дуги (окружности или лекальной) центр дуги сопряжения O должен лежать на перпендикуляре к прямой, восстановленном из точки сопряжения C (рисунке 4 а).

При сопряжении любых двух дуг центры этих дуг O_1 и O должны лежать на прямой, проходящей через точку сопряжения C_1 перпендикулярно общей касательной этих дуг (рисунок 4 ж)

Как видно из сказанного, при выполнении сопряжений следует различать три элемента:

- а) C – точку сопряжения (точка касания двух сопрягаемых линий);
- б) O – центр дуги сопряжения (точка, равноудаленная от сопрягаемых линий); в) R – радиус дуги сопряжения.

Для построения заданного сопряжения должен быть известен один из этих элементов

– радиус или точка сопряжения; два других элемента определяются графически, построением.

Примеры построения различного вида сопряжений приведены на рисунке 1.4.

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для

пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

Выполнить титульный лист, используя образец шрифта на рисунке 1.1.

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

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

На формате А3 выполнить чертеж типов линий и над основной надписью выполнить чертеж плоской детали. Построить необходимые сопряжения. Нанести размеры в соответствии с ГОСТ 2.307–68. Начертание букв, цифр и знаков должно соответствовать ГОСТ 2.304–81. Вариант задания назначается преподавателем. Данные своего варианта взять в Приложении А, таблица 1 по варианту.

СКФУ

Кафедра технологии машиностроения и техносферной безопасности

АЛББОМ ЧЕРТЕЖЕЙ

За 1 семестр

Студента 1 курса группы КТМ-о-б-181

Иванова Ивана

Ставрополь 2022–2023-уч.год

шрифт14всетке

шрифт10

шрифт20всетке

шрифт10

шрифт10

шрифт14всетке

шрифт7

Содержание отчета

Выполненная работа должна быть представлена на листе формата А3, согласно предъявленным требованиям. Образец выполнения работы представлен в Приложении Б, рисунок 1, 2.

Контрольные вопросы

Что такое шрифт?

Назовите основные форматы и их размеры.

Назовите стандартные масштабы.

С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?

Чем определяется номер шрифта?

Какой шрифт используется в машиностроительных чертежах?

Что называется сопряжением?

На чем основано построение сопряжения?

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».

Лабораторная работа №2. Построение комплексного чертежа точки. Построение наглядного изображения точки по координатам. Построение точки симметричной заданной.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Формируемые компетенции или их части:

ИД-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода.

ИД-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическая часть

Три взаимно-перпендикулярные плоскости проекций делят пространство на 8 октантов (рисунок 2.1).

$X_A = O_{AX}$ - абсцисса точки А, или ширина точки А, или расстояние точки А от плоскости ПЗ.

$Y_A = O_{AY}$ - ордината точки А, или глубина точки А, или расстояние точки А от плоскости П2.

$Z_A = O_{AZ}$ - аппликата точки А, или высота точки А, или расстояние точки А от плоскости П1

Знаки координат точек, расположенных в различных октантах, приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Знаки координат точек по октантам

Октанты	1	2	3	4	5	6	7	8
координаты								
X	+	+	+	+	-	-	-	-
Y	+	-	-	+	+	-	-	+
Z	+	+	-	-	+	+	-	-

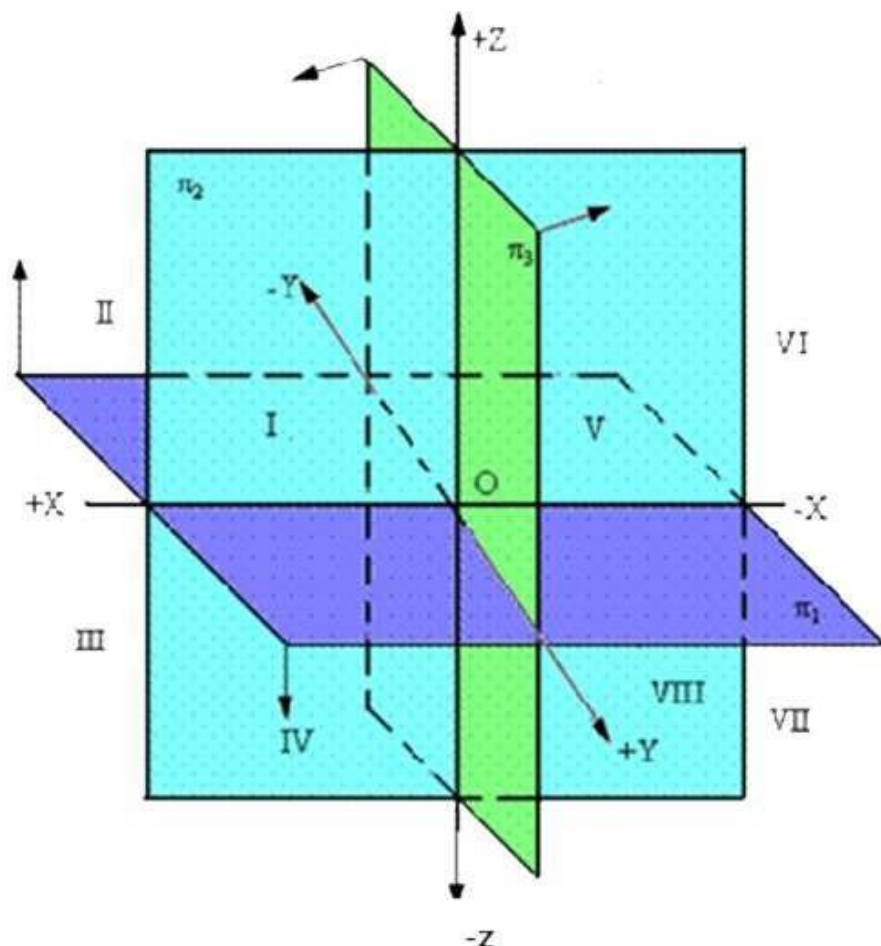


Рисунок 2.1 – Октанты пространства

Точки, расположенные в левых октантах - 1, 2, 3, 4 - имеют положительные абсциссы, в правых октантах - 5, 6, 7, 8 - отрицательные абсциссы, в передних октантах - 1, 5, 8, 4 - положительные ординаты, в задних октантах - 2, 6, 7, 3 - отрицательные ординаты, в верхних октантах - 1, 2, 6, 5 - положительные аппликаты, в нижних октантах - 4, 3, 7, 8 - отрицательные аппликаты.

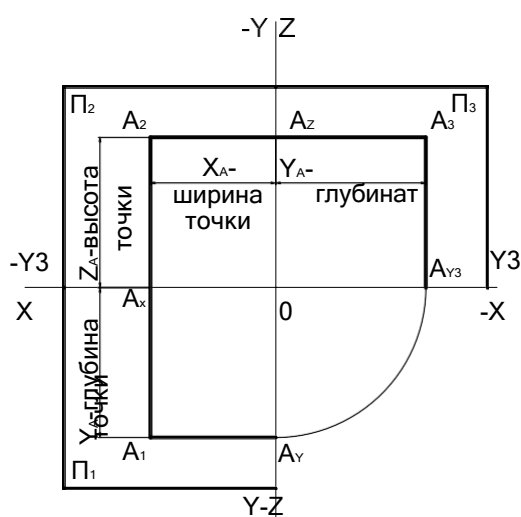


Рисунок 2.2 – Эпюр точки А с указанием координат

Построим аксонометрическое изображение точки A в первом октанте по произвольным положительным координатам X_A , Y_A , Z_A . (рисунок 2.1). Сначала строим оригинал точки A по этим координатам в системе P_2 P . Откладываем 1 отрезок $OX_x = X_A$ по оси абсцисс, затем $A_x A_2 = Z_A$ параллельно оси Z . Из полученных точек A_1 и A_2 восстанавливаем перпендикуляры $A_1 A \perp P_1$, $A_2 A \perp P_2$. Построим комплексный чертеж (эпюр) точки A (рисунок 2.2). При совмещении плоскости проекций P_1 с P_2 линия связи $A_1 A_2$ будет перпендикулярна оси X , т. е. фронтальная и горизонтальная проекции точки A расположатся на одной прямой, перпендикулярной к оси X .

При совмещении плоскости проекций P_3 с P_2 линия связи $A_2 A_3$ будет перпендикулярной к оси Z , т. е. фронтальная и профильная проекции точки A расположатся на одной прямой, перпендикулярной к оси Z .

Оси абсцисс и аппликата на чертеже располагаются так же, как и на плоскости P_2 оригинала точки A , а ось ординат на комплексном чертеже указывается дважды (рисунок 2.2).

Построение проекций точки A на комплексном чертеже начинают с построения фронтальной проекции A_2 точки A , т. к. расположение фронтальной проекции точки A на плоскости P_2 на оригинале и чертеже будет всегда одинаковым.

Для этого откладываем абсциссу точки A — $O A_x$, затем проводим линию связи и на ней откладываем отрезки, равные высоте и глубине точки A . Если точка A находится над плоскостью P_1 , высота точки A — положительна и A_2 — фронтальная проекция точки A будет располагаться над осью X .

При отрицательной высоте точки A фронтальная проекция ее будет располагаться под осью X . Если точка A находится перед плоскостью P_2 , то глубина точки A будет положительна и A_1 — горизонтальная проекция ее — будет располагаться под осью X . При отрицательной глубине точки A горизонтальная проекция ее будет располагаться над осью X .

Профильную проекцию A_3 точки A строим по двум проекциям: фронтальной и горизонтальной. Помня, что фронтальная и профильная

проекции точки A лежат на одной линии связи, перпендикулярной оси Z , откладываем от точки A_2 отрезок, равный глубине точки A , учитывая знак ее ординаты ($A_2A_3 = A_x A_1$). Окончательный вид комплексного чертежа (эпюра) показан на рисунке 2.3.

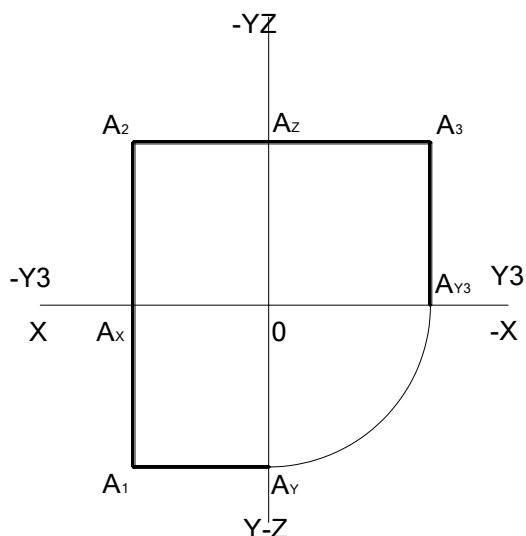


Рисунок 2.3 – Эпюр точки A в окончательном виде

Профильную проекцию можно также построить при помощи постоянной линии чертежа (постоянная Монжа), которая проводится под углом 45° к оси X_1X_2 через начало координат.

По двум любым проекциям точки всегда можно построить третью проекцию данной точки при соблюдении расположения линий связи между заданными проекциями точки $A_2A_1 \perp X$, $A_2A_3 \perp Z$.

Пример. Дана точка $C(60;15;28)$. Построить эпюр точки E , симметричной точке C , относительно профильной плоскости проекций (рисунок 2.4).

Решение. Точка C в первом октанте. Строим её эпюр. Откладываем на положительной оси OX отрезок OC_x длиной 60 мм (x) и проводя через точку C_x прямую перпендикулярно оси OX , откладываем на ней отрезки вниз C_xC_1 длиной 15 мм (y) и вверх C_xC_2 длиной 28 мм (z). Затем проводим через точку C_2 прямую перпендикулярно оси OZ и откладываем вправо отрезок C_2C_3 длиной 28 мм (y).

Точка E , симметричная данной точке относительно профильной плоскости проекций, находится в пятом октанте, т.е. $E(-60, 15, 28)$. Откладываем на отрицательной оси OX отрезок OE_x длиной 60 мм (x) и

проведя через точку E_x прямую перпендикулярно оси OX , откладываем на ней отрезки вниз E_xE_1 длиной 15 мм (y) и находим профильную проекцию (E_3) точки E , которая совпадает с профильной проекцией точки C .

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

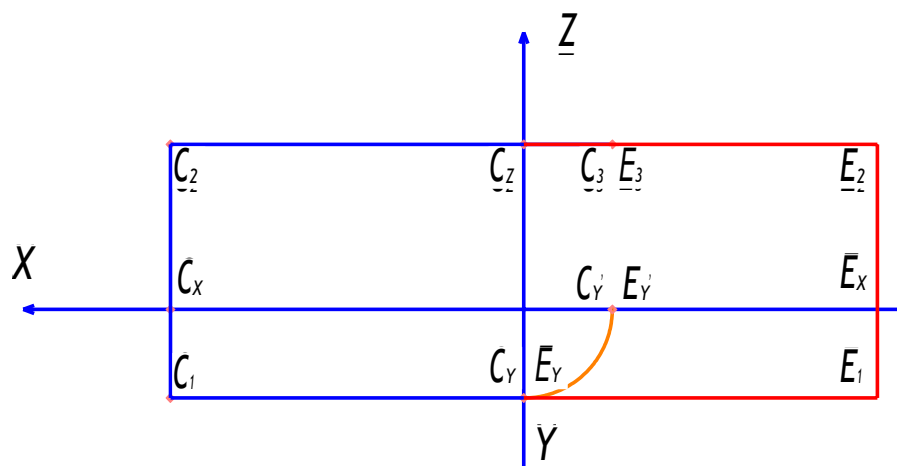


Рисунок 2.4–Эпюр симметричных точек

Задания

На формате А3 выполнить решения задач:

Задача 2.1. Построить три проекции и аксонометрическое (наглядное) изображение точек А и В по их координатам, представленным в Приложении А, таблица 2, и указать октанты расположения этих точек в пространстве.

Задача 2.2. Построить три проекции и наглядное изображение точки Д по заданным двум координатам и третьей координате, соответствующей условию $Z = Y - 30$. Данные для задачи взять в Приложении А, таблица 2.

Задача 2.3. По данным таблицы 2, Приложения А определить: какая из трех точек (А, В или С) расположена левее всех, выше всех и ближе всех по отношению к наблюдателю, находящемуся в первом октанте.

Задача 2.4. Построить три проекции и наглядное изображение точки С (координаты взять из в Приложения А, таблица 2) и точки Е симметричной ей относительно указанного в Приложении А, таблица 3 элемента.

Содержание отчета

Выполненная работа должна быть представлена на листах формата А3, согласно предъявленным требованиям. Образец выполнения работы представлен в Приложении Б, рисунок 3.

Контрольные вопросы.

Что называют постоянной Монжа на эпюре?

Что такое октант пространства?

Каким правилом следует руководствоваться при переносе точек с оси

Y1 на ось Y3?

Какие знаки имеют координаты точек, расположенных во 2 и 8 октантах?

Как восстановить положение пространственной точки по ее проекциям?

Сколько проекций точки определяют ее пространственное положение?

Что такое ширина, глубина и высота точки?

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».

Лабораторная работа № 3. Построение прямой в пространстве и ее наглядного изображения. Следы прямой. Натуральная величина прямой. Взаимное расположение прямых в пространстве (параллельные, пересекающиеся, скрещивающиеся)

Цель: развитие пространственного представления и воображения.
Формируемые компетенции или их части:

ИД-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода.

ИД-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическая часть

Классификация прямых

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 3.1).

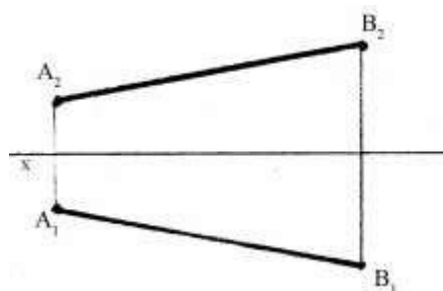


Рисунок 3.1 – Прямая общего положения

Прямые частного положения делятся на проецирующие и уровня.

Проецирующие прямые перпендикулярны к одной из плоскостей проекций (рисунок 3.2).

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 3.3). Если же проекция A_2B_2 совпадает с осью X , то отрезок AB расположен в плоскости Π_1 .

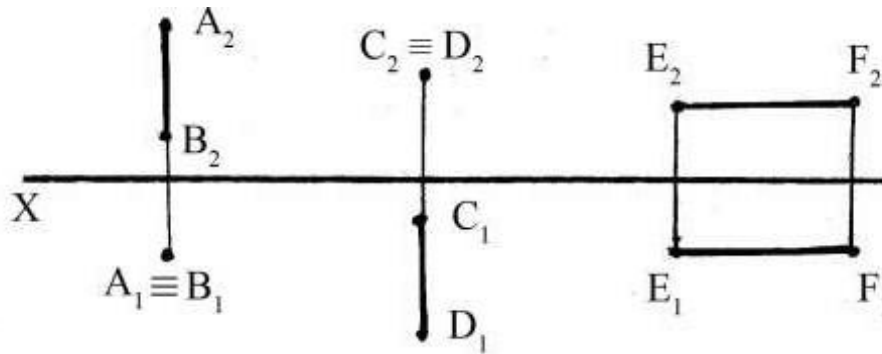


Рисунок 3.2-Прямые частного положения

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 3.4). Если же проекция C_1D_1 совпадает с осью X , то отрезок CD расположен в плоскости Π_2 .

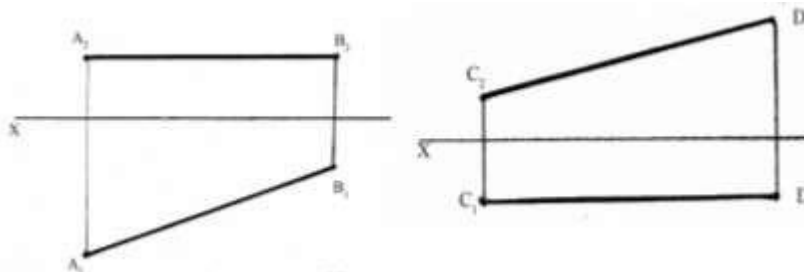


Рисунок 3.3- Горизонталь Рисунок 3.4 -Фронталь

Взаимное положение двух прямых

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

Если прямые в пространстве параллельны, то на эпюре их одноименные проекции параллельны (рисунок 3.5).

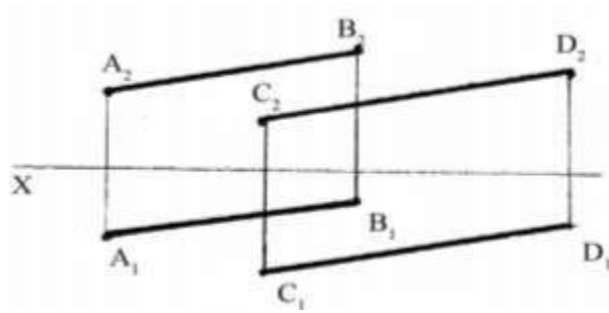


Рисунок 3.5 – Эпюр параллельных прямых

Если прямые в пространстве пересекаются, то на эпюре их одноименные проекции пересекаются и проекции точки пересечения K располагаются на одной вертикальной линии связи (рисунок 3.6).

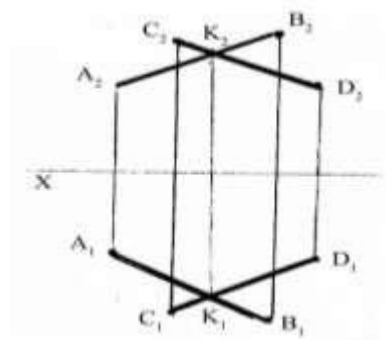


Рисунок 3.6 – Эпюр пересекающихся прямых

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 3.7 точка 2 расположена выше точки 1.

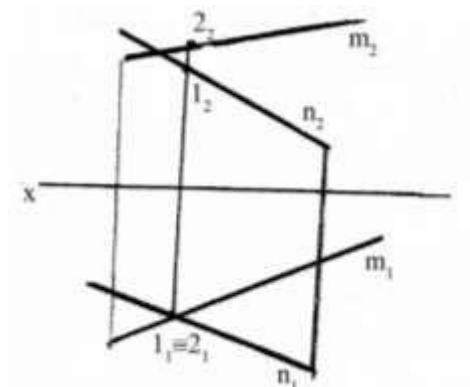


Рисунок 3.7 – Эпюр скрещивающихся прямых

Натуральная величина отрезка общего положения (НВ)

Натуральная величина отрезка равна гипотенузе прямоугольного треугольника, у которого один катет является одной из проекций, а другой равен разности координат другой проекции (рисунок 3.8).

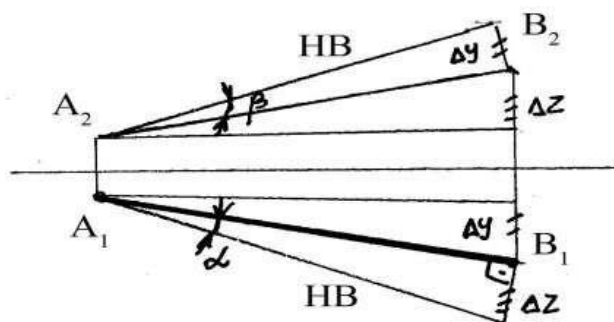


Рисунок 3.8 – Метод прямого треугольника

Следы прямой

Следами прямой называются точки пересечения прямой с плоскостями проекций. М-горизонтальный след, N-фронтальный след, Р - профильный след (рисунок 3.9). Следы всегда совпадают со своими одноименными проекциями, так как это точки, принадлежащие плоскостям проекций.

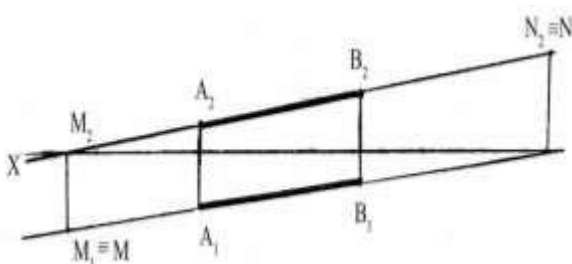


Рисунок 3.9 – Нахождение следов прямой

Пример. Определить натуральную величину отрезка прямой АВ (рисунок 3.10).

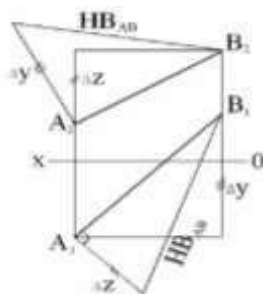


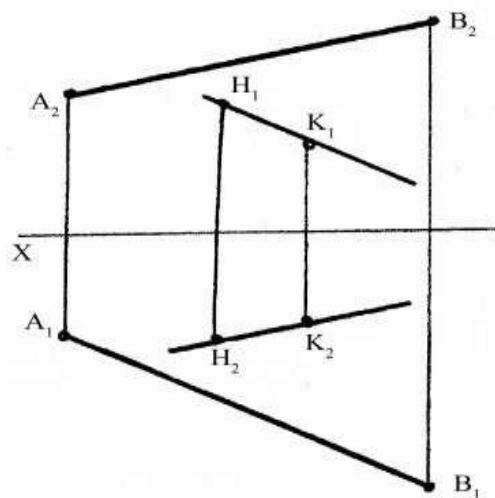
Рисунок 3.10 – Определение натуральной величины отрезка АВ

Решение. Строим прямоугольный треугольник по двум катетам. За один катет принимаем горизонтальную проекцию отрезка A_1B_1 , за другой катет-отрезок, длина которого равна Dz . Гипотенуза этого прямоугольного треугольника выражает натуральную величину отрезка ($H_{B_{AB}}$). Тот же результат получится, если построить прямоугольный треугольник на фронтальной проекции A_2B_2 .

Пример. Даны прямая AB и точка K . Провести через точку K прямую параллельную прямой AB (рисунок 3.11).

Решение. Проекции искомой прямой должны проходить через одноименные проекции точки K . 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 .

Рисунок 3.11 – Параллельность двух прямых



Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

На форматах А3 выполнить решения задач:

Задача 3.1. Построить три проекции и наглядное изображение отрезка прямой АВ, заданного координатами точек (Приложение А, таблица 4).

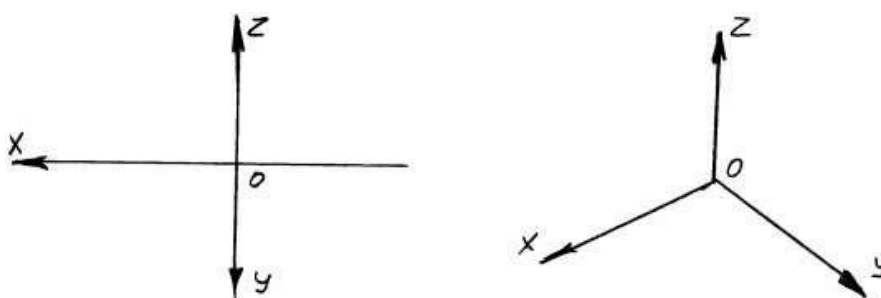


таблица 4).

Задача 3.2. Определить проекции точки F, принадлежащей прямой ВС и удаленной от точки С на расстояние 30 мм. (Приложение А, таблица 4).

Задача 3.3. Построить три проекции и наглядное изображение прямых АВ и CD. Выяснить их взаимное положение (Приложение А, таблица 4).

Задача 3.4. Через точку А провести прямую, параллельную прямой ВС (Приложение А, таблица 4).

Задача 3.5. Определить натуральную величину и углы наклона отрезка прямой СБ к плоскостям проекций Π_1, Π_2 (Приложение А, таблица 4).

Задача 3.6. Определить следы прямой ВС и через точку А провести прямую параллельную прямой ВС (Приложение А, таблица 4).

Задача 3.7. Определить на прямой АВ (Приложение А, таблица 4) точку К, для которой соотношение указано в Приложении А, таблица 5.

Содержание отчета

Выполненная работа должна быть представлена на листах формата А3, согласно предъявленным требованиям. Образец выполнения работы представлен в Приложении Б, рисунок 4, 5.

Контрольные вопросы.

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?

Какие точки называют следами прямой?

Сформулируйте правило прямоугольного треугольника для определения натуральной величины отрезка.

Как находятся следы прямой?

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».

.

**Лабораторная работа № 4, 5. Пересечение двух плоскостей.
Пересечение прямой и плоскости. Построение параллельных
плоскостей. Определение расстояния от точки до плоскости.**

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Формируемые компетенции или их части:

ИД-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода.

ИД-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическая часть

Пересечение двух плоскостей.

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 П1.

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 П2.

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

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 эюре (рисунок 4.1,б) одноименные проекции этих точек, получим проекции линии пересечения плоскостей.

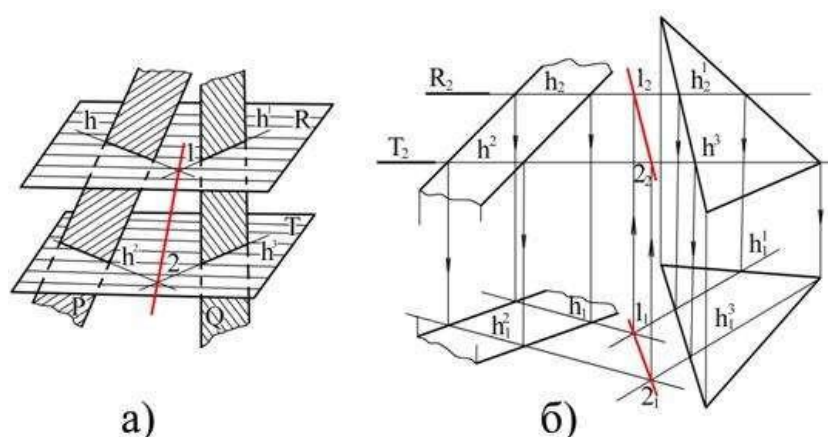


Рисунок 4.1 – Пересечение двух плоскостей общего положения

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 .

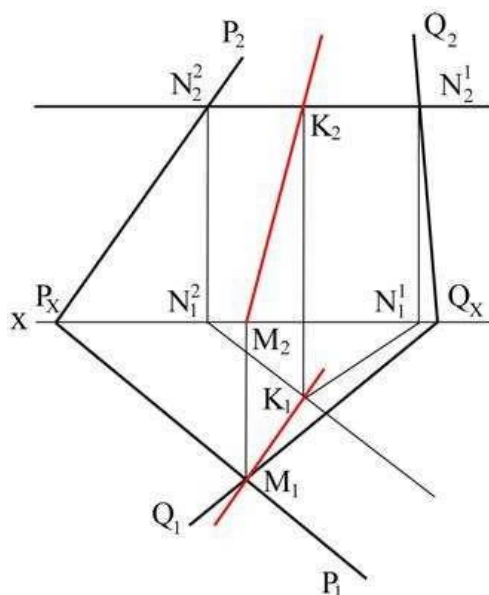


Рисунок 4.2 – Построение прямой пересечения плоскостей P и Q

Пересечение прямой и плоскости.

Для того чтобы найти точку пересечения прямой с плоскостью следует выполнить следующие построения (рисунок 4.3).

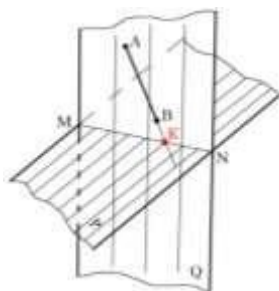


Рисунок 4.3 – Пересечение прямой AB с плоскостью P

1. заданную прямую АВ заключают во вспомогательную плоскость частного положения Q (лучше в проецирующую);
2. находят прямую MN пересечения плоскостей – заданной Р и вспомогательной Q;
3. 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 4.4 показано построение точки пересечения прямой АВ с плоскостью общего положения Р.

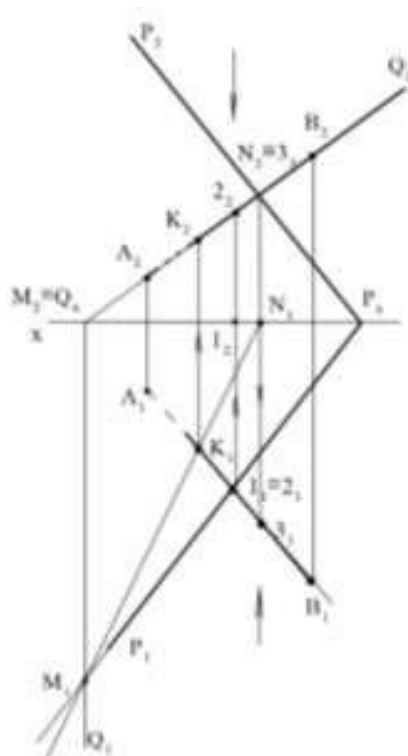


Рисунок 4.4 – Построения точки пересечения

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.

Параллельность прямой и плоскости, плоскостей.

Прямая и плоскость параллельны, если в плоскости можно провести прямую, параллельную заданной прямой (рисунок 4.5).

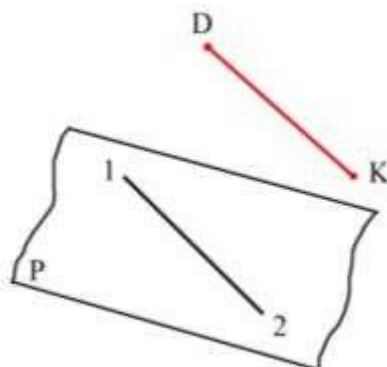


Рисунок 4.5 – Параллельность прямой и плоскости. Параллельность плоскостей можно проверить и при помощи произвольных прямых.

Пример. Построить горизонтальную проекцию прямой DK, которая параллельна плоскости треугольника ABC (рисунок 4.6).

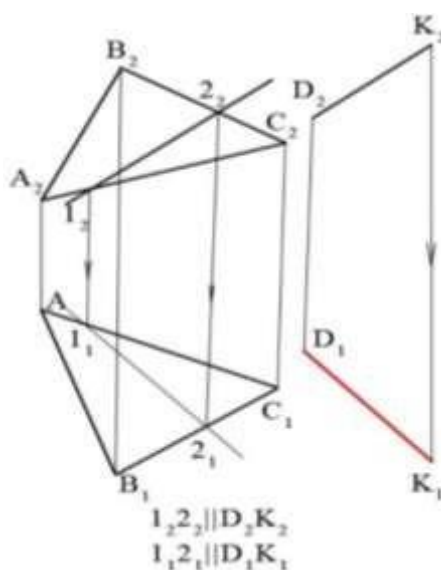


Рисунок 4.6 - Построение параллельной прямой

Решение. Используя известное направление фронтальной проекции прямой DK, строят в плоскости треугольника прямую l_{22} , параллельную заданной D_2K_2 . По линиям связи достраивают горизонтальную проекцию l_{11} и параллельно ей проводят искомую проекцию D_1K_1 .

Перпендикулярность плоскостей

Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум

пересекающимся прямым, принадлежащим этой плоскости (рисунок 4.7).

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 4.7 проекции перпендикуляра из точек D_1 и D_2 проведены под прямыми углами к следам плоскости P .

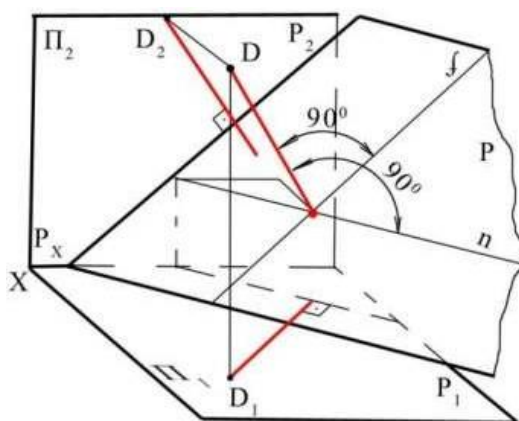


Рисунок 4.7 – Перпендикуляр к плоскости

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 4.8)

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.

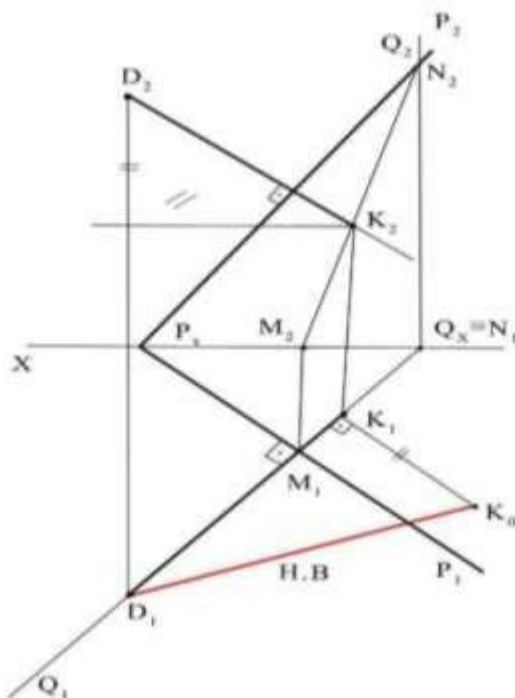


Рисунок 4.8 – Расстояние от точки до плоскости

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

На форматах А3 выполнить решения задач:

Задача 4.1. Построить линию пересечения треугольника ABC с плоскостью общего положения P. Определить видимость плоскостей (данные из Приложения А, таблица 6)

Задача 4.2. По заданным координатам найти точку пересечения прямой АВ с плоскостью общего положения P. Определить видимость прямой. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 4.3. По заданным координатам, построить горизонтальную проекцию прямой DK, параллельной плоскости треугольника ABC. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 4.4. Даны прямые АВ и CD. Провести через прямую АВ плоскость, параллельную прямой CD. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 4.5. Через точку А провести плоскость R, параллельную плоскости треугольника DBC, и задать ее следами. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 4.6. Определить расстояние от точки А до плоскости общего положения P, заданной следами. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 4.7. Построить следы плоскости Т, проходящей через точку С перпендикулярно прямой АВ. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 4.8. Определить недостающую проекцию точки К, отстоящей от плоскости треугольника АВС на расстоянии 30 мм. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 4.9. В плоскости Р построить прямую, равноудаленную от точек А и В. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 6.

Содержание отчета

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

Контрольные вопросы.

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?

Как определяется видимость прямой?

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

Как проверить на эпюре, параллельны ли заданные плоскости?

Как проверить на эпюре, параллельны ли прямая и плоскость?

Как провести через точку плоскость, параллельную заданной плоскости?

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?

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».

Лабораторная работа № 6. Способ перемены плоскостей проекций. Способ плоско-параллельного перемещения. Способ вращения вокруг проецирующей оси. Способ вращения вокруг горизонтали. Способ вращения вокруг следа плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Формируемые компетенции или их части:

ИД-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода.

ИД-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Теоретическая часть

Способ перемены плоскостей проекций.

Сущность этого способа преобразования эюра 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 П2 сохраняются координаты Z объекта, а при замене горизонтальной плоскости П1 сохраняются координаты Y. Новые плоскости проекций П4, П5 и П6, П7 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 П4 должна быть преобразована в прямую уровня, а второй заменой плоскости П5 в проецирующую прямую; плоскость общего положения сначала преобразуется в проецирующую, а затем в плоскость уровня.

Пример Прямую CD преобразовать в проецирующую (рисунок 5.1).

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 $/$ и $//$) 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 5.1 показано преобразование прямой в горизонтально - проецирующую.

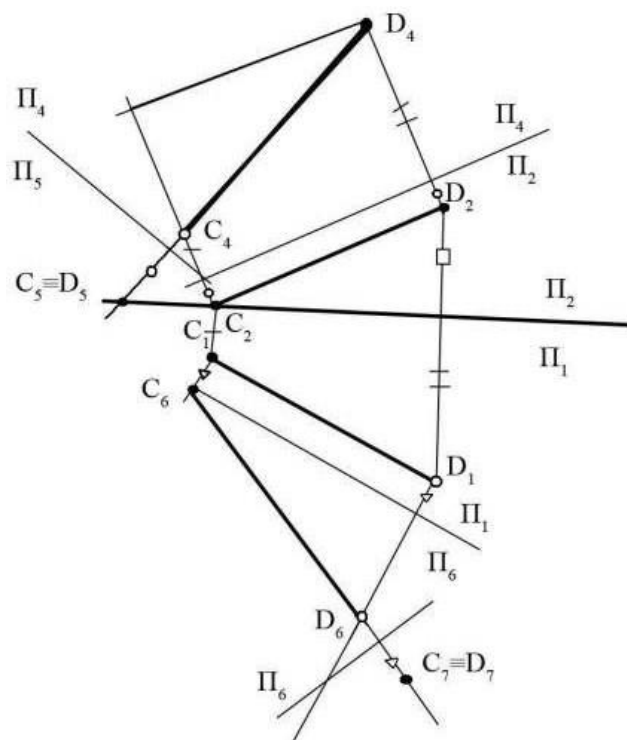


Рисунок 5.1 – Преобразования прямой

Пример. Преобразовать плоскость общего положения, заданную ΔABC , в проецирующую (рисунок 5.2).

Решение. Плоскость становится проецирующей, если ее главная линия

(фронталь или горизонталь) будет проецирующей. Поэтому, сначала проводим фронталь AE . Затем вводим дополнительную горизонтальную плоскость Π_4 перпендикулярно фронтали. Для этого проводим ось Π_2/Π_4 перпендикулярно фронтальной проекции фронтали A_2E_2 и по линиям связи переносим постоянные координаты Y (отрезки, отмеченные о 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 показано преобразование плоскости треугольника во фронтально-проецирующую.

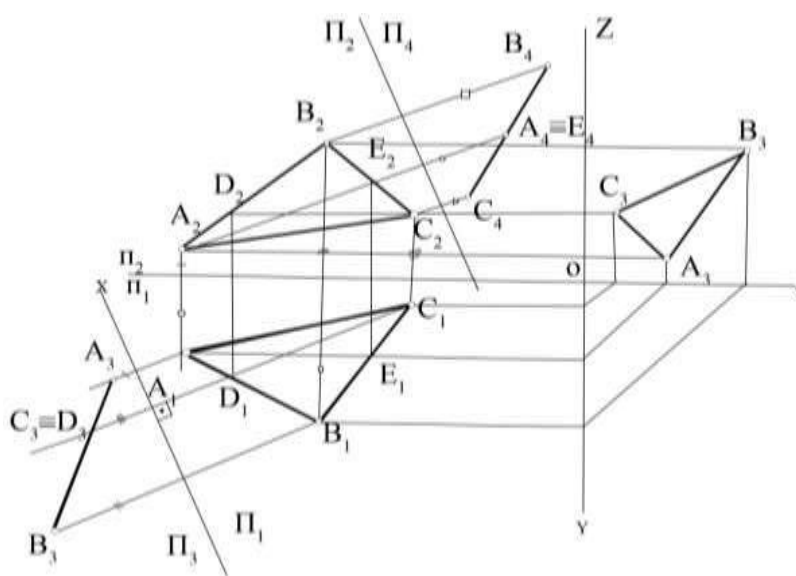


Рисунок 5.2 – Преобразования плоскости

Способ плоско-параллельного перемещения.

Плоскопараллельным перемещением называется такое перемещение, при котором все точки объекта движутся в плоскостях, параллельных одной из плоскостей проекций Π_1 или Π_2 .

Сущность этого способа преобразования эпюра состоит в следующем:

1) система плоскостей проекций Π_1 и Π_2 остается неизменной, а изменяется положение самого объекта; 2) при всяком перемещении точки A в плоскости P , параллельной плоскости проекций Π_1 , ее фронтальная проекция A_2 перемещается по фронтальному следу этой плоскости ($P \cap \Pi_2$); 3) при всяком перемещении объекта (прямой или треугольника), параллельно плоскости

проекций Π_1 , фронтальные проекции точек объекта (две или три) перемещаются по прямым параллельным оси X (т. е. в горизонтальных плоскостях); 4) вследствие этого наклон объекта к плоскости Π_1 не меняется и, поэтому, размер горизонтальной проекции остается неизменным, а размер фронтальной проекции непрерывно меняется; 5) неизменность проекции объекта на плоскости Π_1 в сочетании с направлениями перемещения точек объекта на плоскости Π_2 позволяет построить фронтальную проекцию объекта, переведенного из общего положения в частное. Для нахождения натуральной величины отрезка прямой необходимо одно перемещение, а для треугольника два.

Пример. Отрезок AB преобразовать в горизонтально-проецирующую прямую (рисунок 5.3).

Решение. Необходимо выполнить два перемещения.

На первом этапе отрезок AB общего положения преобразуем во фронталь при помощи горизонтальных плоскостей перемещения. Для этого располагаем в любом месте эпюра горизонтальную проекцию A_1B_1 параллельно оси X , не изменяя ее размера. А так как точки A и B расположены в горизонтальных плоскостях, то их фронтальные проекции A_2 и B_2 перемещаются параллельно оси X . В пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи определяем новые фронтальные проекции A_{22} и B_2 . Соединив их, получим натуральную величину фронтали (HV).

На втором этапе преобразуем в прямую перпендикулярную горизонтальной плоскости проекций Π_1 при помощи фронтальной плоскости перемещения. Для этого располагаем в любом месте эпюра фронтальную проекцию $A_{02}B_{02}$ перпендикулярно оси X , не изменяя ее размера. Находим горизонтальную проекцию $A_{01}B_{01}$ в виде точки.

месте эпюра новую горизонтальную проекцию A_1, B_1, C_1 равную $A_1B_1C_1$, так, чтобы горизонтальная проекция горизонтали C_1l_1 стала перпендикулярной плоскости Π_2 . Фронтальные проекции A_2, B_2, C_2 вершин треугольника будут перемещаться по горизонтальным прямым, которые являются следами горизонтальных плоскостей, в которых движутся эти точки. Их новые положения $\bar{A}_2, \bar{B}_2, \bar{C}_2$ находим в пересечении горизонтальных прямых с вертикальными линиями связи. Новая фронтальная проекция треугольника получается в виде прямой линии.

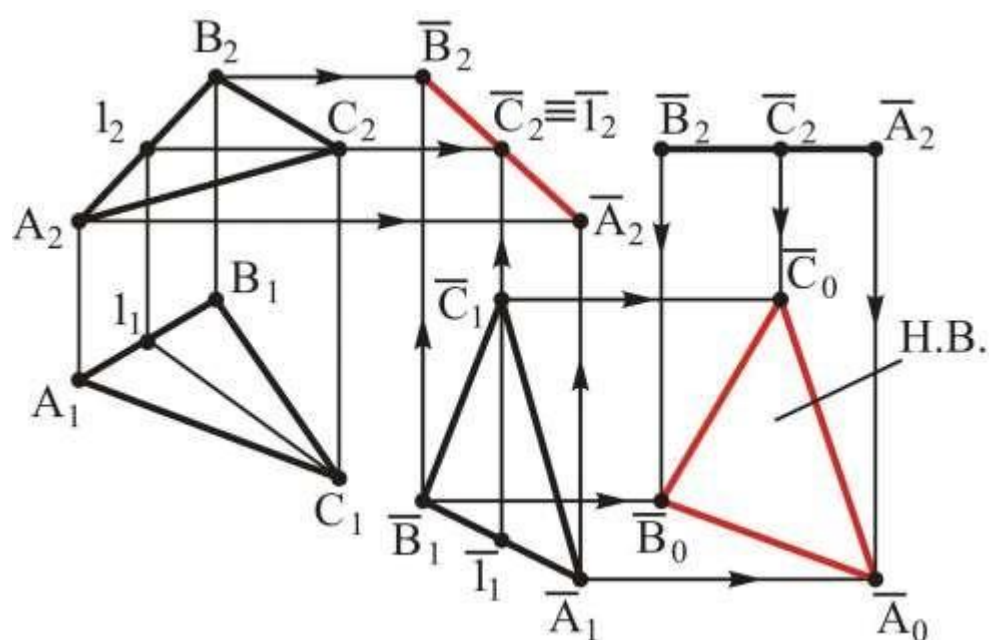


Рисунок 5.5 – Перемещение фигуры

На втором этапе перемещаем треугольник в положение, параллельное горизонтальной плоскости Π_1 , используя фронтальные плоскости перемещения. Для этого его фронтальную проекцию $A_2B_2C_2$ располагаем в любом месте горизонтально. Новые горизонтальные проекции A_0, B_0, C_0 вершин треугольника находим в пересечении горизонтальных прямых и вертикальных линий связи. Соединив их, получим натуральную величину треугольника.

Способ вращения вокруг проецирующей оси.

Сущность этого способа заключается в том, что плоскости проекций остаются неподвижными, а объект вращается вокруг неподвижной оси,

перпендикулярной одной из плоскостей проекций, сохраняя неизменным угол наклона к этой оси. При этом надо помнить, что при вращении объекта каждая его точка описывает окружность в плоскости, перпендикулярной к оси вращения.

На рисунке 5.6 показано вращение точки A вокруг оси $i \perp \Pi_1$ на угол γ по часовой стрелке. Горизонтальная проекция A_1 двигается по окружности с радиусом C_1A_1 , как и сама точка A , а фронтальная проекция A_2 перемещается по следу Γ_2 плоскости вращения Γ (т. е. параллельно оси X). Проведя вертикальную линию связи из точки A_1 до пересечения со следом Γ_2 , найдем новое положение фронтальной проекции A_2 . Если же ось вращения будет фронтально-проецирующей, то плоскость вращения точки будет параллельна фронтальной плоскости проекций.

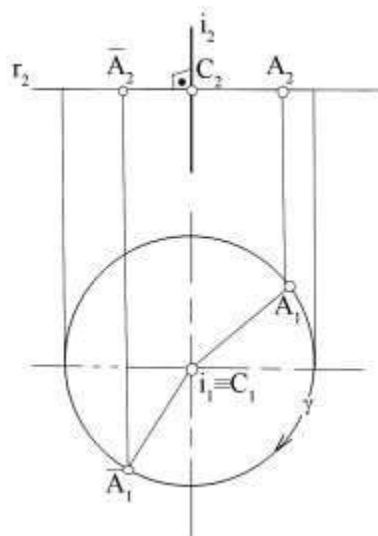


Рисунок 5.6 – Вращение точки

Пример. Прямую L повернуть на угол γ против часовой стрелки вокруг горизонтально-проецирующей оси i (рисунок 5.7).

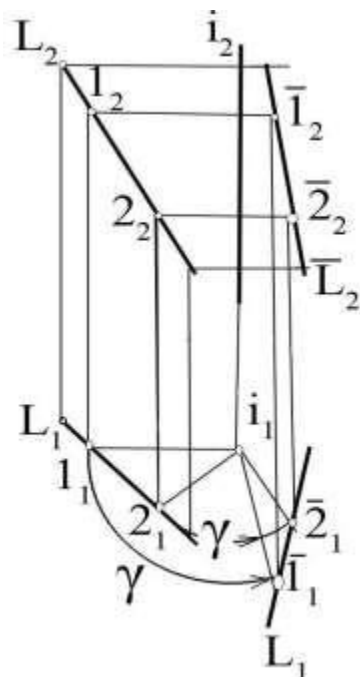


Рисунок 5.7 – Вращение прямой

Решение. Вращение прямой L вокруг проецирующей оси можно рассматривать как вращение двух точек этой прямой $1\ 2$ на один и тот же угол. Горизонтальные проекции этих точек 1_1 и 2_1 повернуты на угол γ вокруг центра i_1 , а фронтальные проекции 1_2 и 2_2 переместятся по горизонтальным линиям плоскостей вращения в новые положения 1_2 и 2_2 .

Пример. Построить эюр плоскости (ΔABC), повернутый вокруг фронтально- проецирующей оси I по часовой стрелке на угол φ (рисунок 5.8).

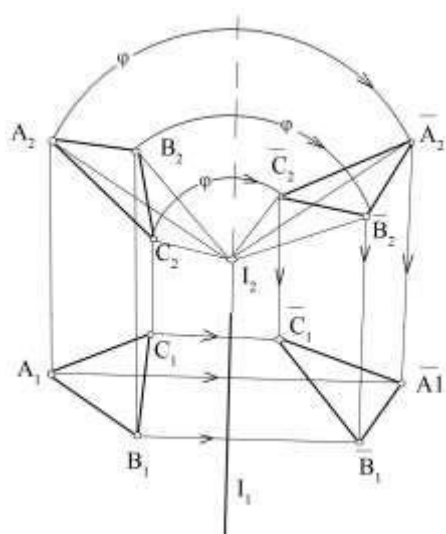


Рисунок 5.8 – Вращение плоскости

Решение. При вращении треугольника вокруг заданной оси размер его

фронтальной проекции не изменяется, т. е. $\Delta A_2 B_2 C_2 = \Delta' A_2' B_2' C_2$. Поэтому достаточно повернуть на угол φ две точки треугольника, а третью построить по трем сторонам. Горизонтальные проекции в новом положении A_1, C_1, B_1 находятся в пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи. Построения значительно упростятся, если ось вращения провести через одну из вершин ΔABC . Этот вариант показан в следующем примере.

Пример. Преобразовать плоскость ΔABC в горизонтальную плоскость уровня (рисунок 5.9).

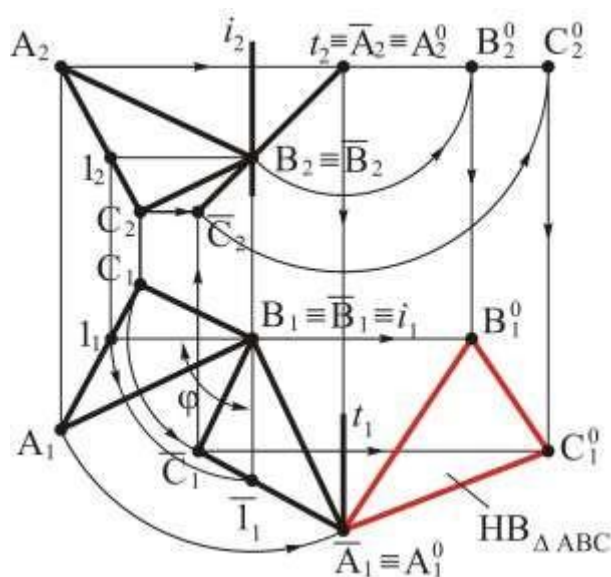


Рисунок 5.9 – Вращение треугольника

Решение. Необходимо выполнить два вращения. Сначала плоскость ΔABC привести в положение фронтально-проецирующей, а затем в плоскость уровня.

На первом этапе назначаем ось вращения i (i_1, i_2) через вершину B перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций Π_1 . Проводим в плоскости ΔABC горизонталь B_1 (B_{212}, B_{111}). Вращаем горизонталь вокруг оси на угол φ до положения B_{111} , перпендикулярного фронтальной плоскости проекций Π_2 . Строим новую горизонтальную проекцию треугольника из условия равенства: $\Delta A_1 B_1 C_1 = \Delta A_1 B_1 C_1$. В пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи (смотри стрелки) строим новую фронтальную проекцию треугольника, которая выразится прямой линией $C_2 B_2 A_2$. Плоскость треугольника ABC заняла положение фронтально-проецирующей.

На втором этапе назначаем ось вращения t (t_1, t_2) через вершину A перпендикулярно фронтальной плоскости проекций Π_2 . Вращаем фронтальную проекцию $C_2 B_2 A_2$, не изменяя ее размера, до положения $A_2^0 B_2^0 C_2^0$,

параллельного оси X . В пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи строим новую горизонтальную проекцию треугольника $A_1^\circ B_1^\circ C_1^\circ$, которая соответствует его натуральной величине (НВ). Плоскость треугольника ABC заняла положение горизонтальной. Способ вращения вокруг горизонтали. Способ вращения вокруг следа плоскости.

Оба способа применяются для нахождения натуральной величины отрезка прямой, плоской геометрической фигуры и плоских углов. Кроме того, способ совмещения используется для построения в плоскости общего положения фигуры заданной формы и размеров (подъем фигуры в пространство).

За ось вращения принимается произвольная горизонталь плоской фигуры или один из следов плоскости (нулевая горизонталь или нулевая фронталь). Каждая точка фигуры вращается в своей плоскости, перпендикулярной к горизонтали, по окружности с центром на оси вращения. Момент, когда фигура займет горизонтальное положение, определяется по натуральной величине радиуса вращения данной точки (метод прямоугольного треугольника). А при вращении фигуры вокруг горизонтального следа, совмещенное положение фронтального следа на плоскости проекций Π_1 находится по любой точке этого следа.

Пример. Вращением вокруг горизонтали установить треугольник ABC в положение параллельное плоскости проекций Π_1 (рисунок 5.10).

Решение. Проводим горизонталь через точку A (A_{212} , A_{111}). Из точек B_1 и C_1 опускаем перпендикуляры на горизонтальную проекцию горизонтали A_{111} . Эти перпендикуляры являются горизонтальными следами плоскостей вращения этих точек. Строим новую горизонтальную проекцию $A_0B_0C_0$. Точка A неподвижна, т. к. лежит на горизонтали, и поэтому ее горизонтальная проекция A_0 совпадает с A_1 . Теперь находим натуральную величину B_1O_0 радиуса вращения точки B методом прямоугольного треугольника (отмечена двумя черточками). Отложив ее от центра вращения O_1 по перпендикуляру найдем проекцию B_1 . Горизонтальная проекция C_0 определится в пересечении прямой B_011 с перпендикуляром из точки C_1 . Соединив точки A_0 , B_0 , C_0 , получим натуральную величину треугольника.

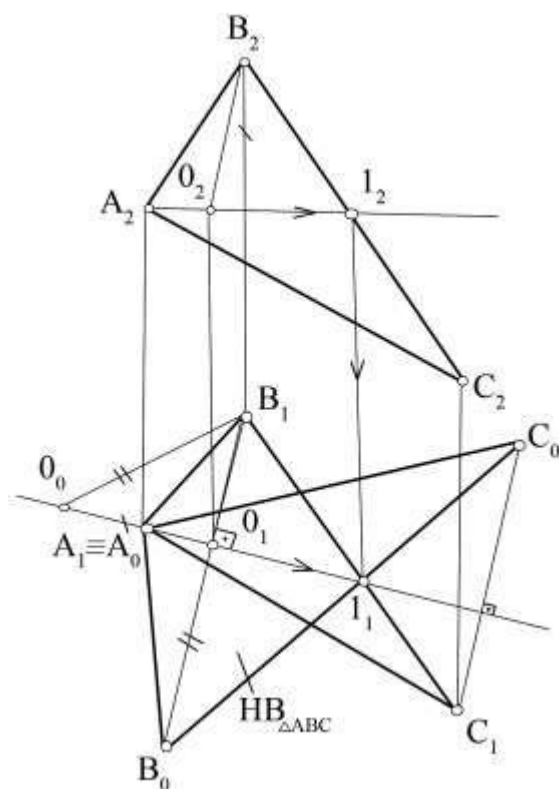


Рисунок 5.10 - Вращение вокруг горизонтали

Пример. Совместить прямую AB , лежащую в плоскости Q , с горизонтальной плоскостью проекций Π_1 (рисунок 5.11).

Решение. Совмещение является частным случаем вращения плоскости вокруг горизонтали. Каждая точка плоскости Q и прямой AB вращаются в плоскостях перпендикулярных горизонтальному следу Q_1 .

Сначала совмещаем фронтальный след Q_2 с плоскостью Π_1 . Для этого задаем произвольную точку $(11, 12)$ на следе Q_2 . Так как точка 1 лежит на нулевой фронтальной, то радиус вращения $Q_1 12$ является натуральной величиной. Этим радиусом описываем дугу, а из точки 11 опускаем перпендикуляр на след Q_1 . В пересечении этих линий находим совмещенное положение точки 12. Через точки Q_1 и 102 проводим совмещенный след Q_2 . Далее через точки A и B проводим горизонталь в плоскости Q , находим совмещенное положение точек 10, 20 и 22 проводим через них совмещенные горизонталь параллельно горизонтальному следу Q_1 . Опускаем из точек A_1 и B_1 перпендикуляры на след Q_1 до пересечения с совмещенными горизонталями в искомых точках A_2 и B_2 . Соединив их, получим совмещенное положение прямой $A_2 B_2$, т. е. натуральную величину.

На форматах А3 выполнить решения задач:

Задача 5.1. Прямую CD преобразовать в горизонтально-проецирующую.

Координаты точек С и D взять в Приложении А, таблица 7.

Задача 5.2. Прямую CD преобразовать во фронтально-проецирующую.

Координаты точек С и D взять в Приложении А, таблица 7.

Задача 5.3. Преобразовать плоскость ΔABC в горизонтально-проецирующую. Построить третью проекцию ΔABC . Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 8.

Задача 5.4. Преобразовать плоскость ΔABC во фронтально-проецирующую. Построить третью проекцию ΔABC . Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 8.

Задача 5.5. Определить натуральную величину треугольника ABC методом перемены плоскостей проекций. Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 8.

Задача 5.6. Преобразовать плоскость общего положения Р в горизонтально-проецирующую (следы Р2 и Р5 на рисунке 7.12). Углы наклона следов α и β плоскости Р взять в Приложении А, таблица 9.

Задача 5.7. Преобразовать плоскость общего положения Р во фронтально-проецирующую (следы Р1и Р4 на рисунке 7.12). Углы наклона следов α и β плоскости Р взять в Приложении А, таблица 9.

Задача 5.8. Определить натуральную величину отрезка АВ и углы наклона его к плоскостям проекций П1 и П2 (Приложение А, таблица 10).

Задача 5.9. Отрезок АВ переместить во фронтально-проецирующее положение (Приложение А, таблица 10).

Задача 5.10. Определить угол наклона плоскости Р, заданной следами, к фронтальной плоскости проекций П2 (Приложение А, таблица 11).

Задача 5.11. Определить угол наклона плоскости Р, заданной следами, к горизонтальной плоскости проекций П1 (Приложение А, таблица 11).

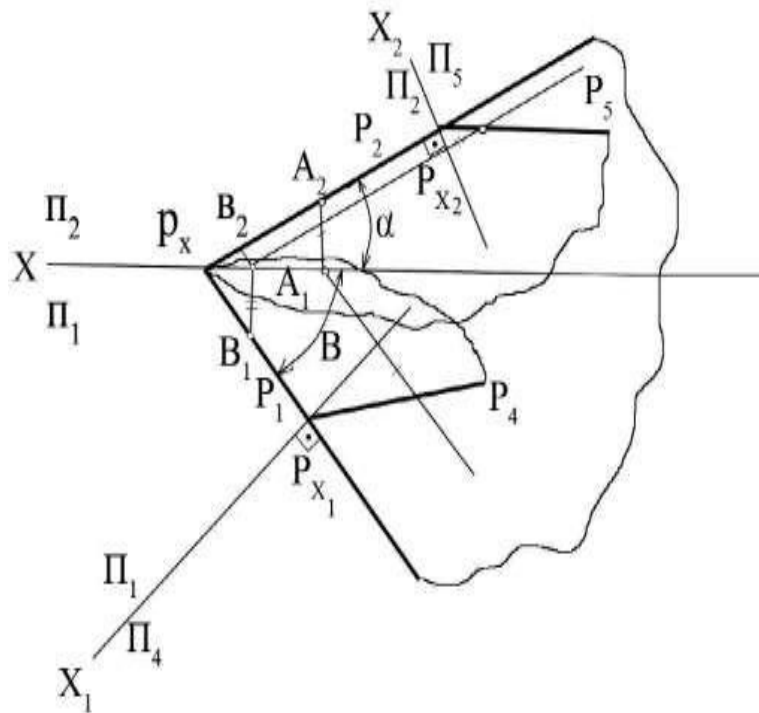


Рисунок 7.12-Способы преобразования

Задача 5.12. Плоскость треугольника ABC преобразовать в горизонтальную плоскость уровня и найти центр описанной окружности. Координаты вершин ΔABC взять из Приложения А, таблица 12.

Задача 5.13. Плоскость треугольника ABC преобразовать во фронтальную плоскость уровня и найти центр вписанной окружности. Координаты вершин ΔABC взять из Приложения А, таблица 12.

Задача 5.14. Построить эпюр точки А, повернутой вокруг фронтально-проецирующей оси t по часовой стрелке на угол 60° . Положение оси t выбрать самостоятельно (Приложение А, таблица 13).

Задача 5.15. Прямую АВ преобразовать во фронталь вращением вокруг оси, проходящей через точку В (Приложение А, таблица 13).

Задача 5.16. Плоскость треугольника ABC преобразовать во фронтально-проецирующую вращением вокруг оси t , проходящей через вершину С (Приложение А, таблица 13).

Задача 5.17. Плоскость треугольника ABC преобразовать во фронтальную плоскость уровня. Положение осей вращения i и t выбрать самостоятельно (Приложение А, таблица 13).

Задача 5.18. Из точки D опустить перпендикуляр на прямую АВ. Задачу решить вращением вокруг горизонтали, проходящей через точку D, (Приложение А, таблица 14).

Задача 5.19. Вращением вокруг горизонтали определить натуральную величину треугольника ABC. Горизонталь выбрать самостоятельно так, чтобы новая проекция треугольника располагалась на свободном поле эпюра (Приложение А, таблица 14).

Задача 5.20. Вращением вокруг фронтального следа найти натуральную величину прямой ВС, принадлежащей плоскости Р, (Приложение А, таблица 14). Задача 5.21. Вращением вокруг горизонтального следа найти натуральную величину треугольника ABC, принадлежащего плоскости Р, (Приложение А, таблица 14).

Задача 5.22. Построить проекции равностороннего треугольника ACE, принадлежащего плоскости Р, исходя из условия, что заданы проекции стороны AC (Приложение А, таблица 14).

Содержание отчета

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

Контрольные вопросы.

Как изображается на эпюре 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?

Какая проекция объекта не изменяет своего размера, если все его точки перемещаются во фронтальных плоскостях?

Параллельно какой плоскости проекций надо выбрать плоскости перемещения точек, чтобы прямая общего положения стала горизонталью? Какую прямую выбирают в плоскости общего положения при преобразовании ее в проецирующую?

Параллельно какой плоскости проекций надо выбрать плоскости перемещения точек, чтобы плоскость общего положения преобразовать во фронтально-проецирующую?

Каково взаимное расположение оси вращения и плоскости вращения?

Как определить центр и радиус вращения точки?

Перпендикулярно какой плоскости проекций надо выбрать ось вращения, чтобы прямая общего положения стала фронталью?

Перпендикулярно какой плоскости проекций надо выбрать ось вращения, чтобы плоскость общего положения стала горизонтально-проецирующей?

Какая проекция объекта не изменяет своих размеров, если ось вращения $\perp$ П2?

По каким линиям перемещаются проекции точки, вращаемой вокруг оси, параллельной плоскости проекций?

Как построить совмещенное положение точки заданной плоскости с плоскостью проекций?

В чем состоит способ совмещения?

Для чего определяется натуральная величина радиуса вращения точки?

Что понимается под термином «подъем в пространство»?

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».

Лабораторная работа № 7, 8. Пересечение многогранников плоскостью.

Пересечение многогранников прямой. Взаимное пересечение многогранников

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Формируемые компетенции или их части:

ИД-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода.

ИД-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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.

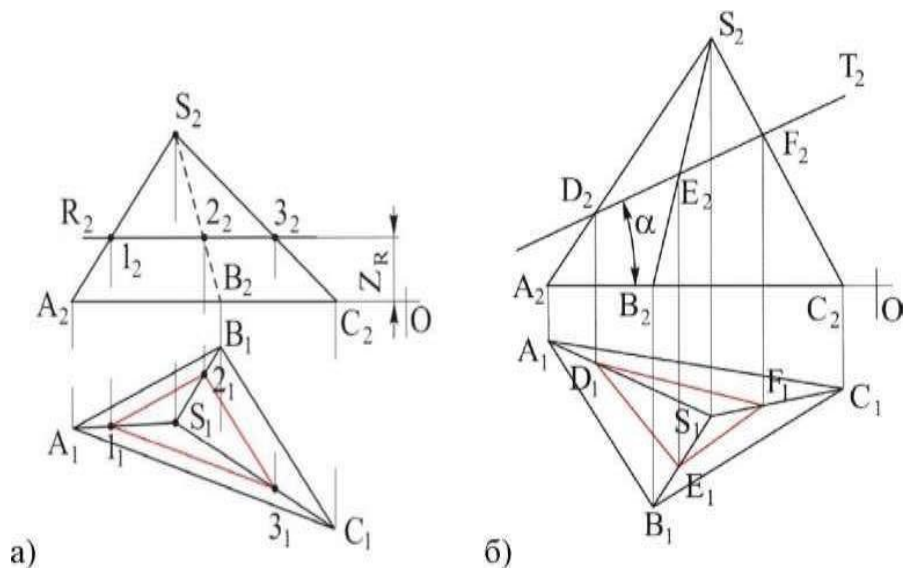
Способ ребер используется тогда, когда грани многогранника занимают общее положение, т. е. наклонены к плоскостям проекций. В этом случае решение сводится к задаче на построение точки пересечения прямой и плоскости (заданной секущей плоскости с каждым ребром многогранника), когда через ребро проводится 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 $12, 22, 32$ или $D2, E2, F2$. По линиям связи находим их горизонтальные проекции. Соединяем их прямыми линиями и получаем горизонтальные проекции треугольников сечения 112131 или $D1C1F1$.

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_1C_1). Плоскость T пересекает плоскость P ($K//L$) по линии 12 (построение показано стрелками). Соединив точки 1_2 и 2_2

прямой от ребра А до верхнего основания, получим невидимую линию пересечения грани АС с заданной плоскостью Р. Выполнив аналогичные построения для грани ВС, получим фигуру сечения.

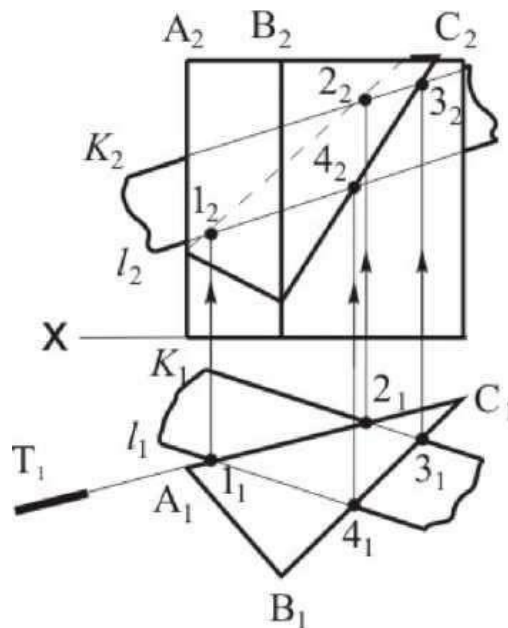


Рисунок 6.2 — Прямая призма (способ граней)

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

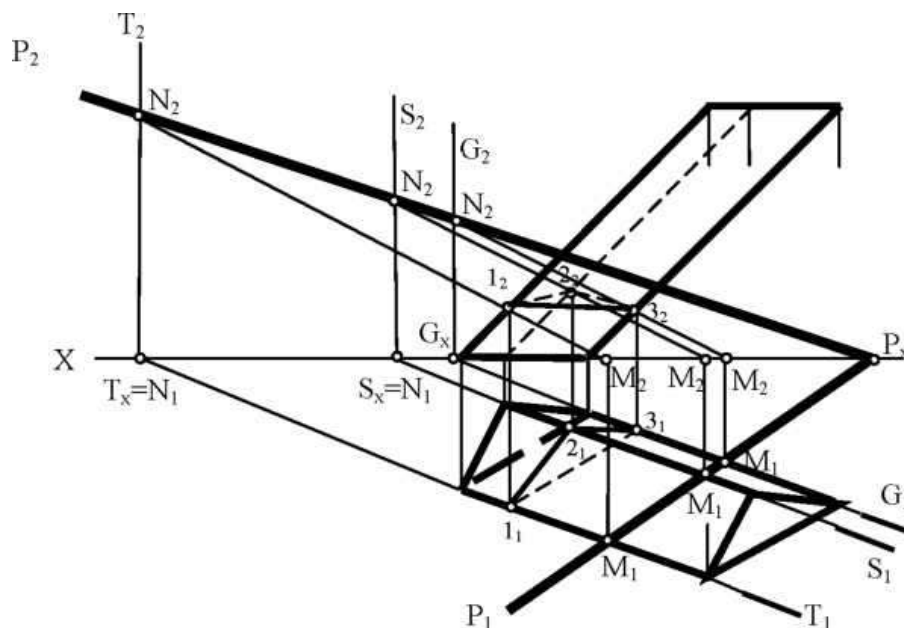


Рисунок 6.3 - Призма наклонная (способ ребер)

Решение. Так как грани призмы наклонены к плоскостям проекций, то можно использовать только способ ребер. Через каждое ребро призмы проводим вспомогательные горизонтально-проецирующие плоскости Т, S и G. Затем, строим линию пересечения MN (M_1N_1 , M_2N_2) каждой из этих плоскостей с заданной плоскостью Р. В пересечение фронтальных проекций

М2N2С соответствующими ребрами призмы получим точки 12, 22 и 32; зная их, находим горизонтальные проекции 1i, 2i и 3i 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 a2, b2 и c2. Последовательность построений показана стрелками. Горизонтальная проекция фигуры сечения a1b1c1 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 В - 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 АВ и ВС определяются способом ребер. Через ребро D проводим горизонтально-проецирующую плоскость Р, параллельную ребрам наклонной призмы (горизонтальный след Р1). 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.

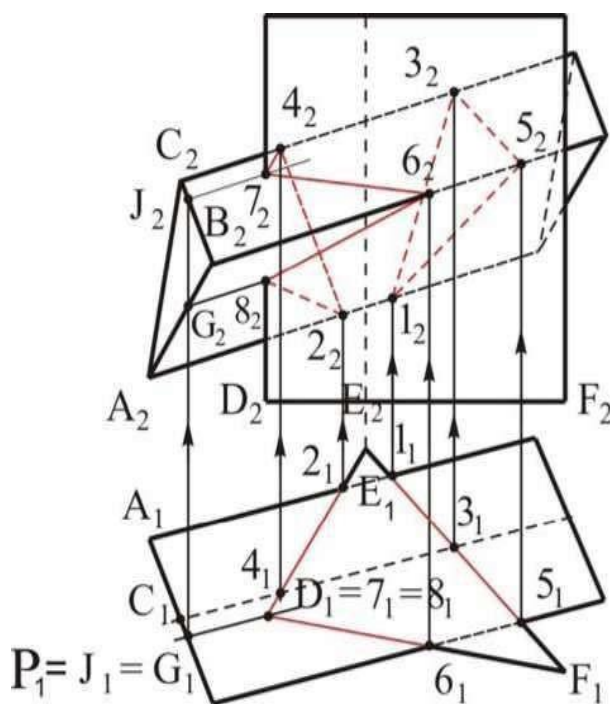


Рисунок 6.5 – Пересечение двух призм

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной

информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

На форматах А3 выполнить решения задач:

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

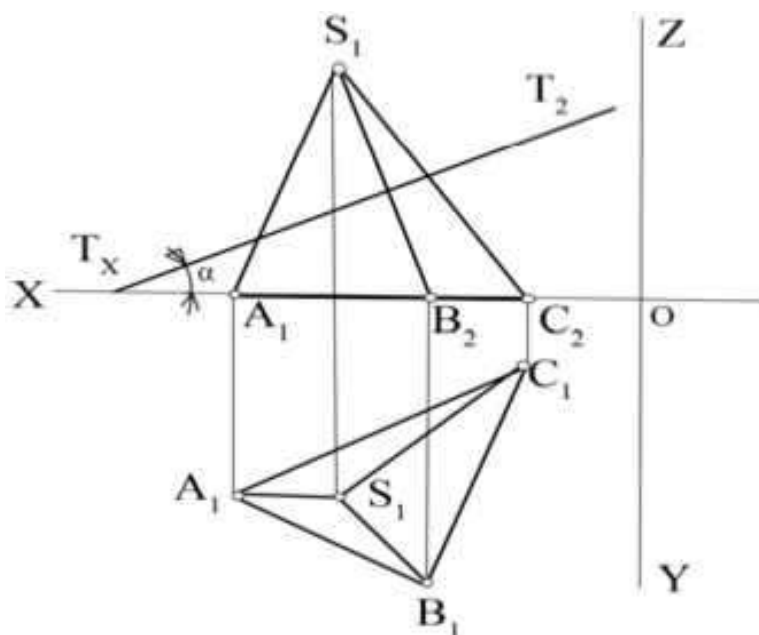


Рисунок 6.6 — Наклонная пирамида и секущая плоскость

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

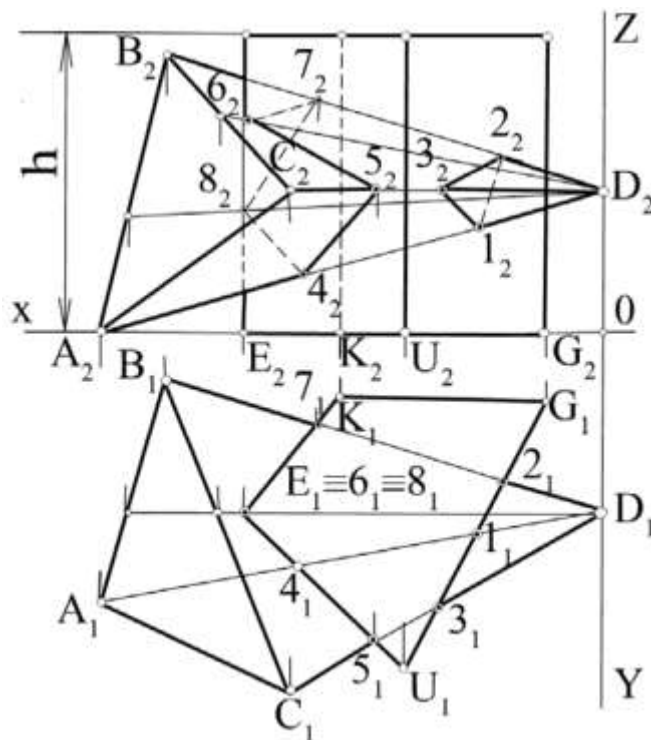


Рисунок 6.7 – Пересечение призмы и пирамиды

Содержание отчета

Выполненная работа должна быть представлена в 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:

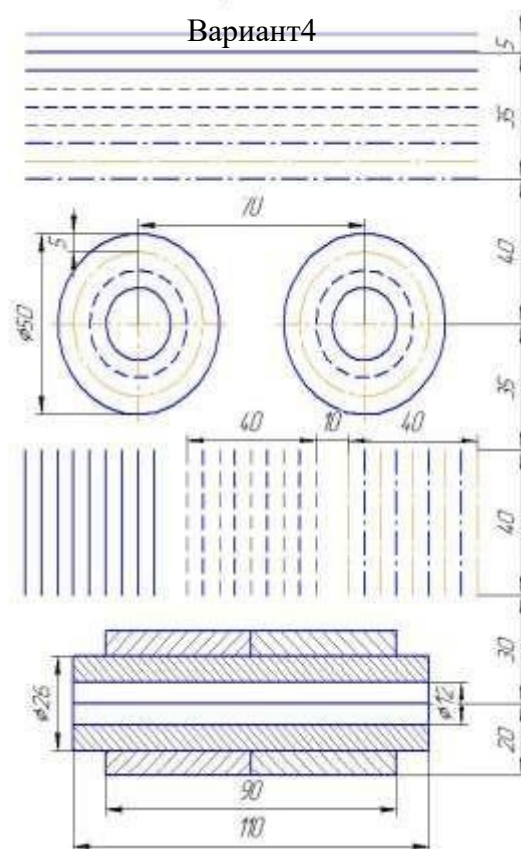
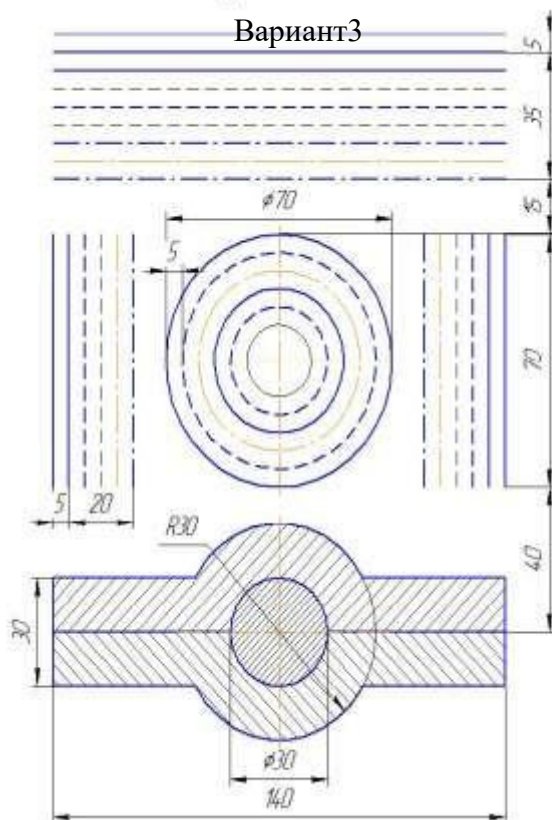
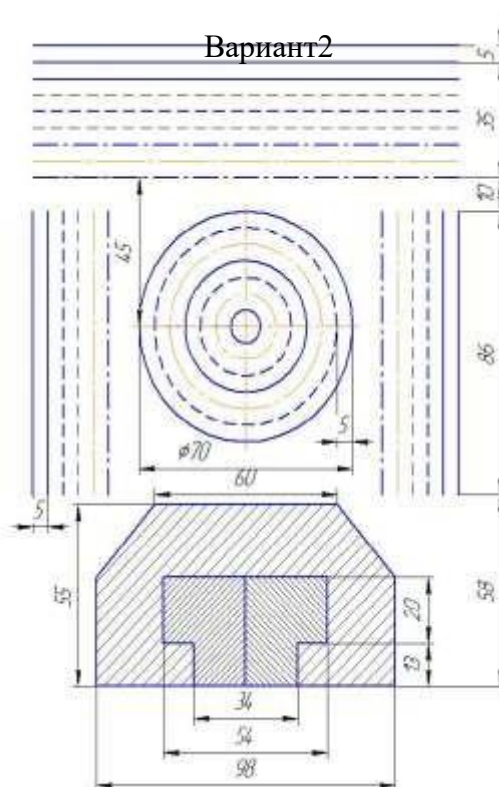
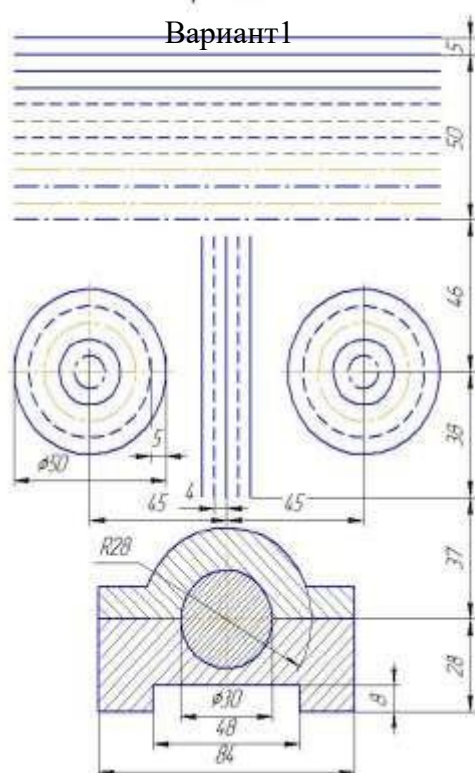
Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5-7638-3757-5. — Режим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

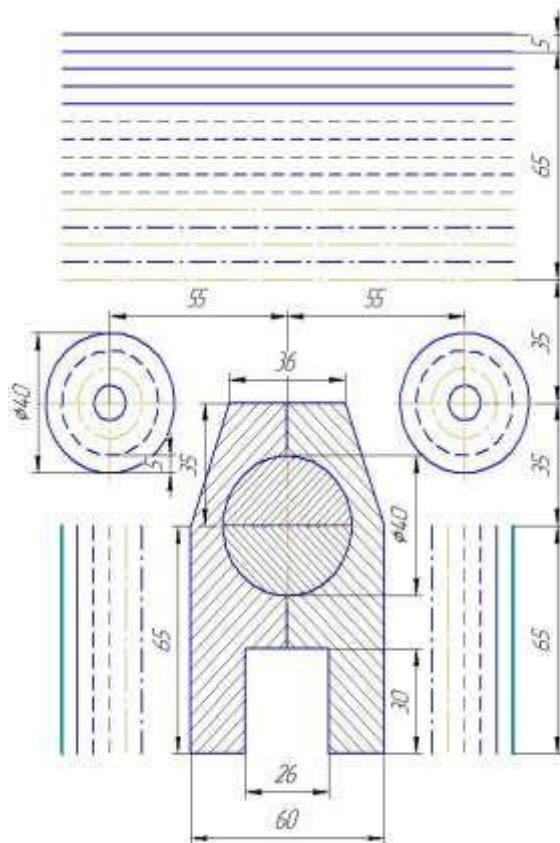
<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Приложение А

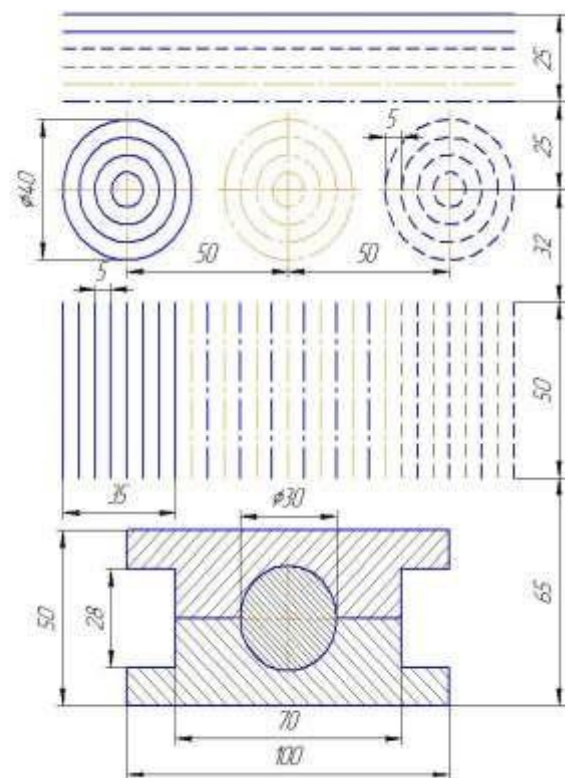
Таблица 1а—Данные для лабораторной работы



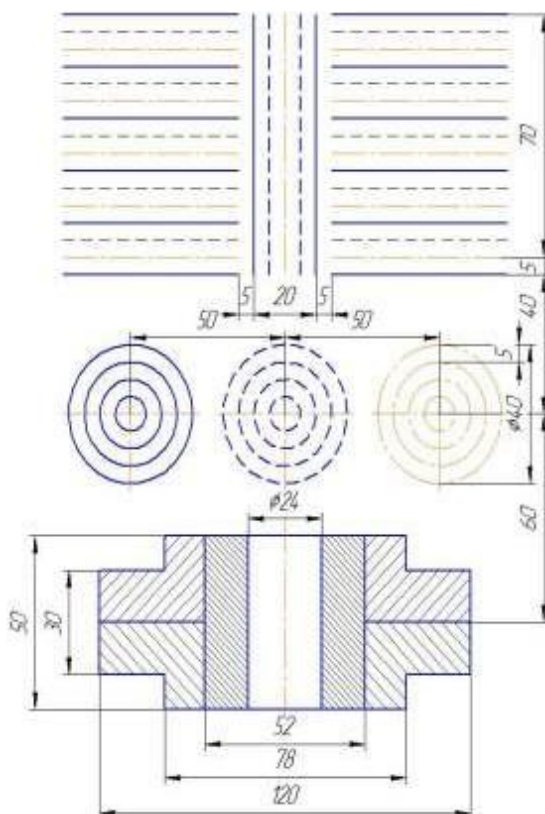
Вариант5



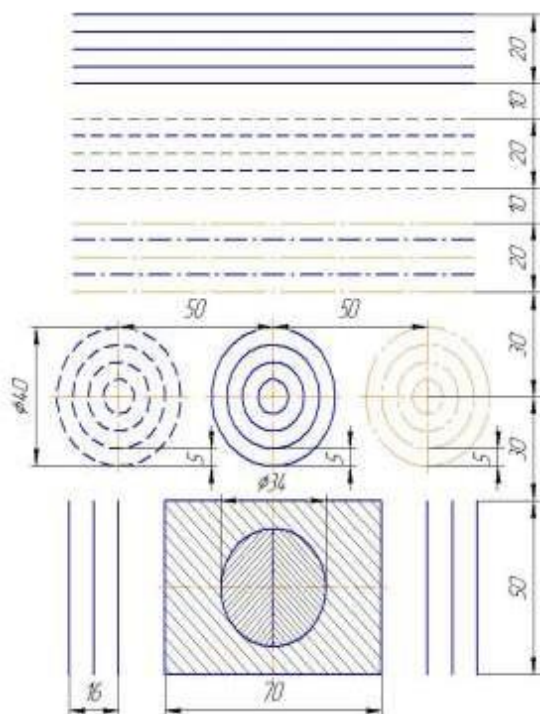
Вариант6



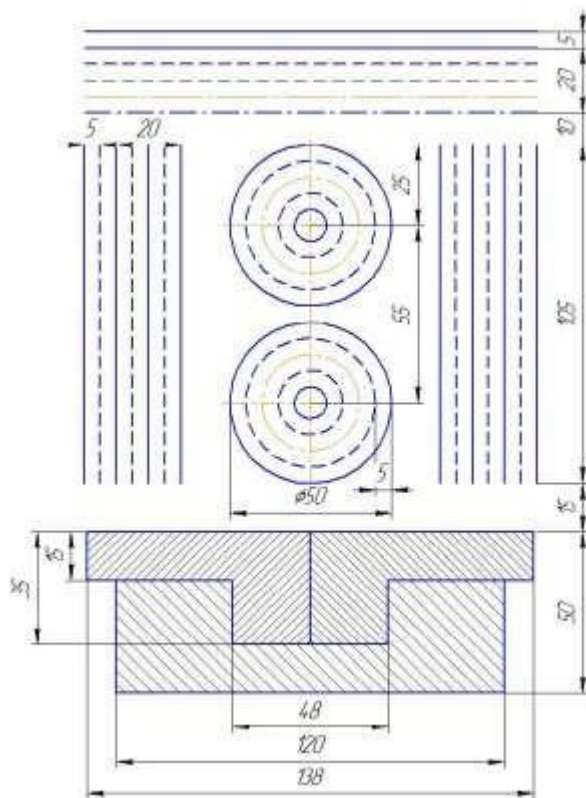
Вариант7



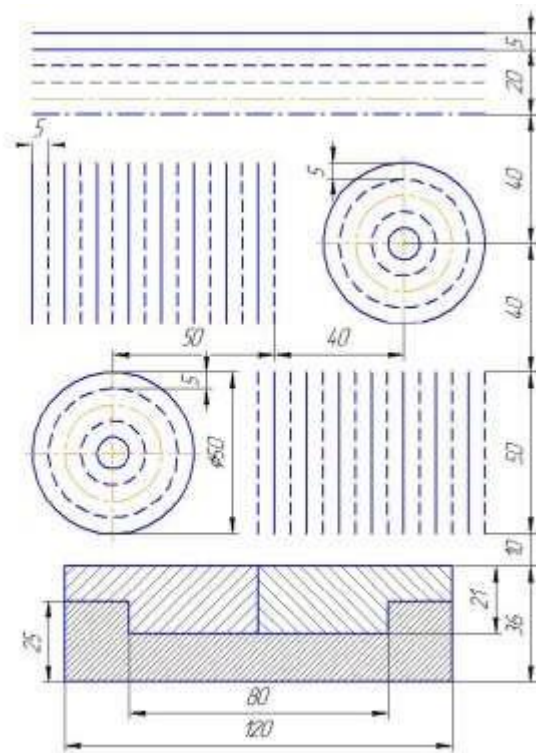
Вариант8



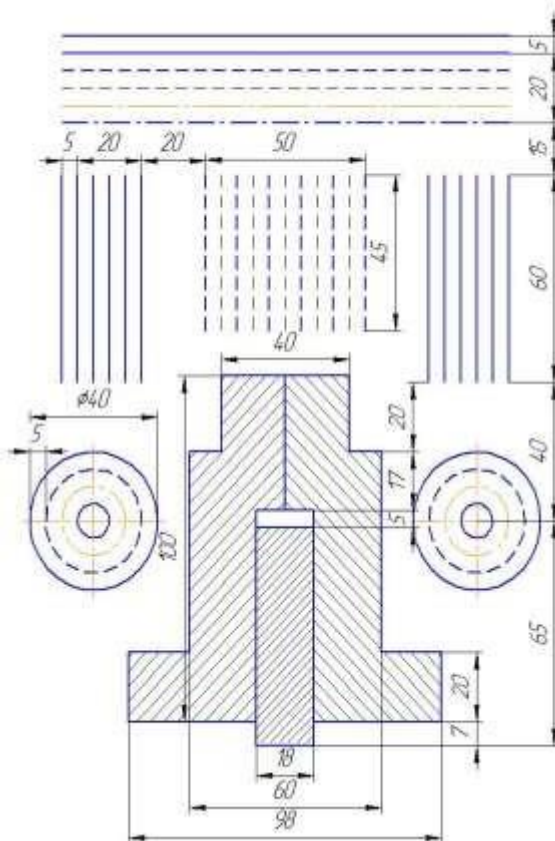
Вариант9



Вариант10



Вариант11



Вариант12

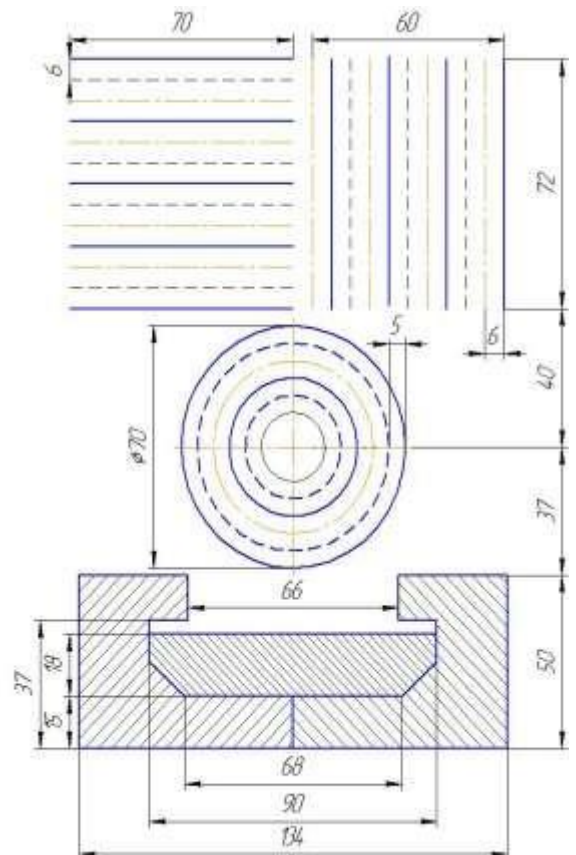
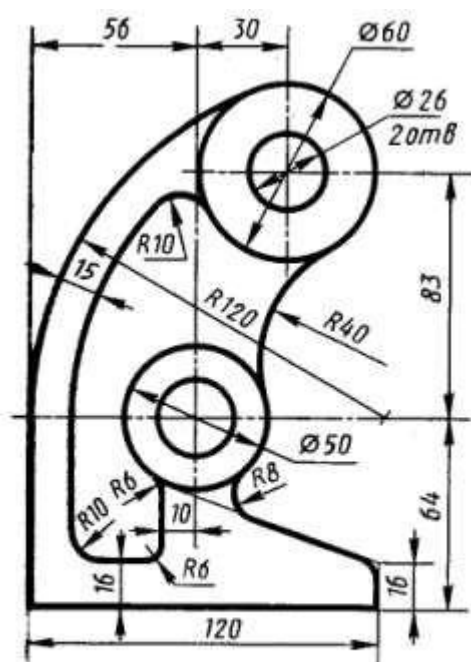


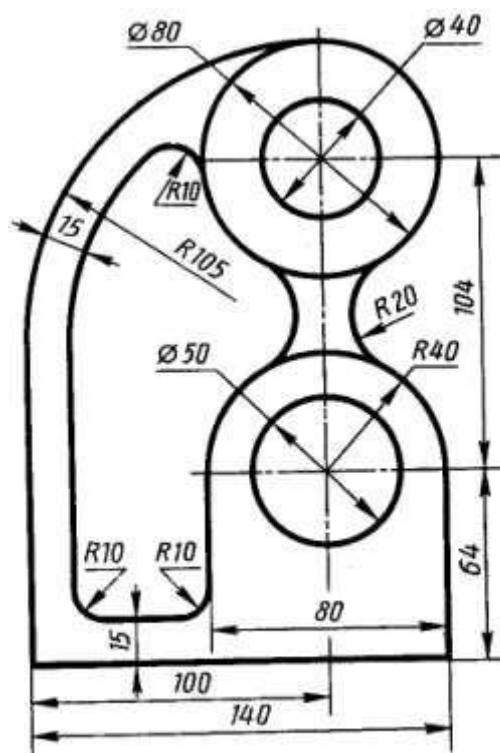
Таблица 16—Данные для лабораторной работы

Вариант 1



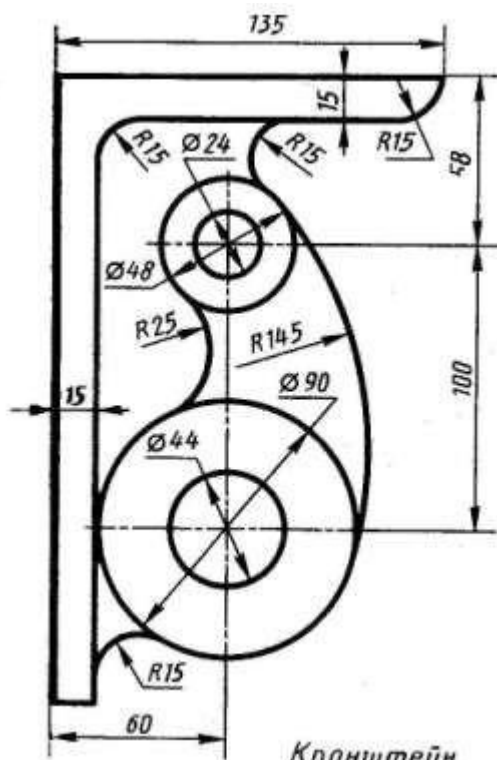
Станина

Вариант 2



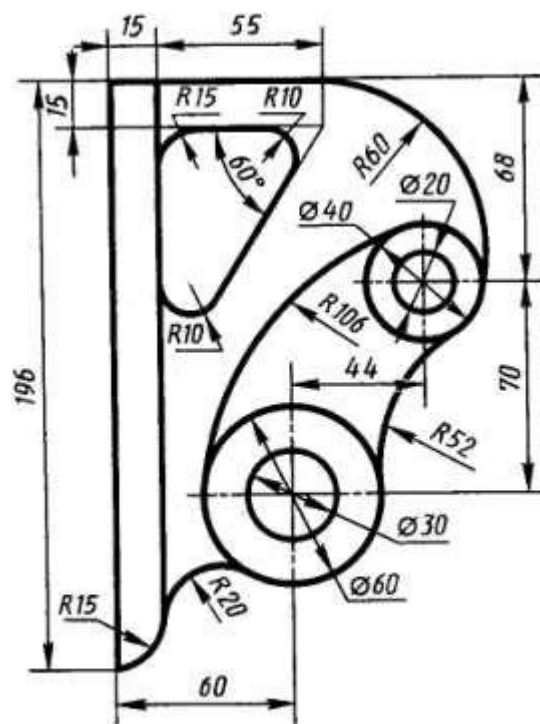
Корпус

Вариант 3



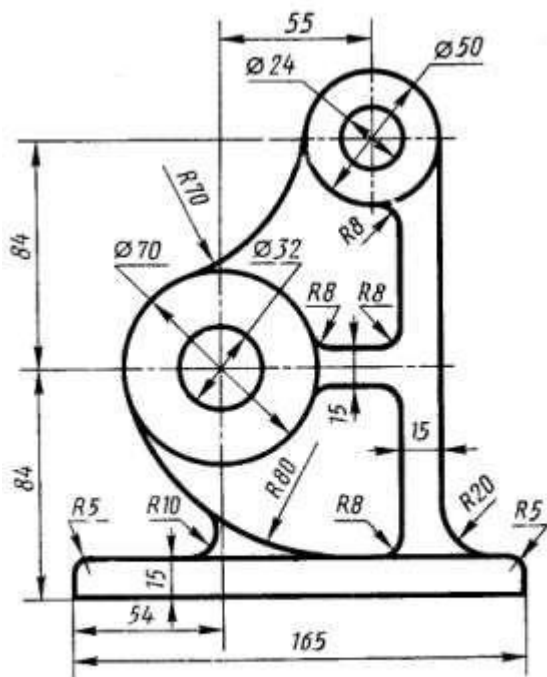
Кронштейн

Вариант 4



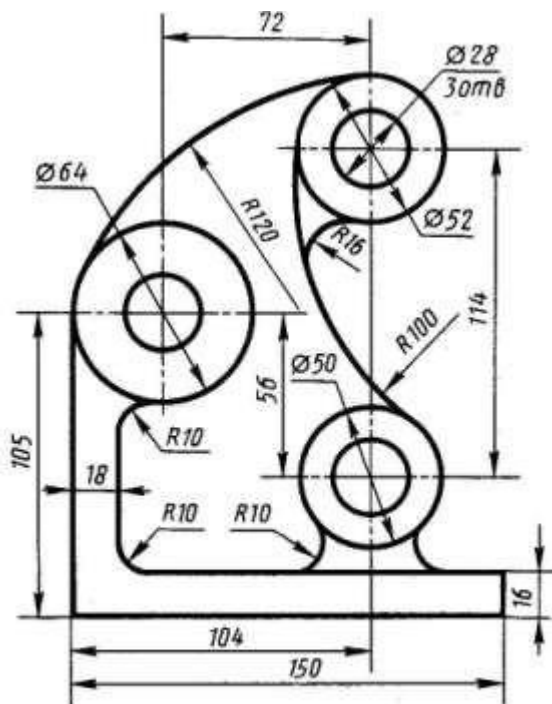
Кронштейн

Вариант5



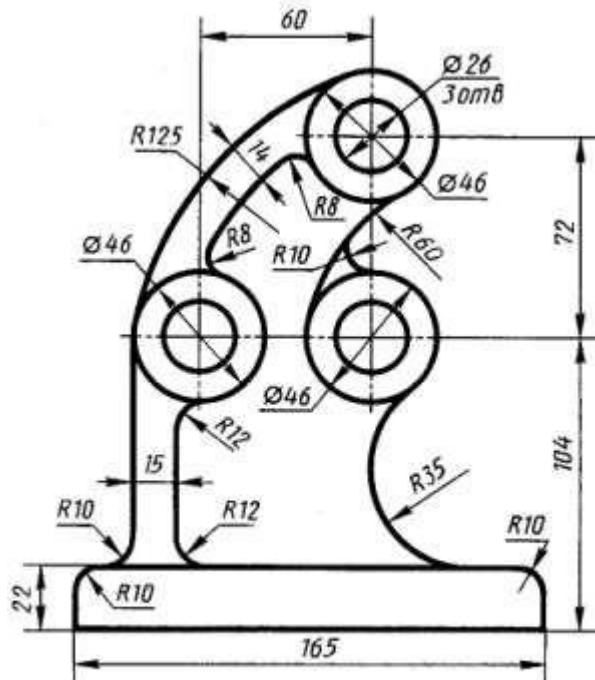
Станина

Вариант6



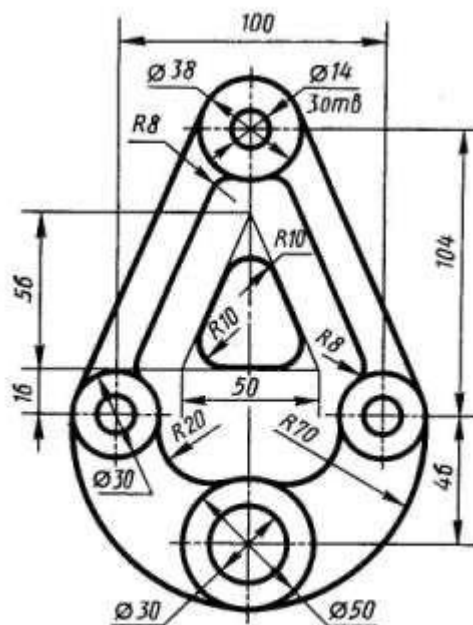
Стойка

Вариант7



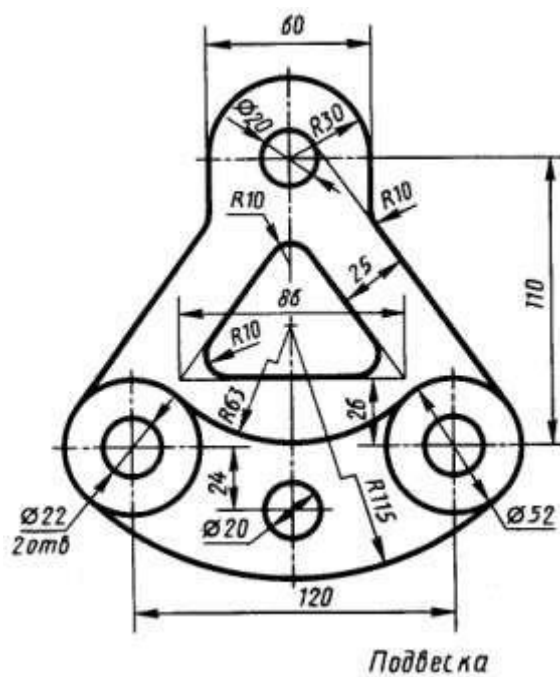
Опора

Вариант8

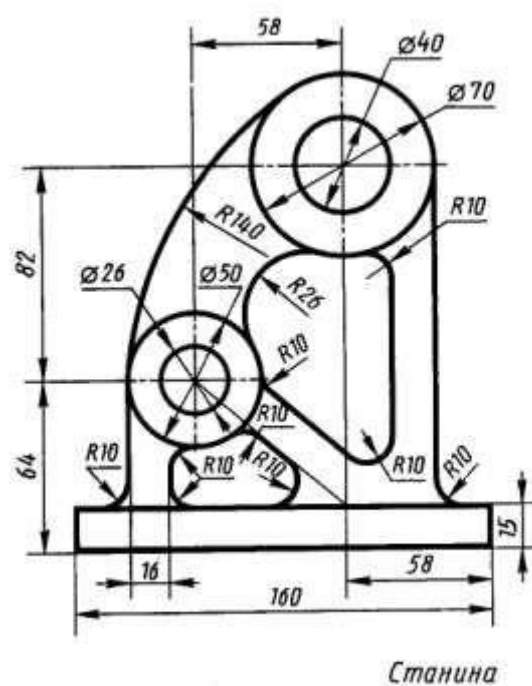


Подвеска

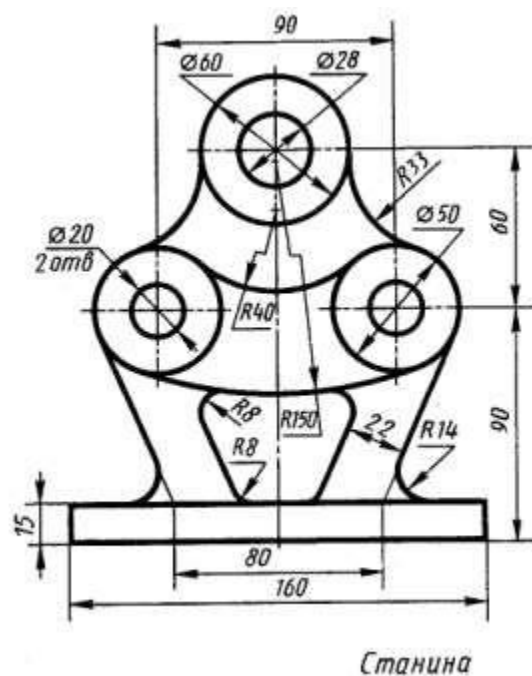
Вариант9



Вариант10



Вариант11



Вариант12

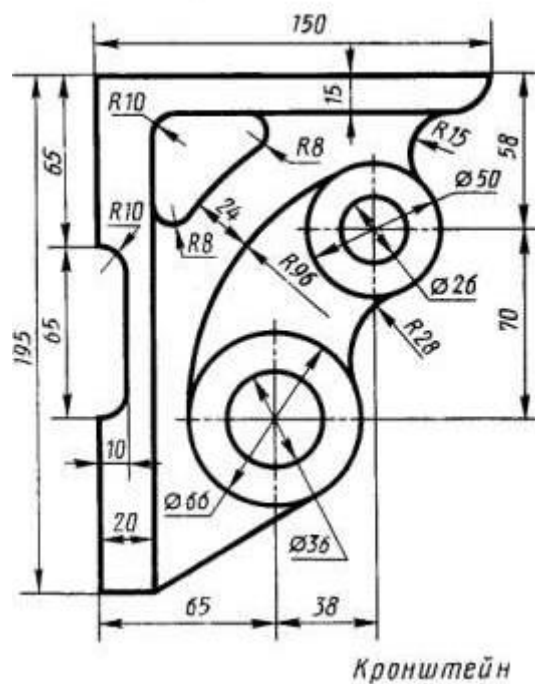


Таблица 2 - Данные к задачам

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	

Таблица 3 - Данные к задаче

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
элемент	пл.	пл.	Ось	пл.	пл.	пл.	Ось	пл.	пл.	Ось	пл.	пл.
	Π_1	Π_2	X_1	Π_3	Π_2	Π_1	X	Π_1	Π_2	X	Π_3	Π_1

Таблица 4 – 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

№ ва- рианта	А			В			С			К			D			Плоскость Р		
	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		
	х	у	z	х	у	z	х	у	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 к оси X (в градусах)

Углы наклона	вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В 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	х	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
		у	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	х	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	13	15
		у	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 к оси 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

Таблица 12 – Данные к задачам

Варианты	А			В			С		
	х	у	z	х	у	z	х	у	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

Таблица 13 – Данные к задачам

Варианты	А			В			С		
	х	у	z	х	у	z	х	у	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			P _x	Угол к оси ОХ	
	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 задаче

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 15а - Данные к задаче

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
X_A	30	35	40	45	50	45	40	35	30	35	40	45	50	45	40
Y_A	15	20	25	15	20	25	15	20	25	15	20	25	15	20	25
X_B	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Y_B	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
X_C	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Y_C	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
A_1M_1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
C_1N_1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
H	40	45	50	45	40	50	45	40	40	45	50	50	45	40	50
α°	45	50	60	50	45	60	50	45	45	50	60	60	50	45	60
β°	45	40	35	45	40	35	35	40	45	40	35	45	45	35	40

Таблица 15б — Данные к задаче

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
A_1B_1	20	20	25	25	30	30	35	35	30	30	25	25	20	20	30
B_1C_1	35	45	40	40	45	50	45	40	35	45	40	35	50	30	45
A_1C_1	35	40	40	45	45	45	35	35	40	45	40	45	40	40	50
H	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68
α_{cc}°	65	60	55	50	45	65	60	55	50	45	50	55	60	45	65

Таблица 15в — Данные к задаче

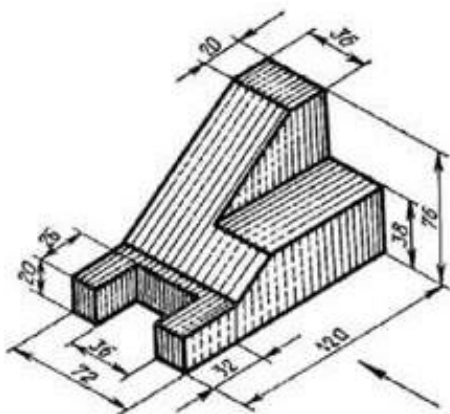
Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
X_A	50	60	70	80	75	65	55	0	0	0	0	0	0	0	0
Y_A	35	40	45	45	40	45	40	35	10	15	20	25	30	35	40
X_B	25	30	45	60	50	40	35	20	25	30	45	60	50	40	35
Y_B	50	55	50	55	50	55	50	55	50	55	50	55	50	55	50
X_C	15	20	30	35	20	20	15	10	15	20	30	35	20	20	15
Y_C	5	10	15	20	15	10	5	10	5	10	15	20	15	10	5
X_S	0	0	0	0	0	0	0	55	65	75	80	70	60	50	60
Y_S	10	15	20	25	30	35	40	45	35	40	45	45	40	40	35
Z_S	40	40	45	50	55	60	65	70	60	55	50	45	40	55	60

Таблица 16 – Данные к задаче

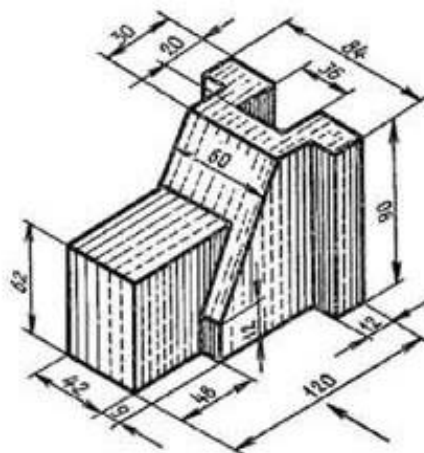
№	X _A	Y _A	Z _A	X _B	Y _B	Z _B	X _C	Y _C	Z _C	X _D	Y _D	Z _D	X _E	Y _E	Z _E	X _K	Y _K	X _G	Y _G	X _U	Y _U	<i>h</i>
<u>1</u>	<u>141</u>	<u>75</u>	<u>0</u>	<u>122</u>	<u>14</u>	<u>77</u>	<u>87</u>	<u>100</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>50</u>	<u>40</u>	<u>100</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>74</u>	<u>20</u>	<u>16</u>	<u>20</u>	<u>55</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>2</u>	<u>0</u>	<u>70</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>9</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>95</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>45</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>3</u>	<u>0</u>	<u>80</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>19</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>110</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>55</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>4</u>	<u>0</u>	<u>68</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>7</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>93</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>143</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>5</u>	<u>0</u>	<u>68</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>7</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>93</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>143</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>6</u>	<u>0</u>	<u>75</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>14</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>100</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>50</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>7</u>	<u>0</u>	<u>82</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>112</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>57</u>	<u>40</u>	<u>49</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>8</u>	<u>0</u>	<u>85</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>24</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>115</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>60</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>9</u>	<u>0</u>	<u>90</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>29</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>120</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>65</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>10</u>	<u>0</u>	<u>85</u>	<u>0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>	<u>80</u>	<u>55</u>	<u>120</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>60</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>93</u>	<u>86</u>
<u>11</u>	<u>141</u>	<u>70</u>	<u>0</u>	<u>122</u>	<u>9</u>	<u>77</u>	<u>87</u>	<u>95</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>45</u>	<u>40</u>	<u>100</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>74</u>	<u>20</u>	<u>16</u>	<u>20</u>	<u>55</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>12</u>	<u>141</u>	<u>80</u>	<u>0</u>	<u>122</u>	<u>19</u>	<u>77</u>	<u>87</u>	<u>110</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>55</u>	<u>40</u>	<u>100</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>74</u>	<u>20</u>	<u>16</u>	<u>20</u>	<u>55</u>	<u>95</u>	<u>85</u>

Таблица 17 - Данные для лабораторной работы

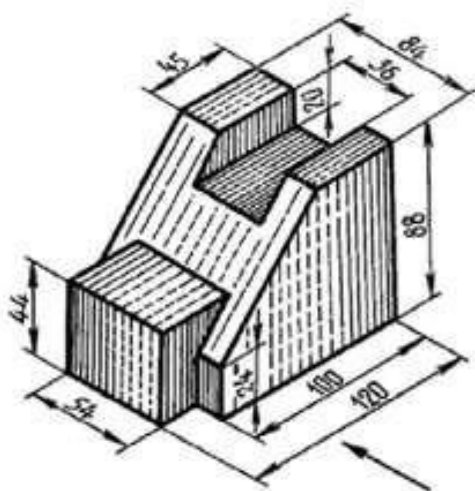
Вариант1



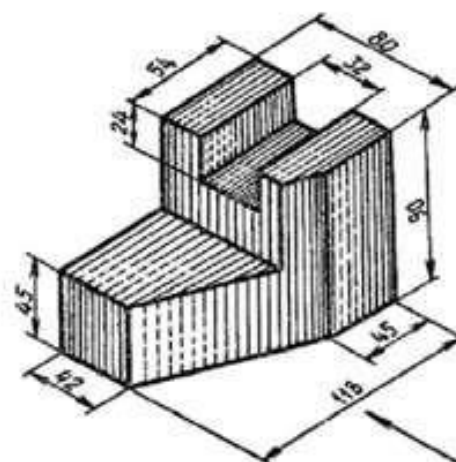
Вариант2



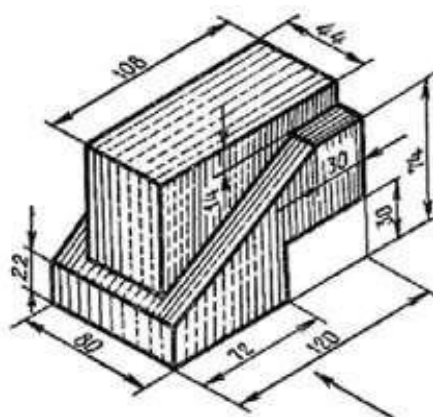
Вариант3



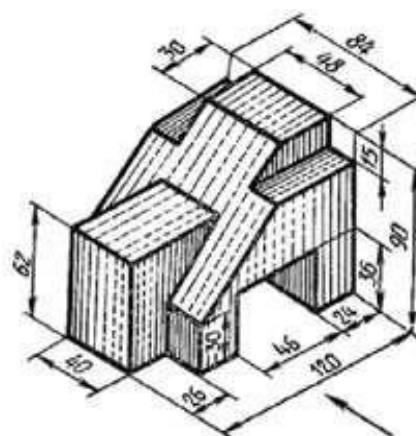
Вариант4



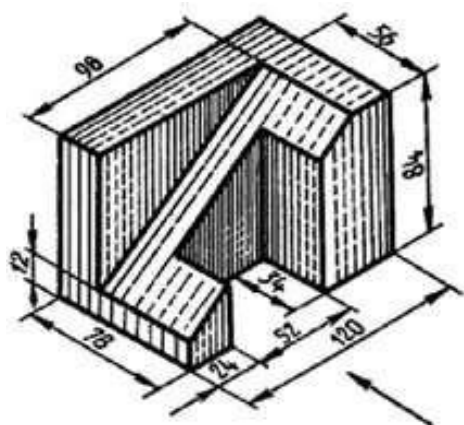
Вариант5



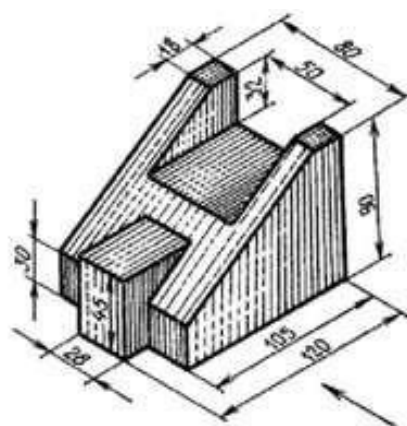
Вариант6



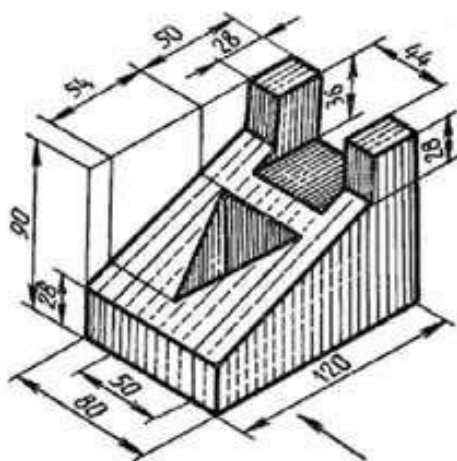
Вариант7



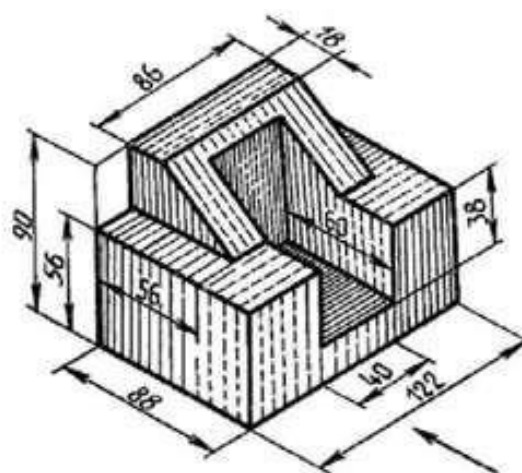
Вариант8



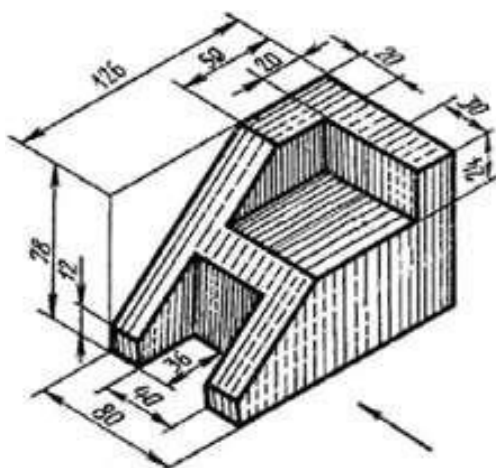
Вариант9



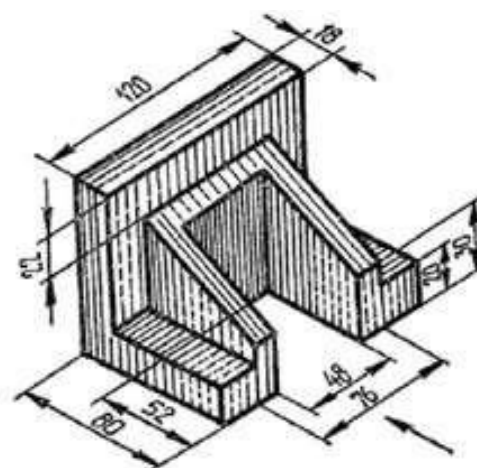
Вариант10



Вариант11



Вариант12



Изд. №	Лист и всего	Всего листов	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №

СКФУ

Кафедра технологии машиностроения
и технологического оборудования

АЛЬБОМ ЧЕРТЕЖЕЙ

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

Доботиненко Алексея

г. Ставрополь 2014-2015 уч. год

Рисунок 1 – Пример оформления титульного листа

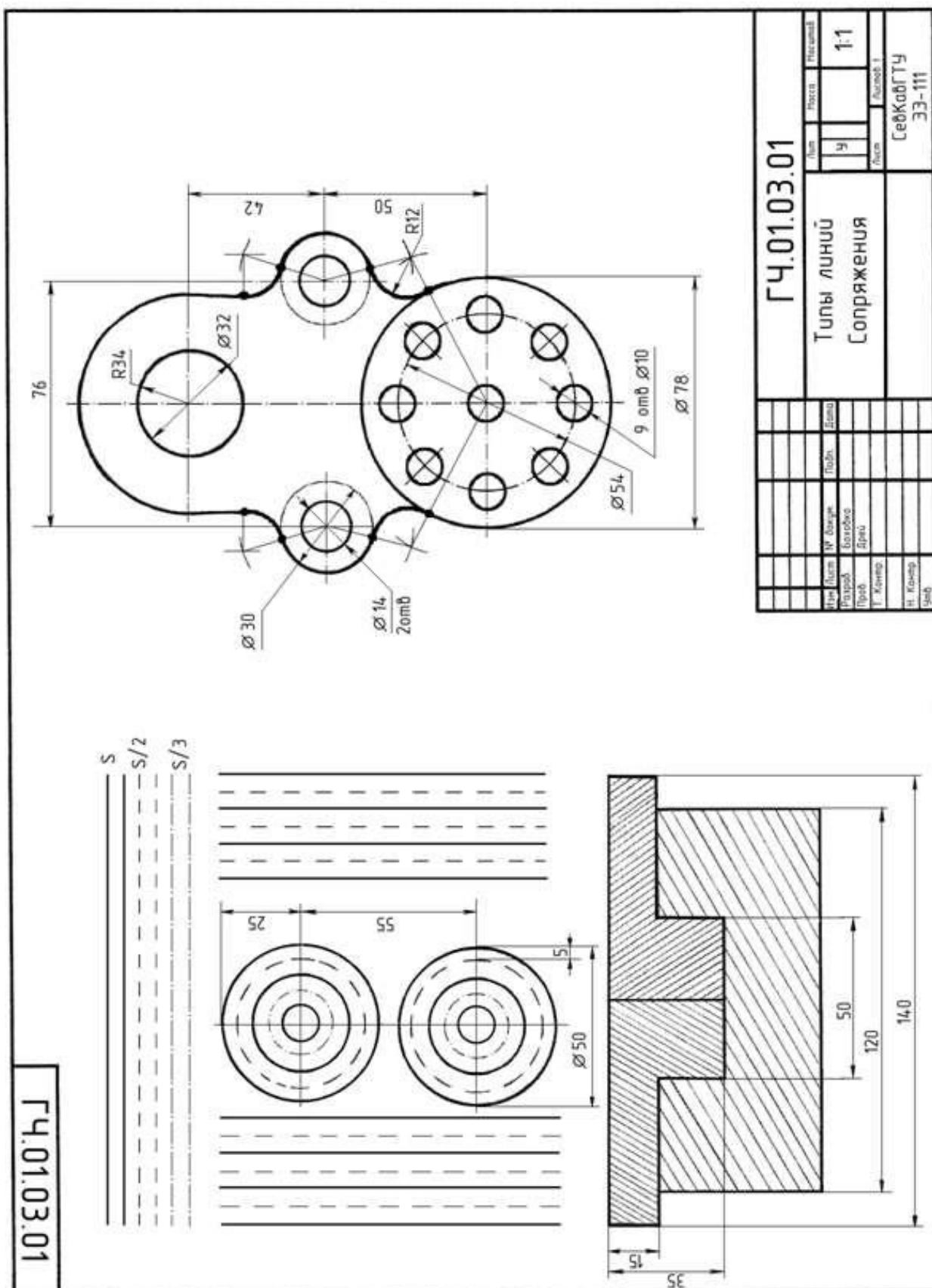
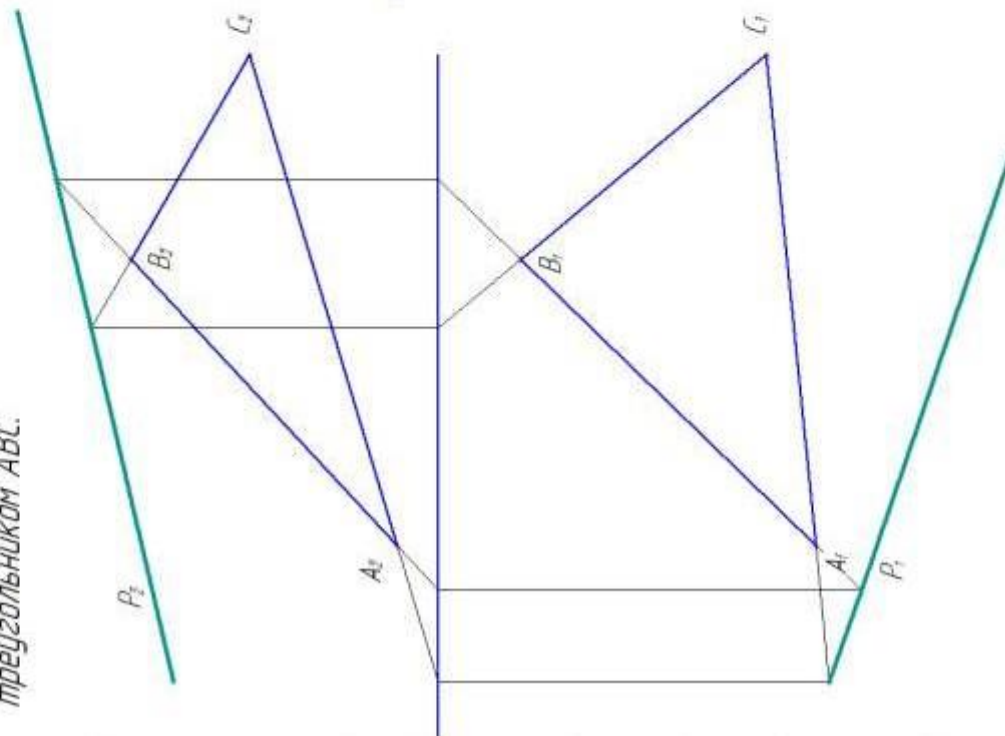


Рисунок 2– Пример выполнения отчета

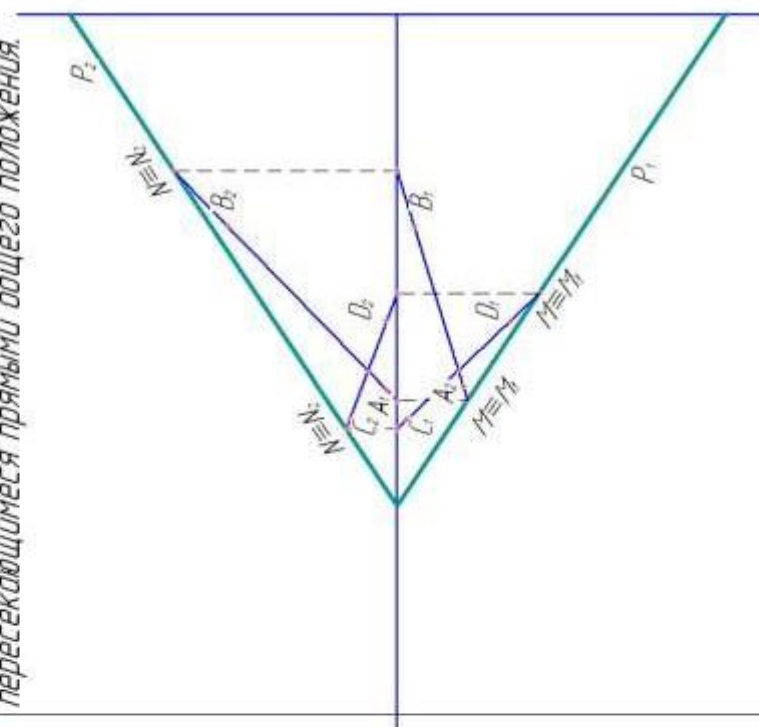
Задание 7.2

Построить следы плоскости, заданной треугольником ABC.



Задание 7.3

Перейти от задания плоскости P следами к заданию пересекающимися прямыми общего положения.

[illegible]

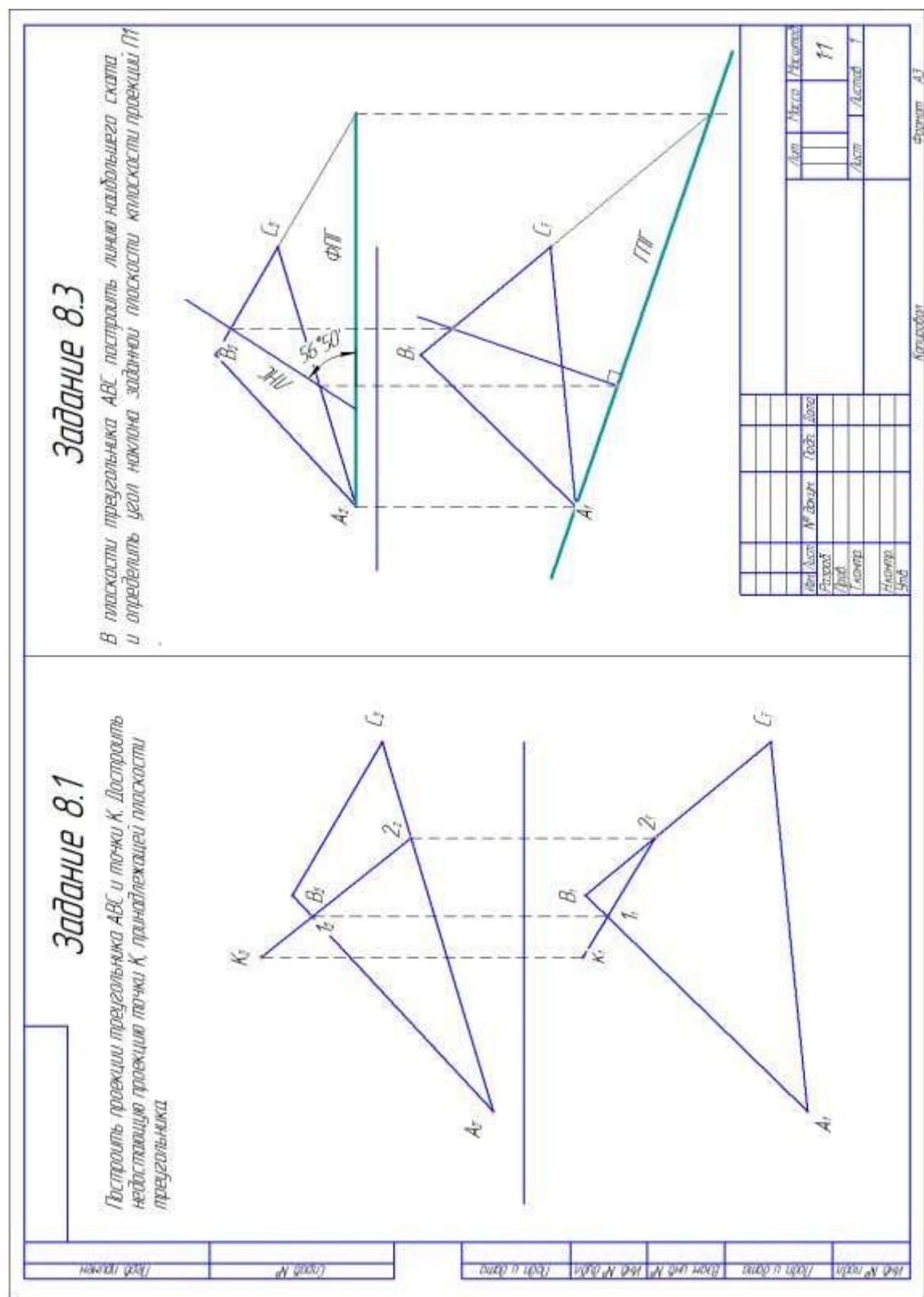


Рисунок 6 – Пример выполнения отчета

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

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств

направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь, 2026

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: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль подготовки: "Технология машиностроения" Квалификация выпускника: Бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Практическое занятие 1 Введение в дисциплину. Конструкторская документация.

Практическое занятие 2 Правила оформления чертежей в соответствии с ЕСКД.

Практическое занятие 3 Проекции точки. Способы построения точки в трехмерном пространстве.

Практическое занятие 4 Проекции точки. Способы нахождения проекции точки по двум заданным проекциям.

Практическое занятие 5 Проецирование прямой. Проецирование прямой. Линии уровня. На эюре параллельные прямые, пересекающиеся и скрещивающиеся прямые. Принадлежность точки заданной прямой. Изометрия отрезка прямой.

Практическое занятие 6 Проецирование прямой. Определение натуральной величины отрезка и углов наклона к плоскостям проекций. Деление отрезка в заданном отношении. Взаимное положение прямых.

Практическое занятие 7. Проецирование плоскости. Способы задания плоскости в пространстве и на эюре.

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

Практическое занятие 9. Пересечение плоскостей, прямой и плоскости. Пересечение прямой АВ с плоскостью Р. Построения точки пересечения.

Практическое занятие № 10. Пересечение прямой и плоскости. Определение видимости прямой.

Практическое занятие № 11. Построение прямой, параллельной заданной плоскости. Построение параллельных плоскостей. Параллельность прямой и плоскости. Построение параллельной прямой.

Практическое занятие № 12. Определение расстояния от точки до плоскости. Перпендикулярность плоскостей. Перпендикуляр к плоскости. Расстояние от точки до плоскости.

Практическое занятие № 13. Способ перемены плоскостей проекций. Преобразования прямой. Преобразования плоскости. Способы преобразования.

Практическое занятие № 14. Способ вращения вокруг следа плоскости. Практическое занятие 15. Проецирование многогранников. Пересечение многогранников плоскостью. Пересечение многогранника прямой. Способ граней. Способ ребер. Пересечение двух призм.

Практическое занятие 16. Пересечение тел вращения. Взаимное пересечение поверхностей.

Приложение А

Приложение Б

Введение

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

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

Изучение дисциплины способствует формированию у выпускников направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств следующих компетенций:

ИД-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода

ИД-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

Практические занятия по разделу «Начертательная геометрия» 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 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.

Решение задач и задания выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420). Площадь, занятая построениями, должна составлять 75%. Все построения проводятся с возможно большей точностью и аккуратностью в карандаше (марки ТМ и М). На эпюре (чертеже) должны быть сохранены вспомогательные линии построений, выполненные сплошными тонкими линиями. Все надписи должны выполняться стандартным шрифтом размером 3,5; 5 и 7 в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

Студент выполняет все задания по индивидуальному варианту, определенному преподавателем.

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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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	210x297	297x420	420x594	594x841	841x1189

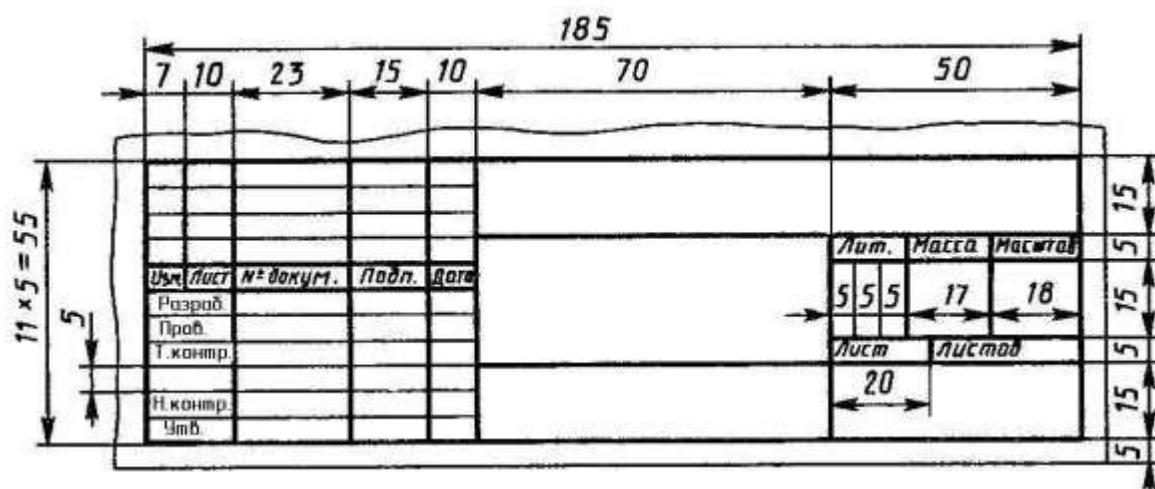


Рисунок 1.2 – Основная надпись

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).

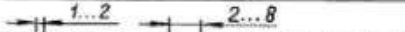
Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Наименование
	S	Сплошная основная
	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Сплошная тонкая
	— " —	Сплошная волнистая
	— " —	Штриховая
	— " —	Штрих-пунктирная тонкая
	от $\frac{1}{2}S$ до $\frac{2}{3}S$	Штрих-пунктирная утолщенная
	от $\frac{S}{3}$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

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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).

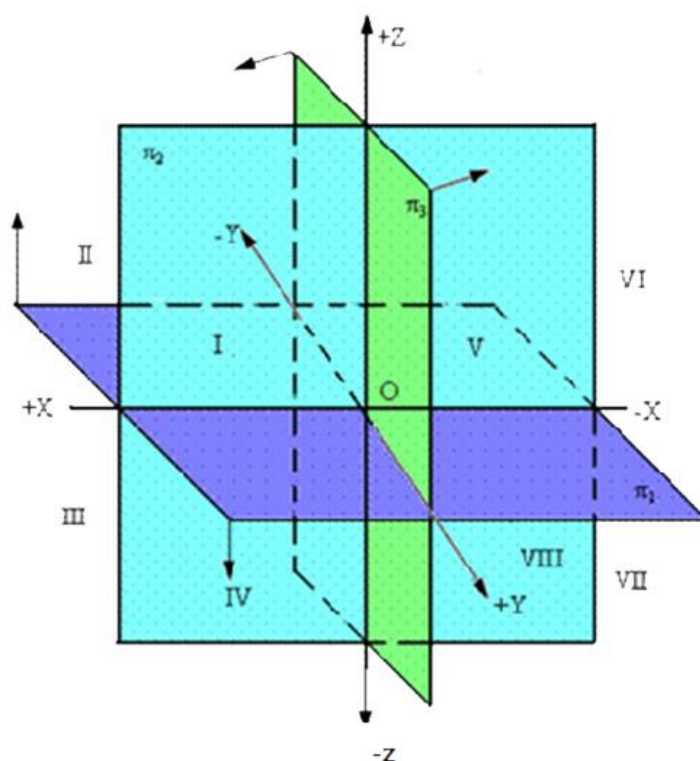


Рисунок 5 – Расположение плоскостей проекций в пространстве

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.

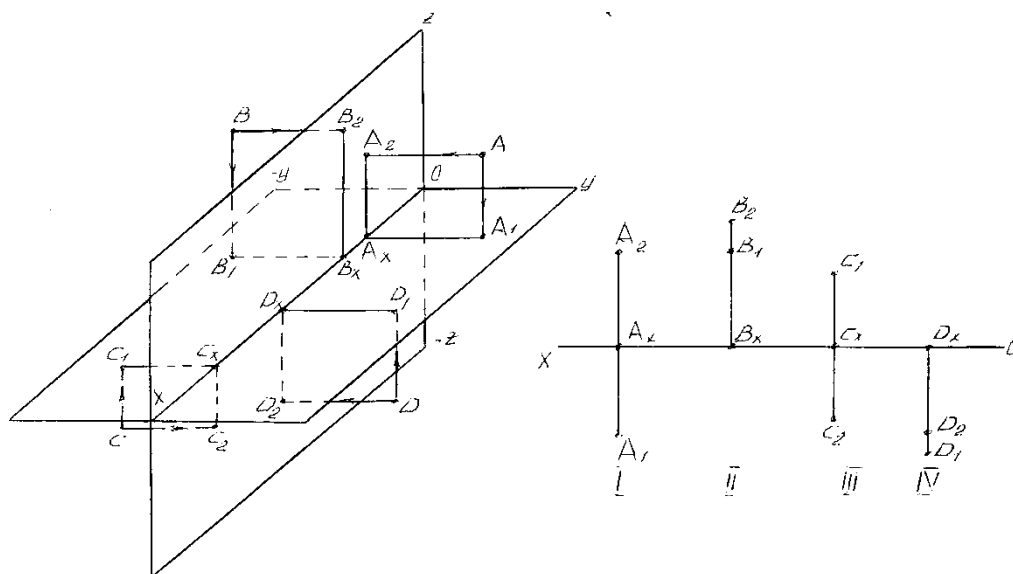


Рисунок 6 – Наглядный и комплексный чертеж (эпюр) точек

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 А, В и их наглядное изображение (рисунок 7, 8) .

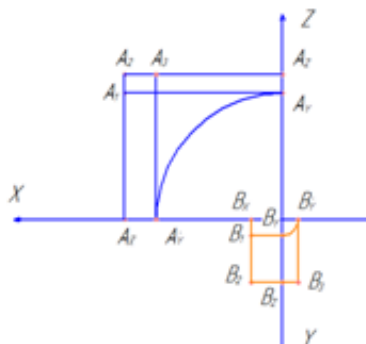


Рисунок 7 – Комплексный чертеж точек А и В

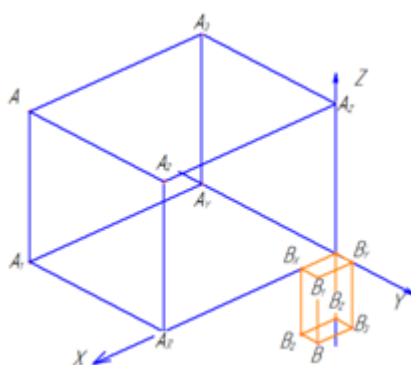


Рисунок 8 – Наглядное изображение точек А и В

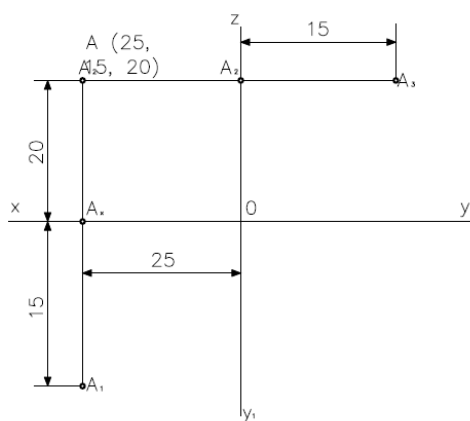


Рисунок 9 – Построение комплексного чертежа А (25; 15; 20)

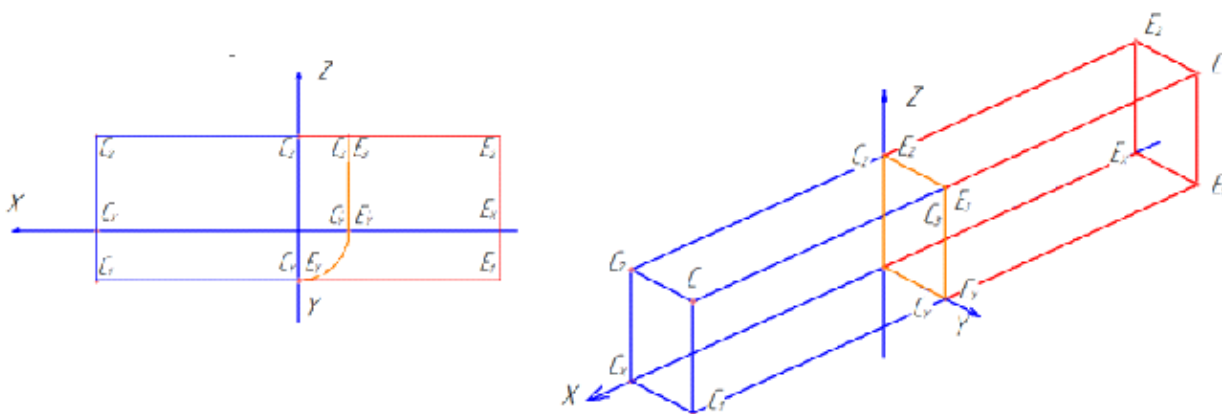


Рисунок 10 – Построение точки Е симметричной точки С относительно плоскости Π_3

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 4. 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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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 A_{y1} , и при помощи циркуля или прямоугольного равнобедренного треугольника находят на оси Oy_3 положение точки A_{y3} . из этой точки проводят вертикальную линию связи до пересечения с линией связи, проведенной из A_2 . Точка A_3 – профильная проекция точки A .

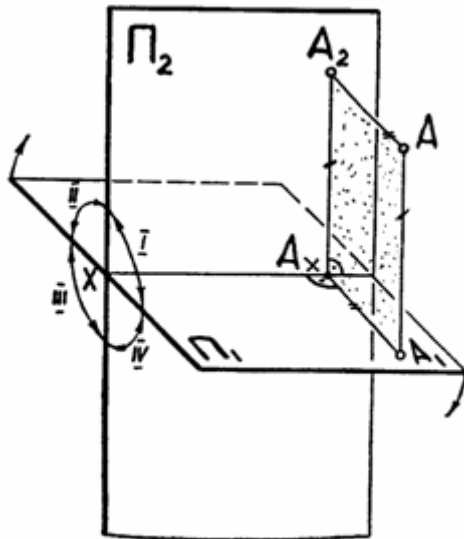


Рисунок 11 – Проекционный способ

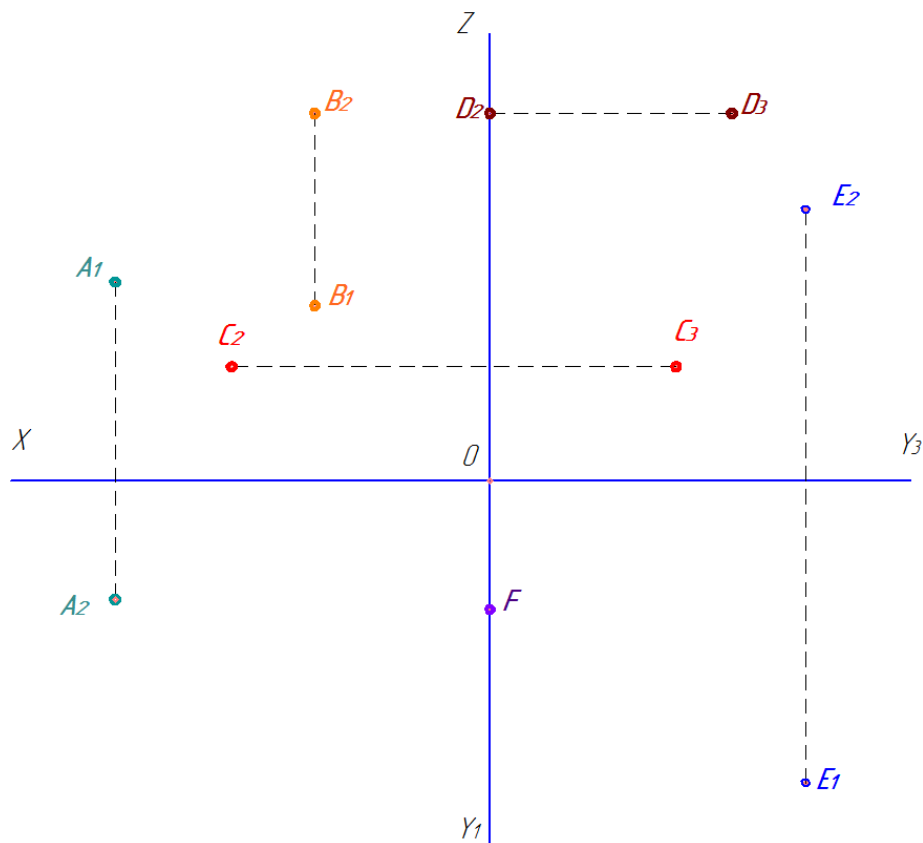
Координатный способ. Из фронтальной проекции A_2 проводят горизонтальную линию связи. Измеряют циркулем расстояние от проекции A_1 до оси Ox (глубину точки, или координату y_A) и откладывают этот отрезок на линии связи вправо от точки A_3 . Получают профильную проекцию A_3 .

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 $y_1 O y_3$. из точки A_0 проводят вертикальную линию связи до пересечения с линией, проведенной из фронтальной проекции A_2 .

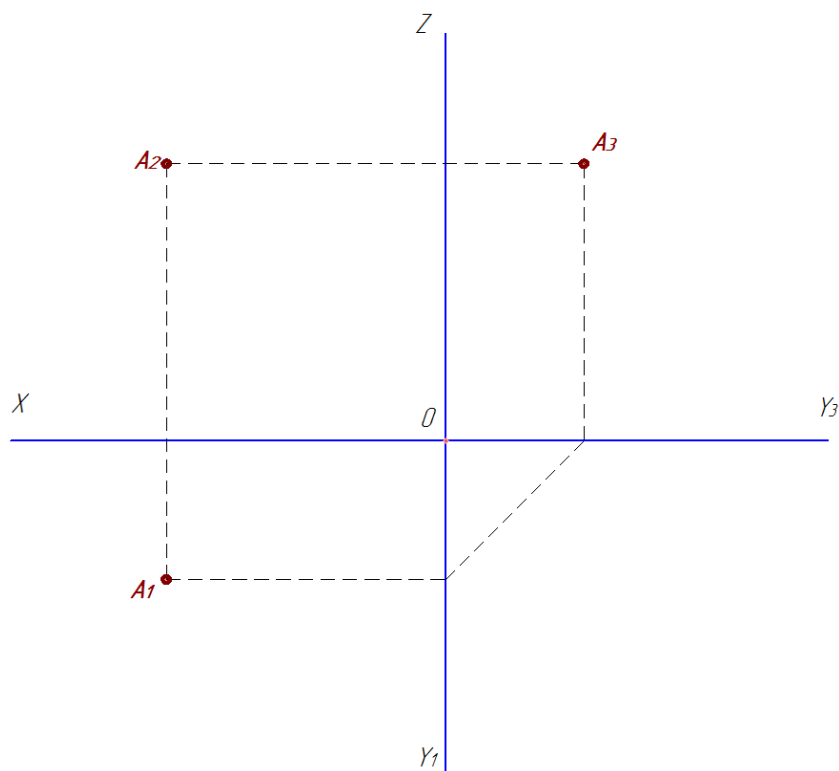
Предпочтительней второй и третий способы, требующие меньшего числа построений и позволяющие использовать чертежные приборы.

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 В, расположенную симметрично точки А 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 5. Проецирование прямой.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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).

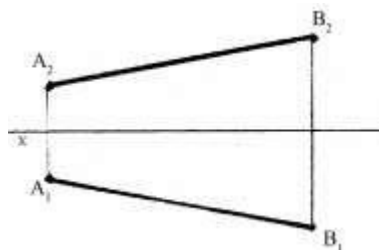


Рисунок 2.1 – Прямая общего положения

Прямые частного положения делятся на проецирующие и уровня.

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

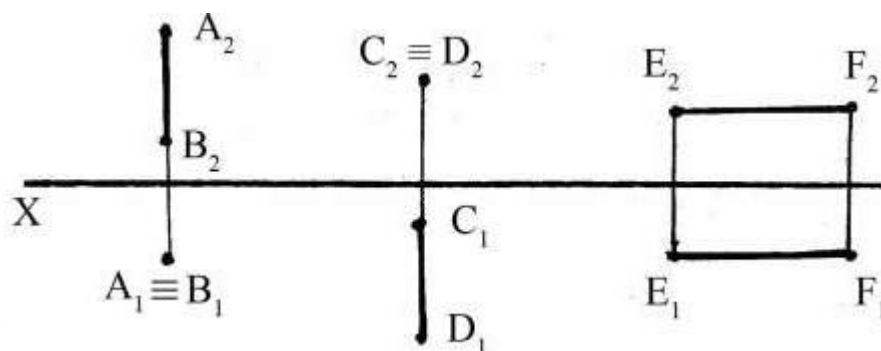


Рисунок 2.2 - Прямые частного положения Прямые уровня параллельны одной из плоскостей проекций.

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 .

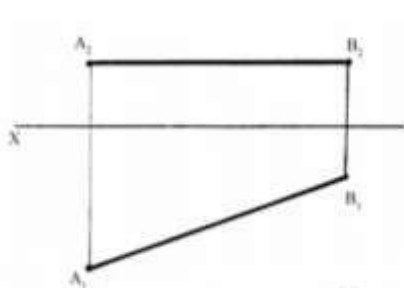


Рисунок 2.3- Горизонталь

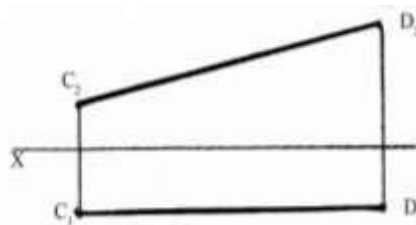


Рисунок 2.4 -Фронталь

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

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

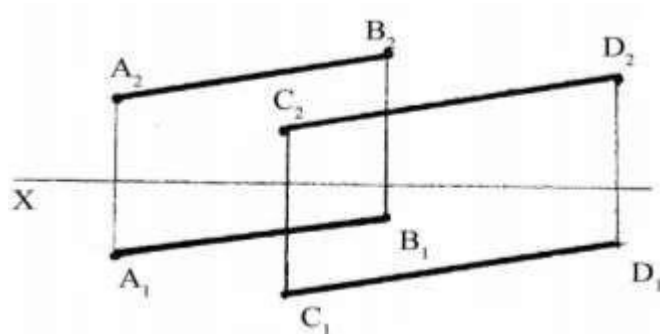


Рисунок 2.5 – Эпюр параллельных прямых

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).

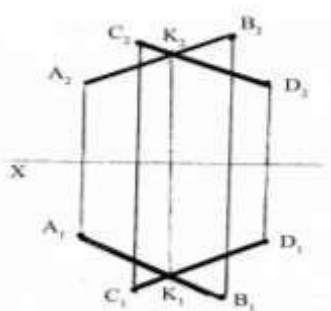


Рисунок 2.6 – Эпюр пересекающихся прямых

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.

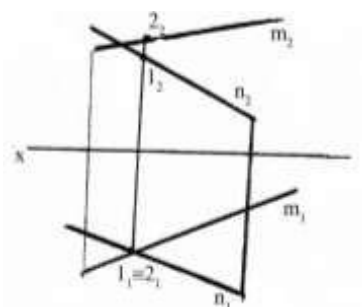


Рисунок 2.7 – Эпюр скрещивающихся прямых

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

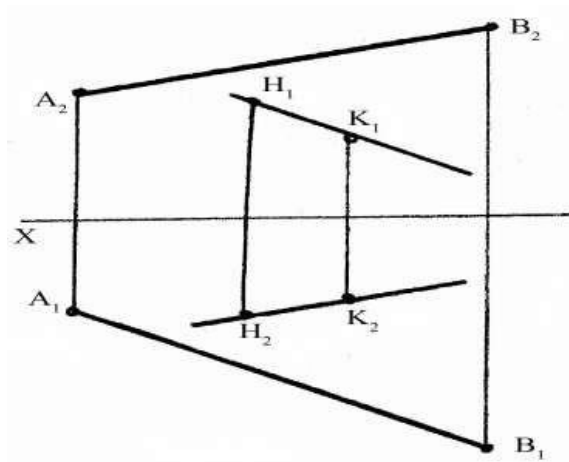


Рисунок 2.8 – Параллельность двух прямых

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 СD. 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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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.

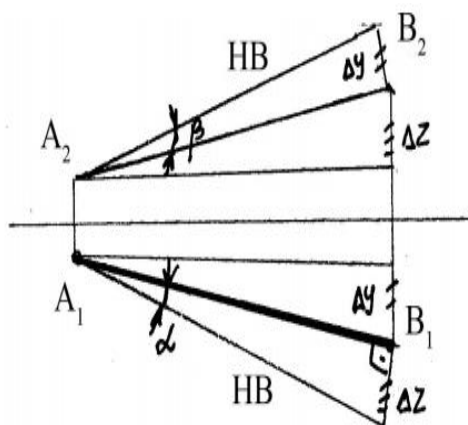


Рисунок 15 – Определение натуральной величины отрезка прямой

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 .

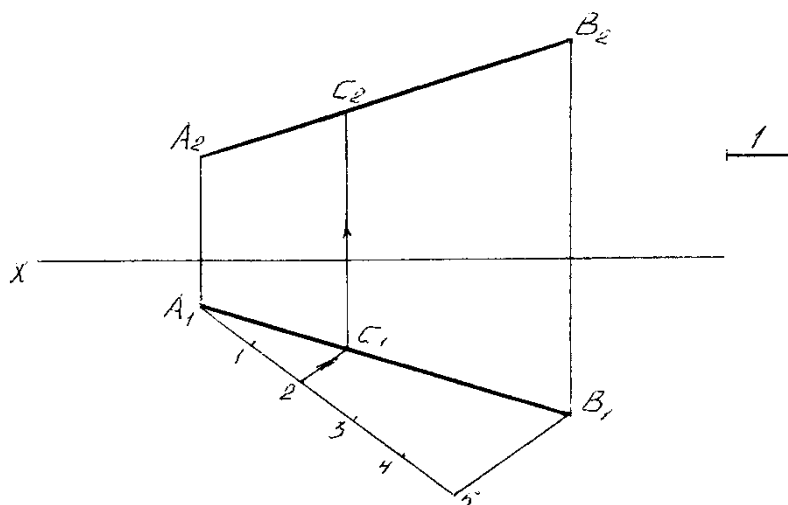


Рисунок 16 – Деление отрезка в заданном отношении

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 Х, а для того, чтобы найти фронтальный след прямой, надо продлить горизонтальную проекцию отрезка до пересечения с осью Х. На рисунке 17 показано построение следов отрезка прямой АВ.

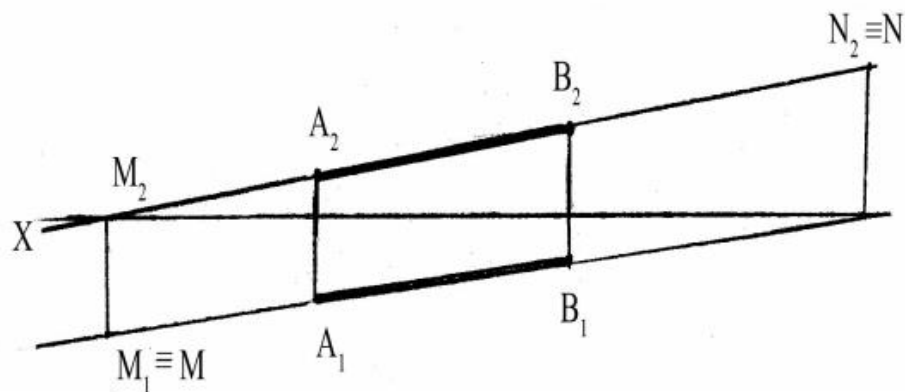


Рисунок 17 – Построение следов отрезка прямой АВ

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.

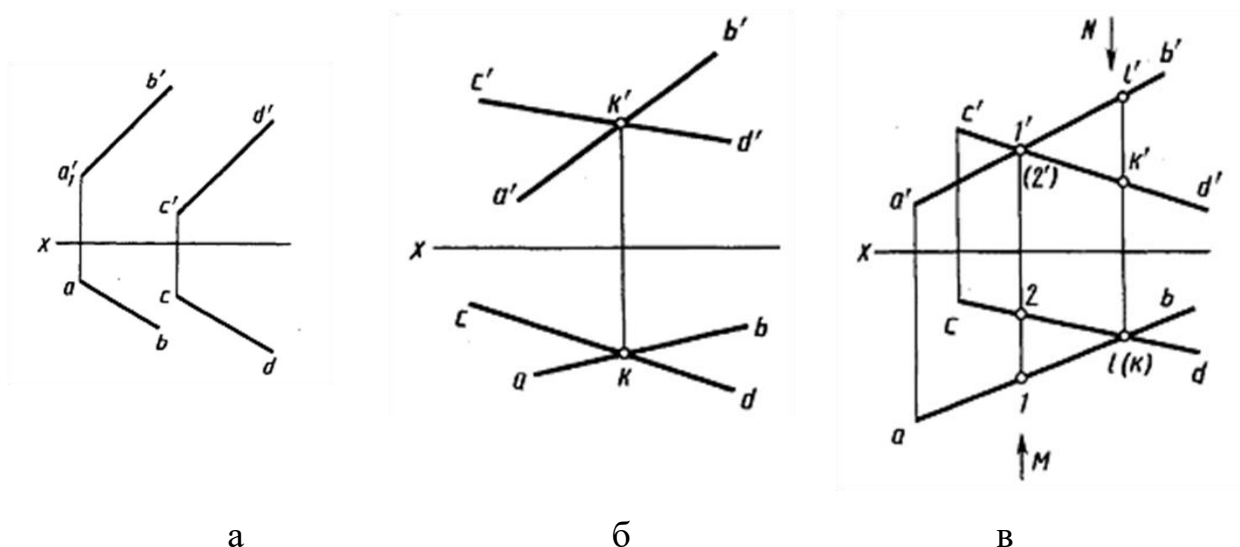


Рисунок 18 – Взаимное положение прямых: а – параллельные прямые, б – пересекающиеся прямые, в – скрещивающиеся прямые

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).

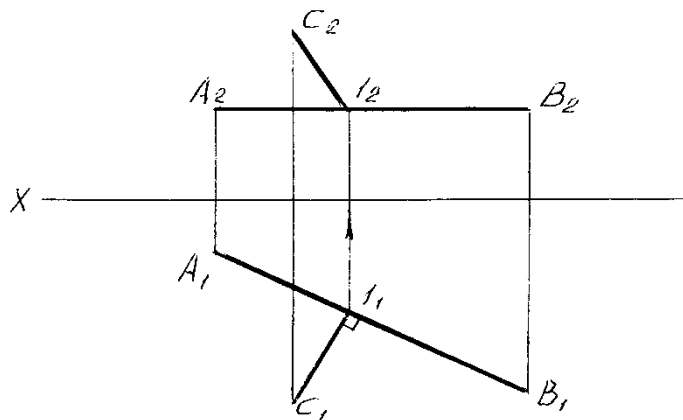


Рисунок 19 – Проецирование прямого угла

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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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 плоскостью 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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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 эюре (рисунок 4.1,б) одноименные проекции этих точек, получим проекции линии пересечения плоскостей.

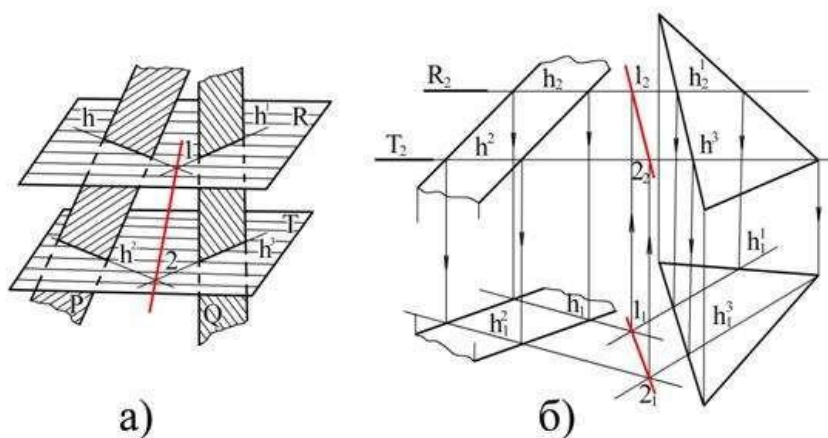


Рисунок 4.1 – Пересечение двух плоскостей общего положения

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 .

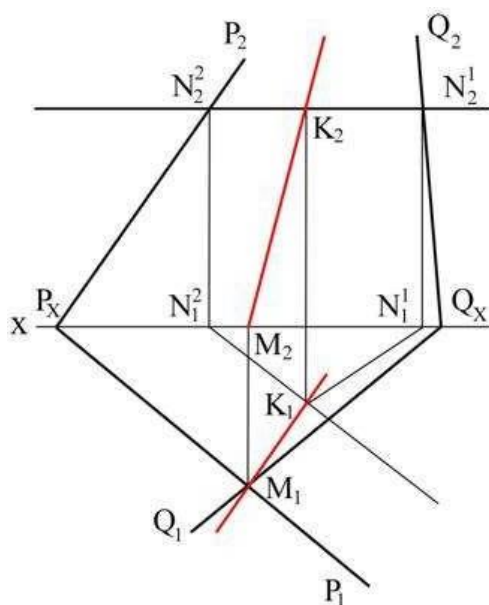


Рисунок 4.1 – Построение прямой пересечения плоскостей P и Q

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 P . 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.

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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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).

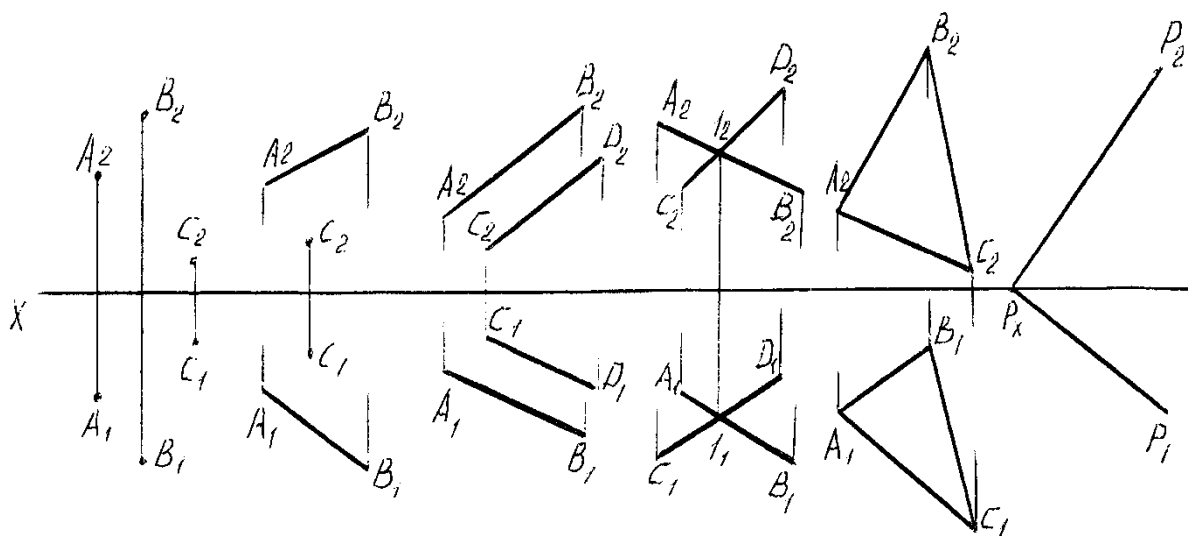


Рисунок 20 – Способы задания плоскостей

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).

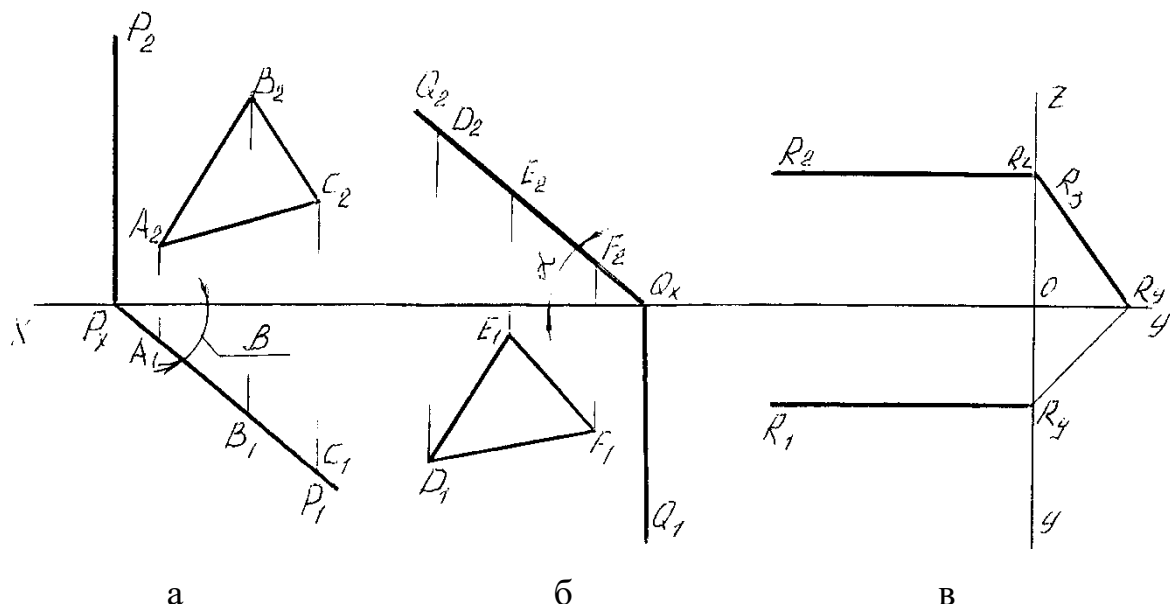


Рисунок 21 – Плоскости, перпендикулярные к плоскостям проекций: а – горизонтально-проецирующая, б – фронтально-проецирующая, в – профильно-проецирующая

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

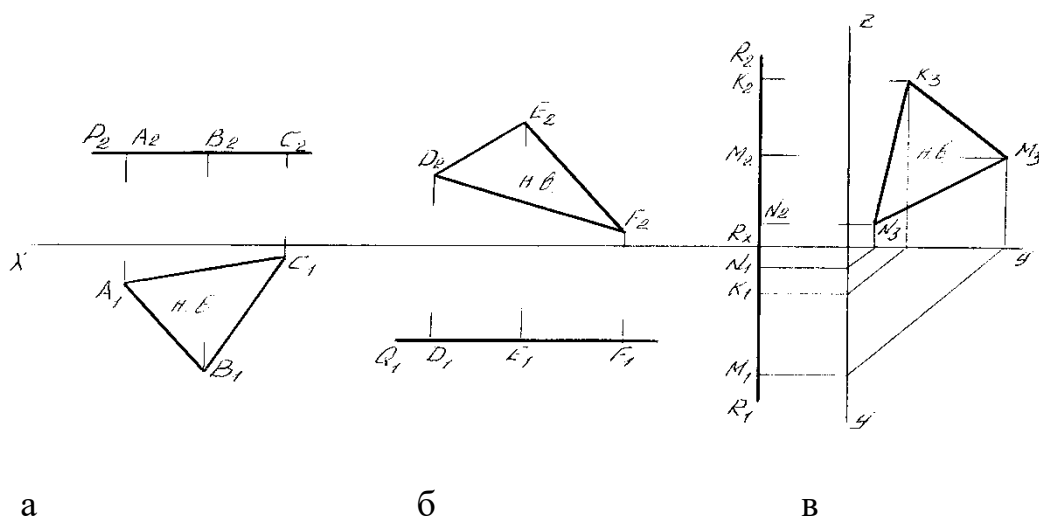


Рисунок 22 – Плоскости, параллельные плоскостям проекций: а – горизонтальная, б – фронтальная, в – профильная

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).

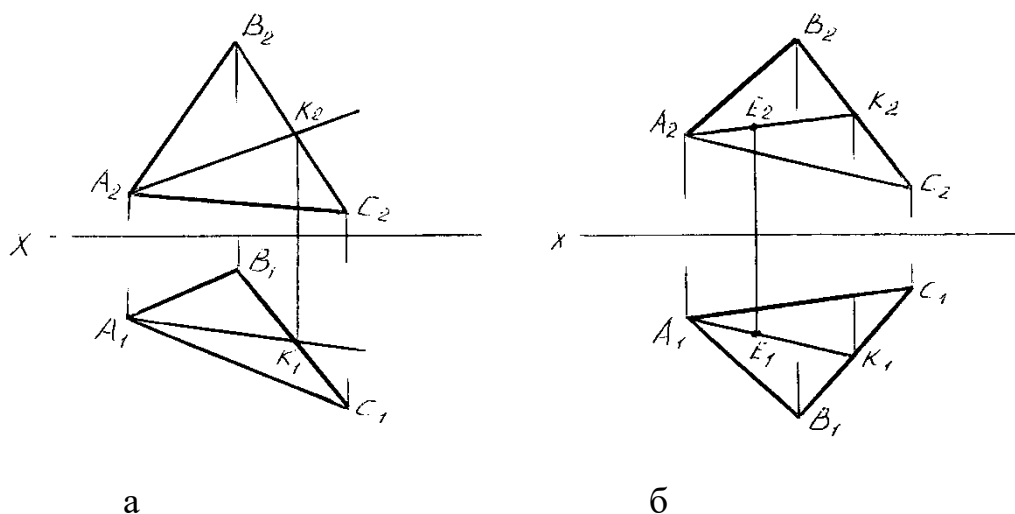


Рисунок 23 – Принадлежность плоскости: а – точки, б – прямой

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).

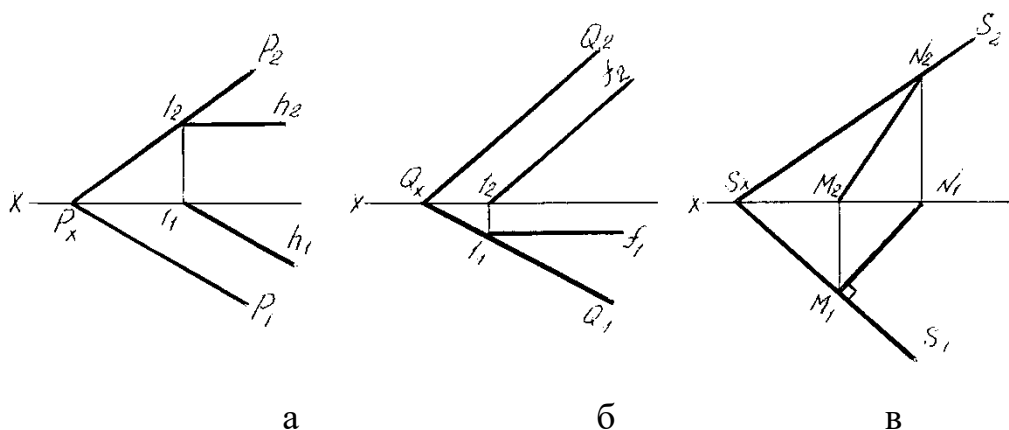
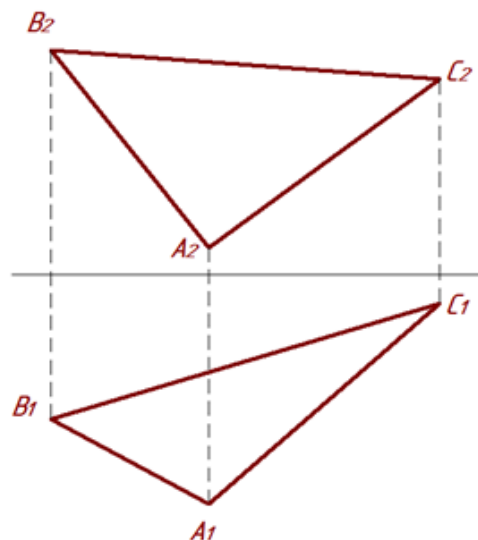
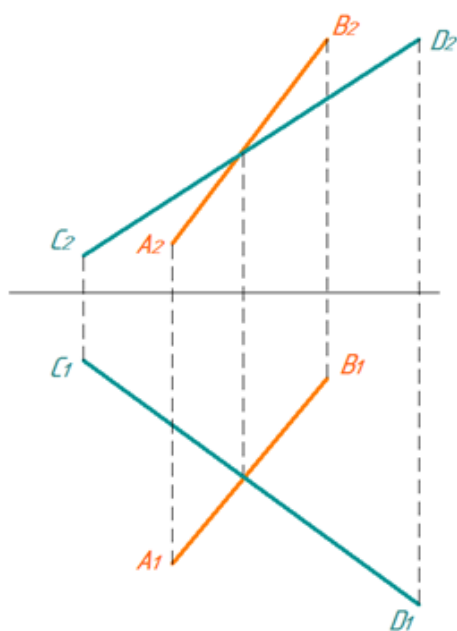


Рисунок 24 – Главные линии плоскости :а – горизонталь, б – фронталь, в – линия наибольшего ската плоскости

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. 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 9. 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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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

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;

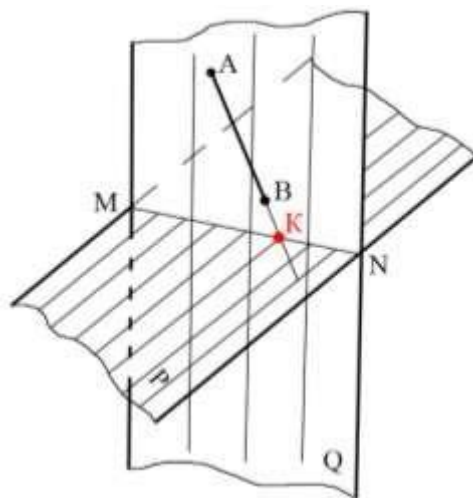


Рисунок 5.1 – Пересечение прямой АВ с плоскостью Р

- 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.

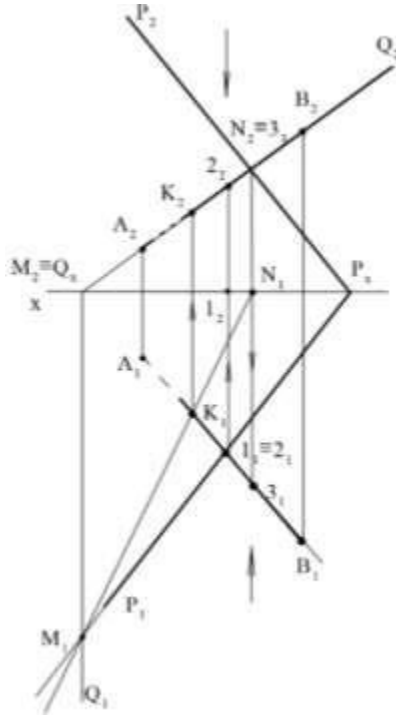


Рисунок 5.2 – Построения точки пересечения

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.

Практическое занятие № 10. 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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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;

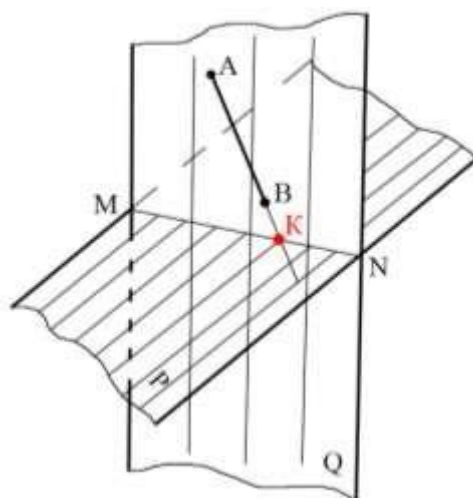


Рисунок 5.1 – Пересечение прямой АВ с плоскостью Р

- 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.

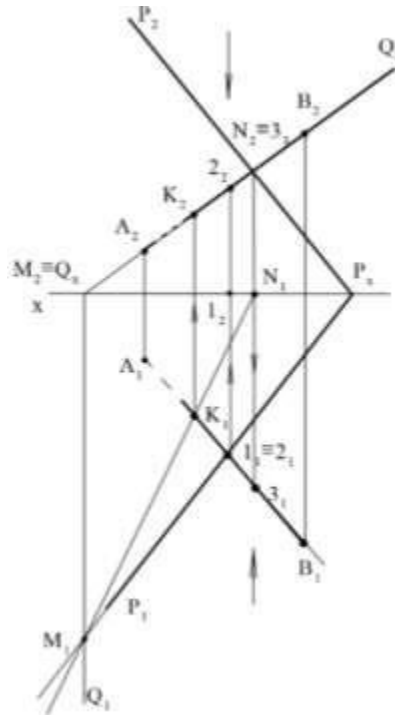


Рисунок 5.2 – Построения точки пересечения

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 № 11. 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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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).

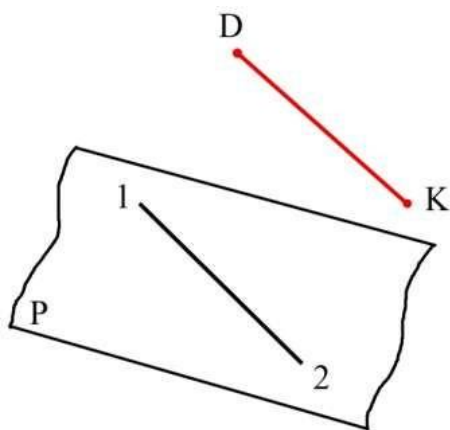


Рисунок 6.1 – Параллельность прямой и плоскости. Параллельность плоскостей можно проверить и при помощи произвольных прямых.

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

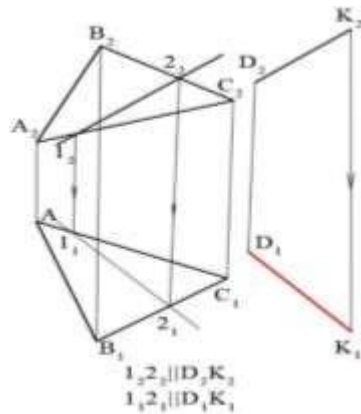


Рисунок 6.2 - Построение параллельной прямой

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 № 12. 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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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).

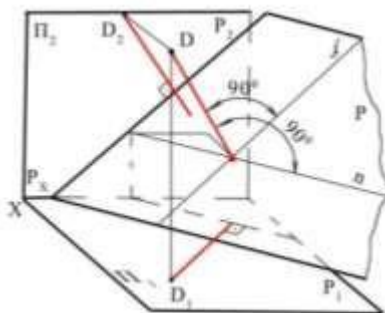


Рисунок 7.1 – Перпендикуляр к плоскости

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.

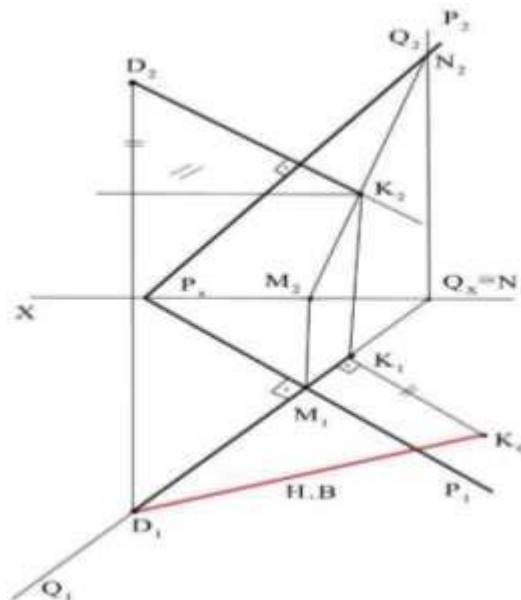


Рисунок 7.2 – Расстояние от точки до плоскости

Вопросы и задания.

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

Как определить на эпюре перпендикулярность прямой и плоскости?

Какими пересекающимися прямыми задается плоскость, перпендикулярная к

прямой общего положения?

Задача 7.1. Определить расстояние от точки А до плоскости общего положения Р, 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 № 13. Способ перемены плоскостей проекций.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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 $//$) 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 $\perp$) 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.

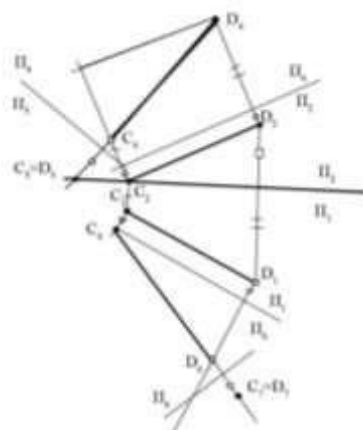


Рисунок 8.1 – Преобразования прямой

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

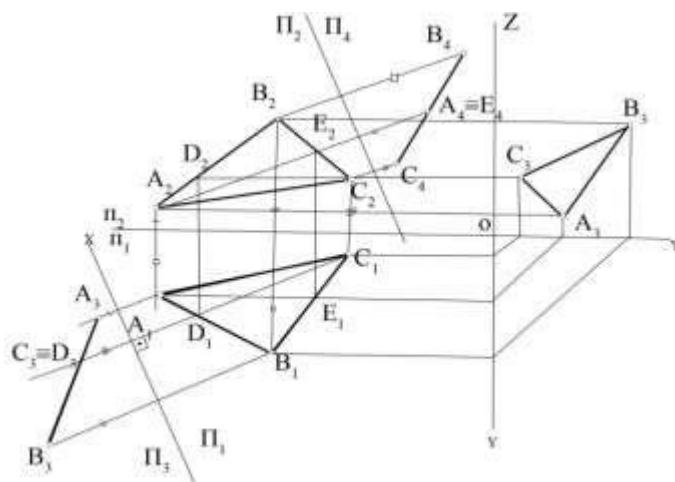


Рисунок 8.2 – Преобразования плоскости

Решение. Плоскость становится проецирующей, если ее главная линия (фронталь или горизонталь) будет проецирующей. Поэтому, сначала проводим фронталь АЕ. Затем вводим дополнительную горизонтальную плоскость Π_4 перпендикулярно фронтали. Для этого проводим ось Π_2/Π_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 эпюре 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.

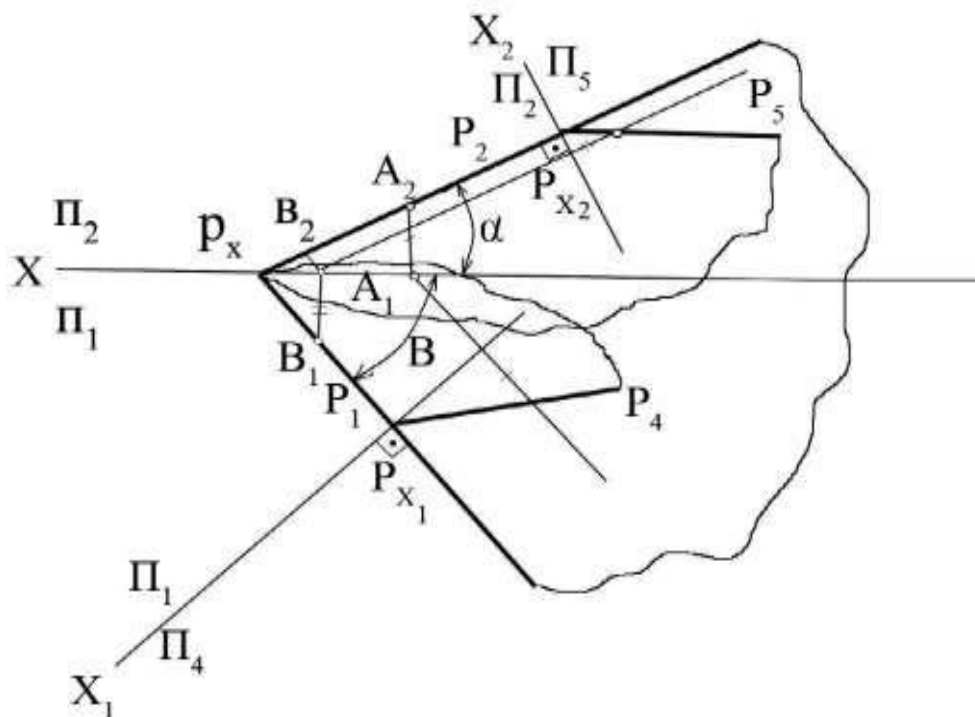
Задача 8.3. Преобразовать плоскость ΔABC в горизонтально-проецирующую. Построить третью проекцию ΔABC . Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 8.

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 № 14. 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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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.

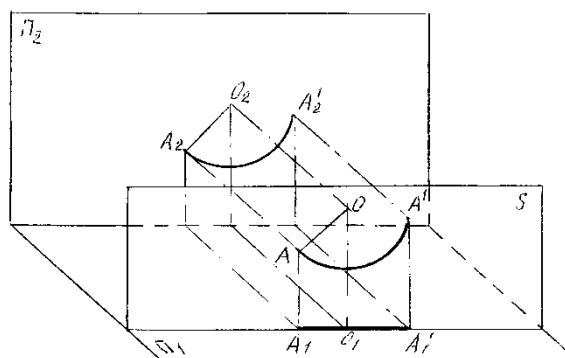


Рисунок 38 – Метод вращения

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).

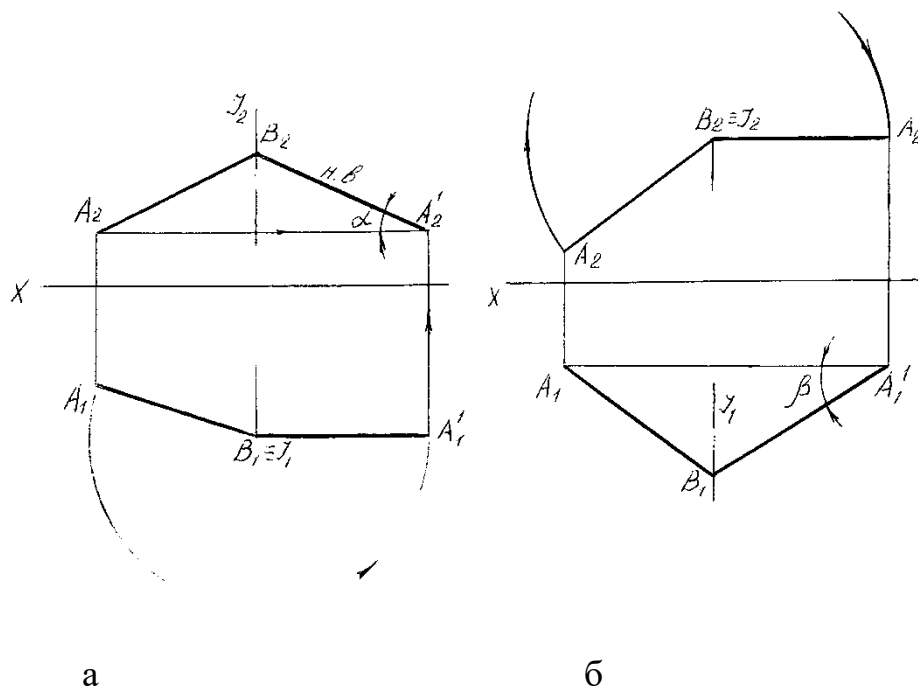


Рисунок 39 – Вращение отрезка вокруг оси, перпендикулярной к плоскости Π_1 (а), к плоскости Π_2 (б)

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 AB таким образом, чтобы он занял положение, параллельное плоскости проекций Π_1 .

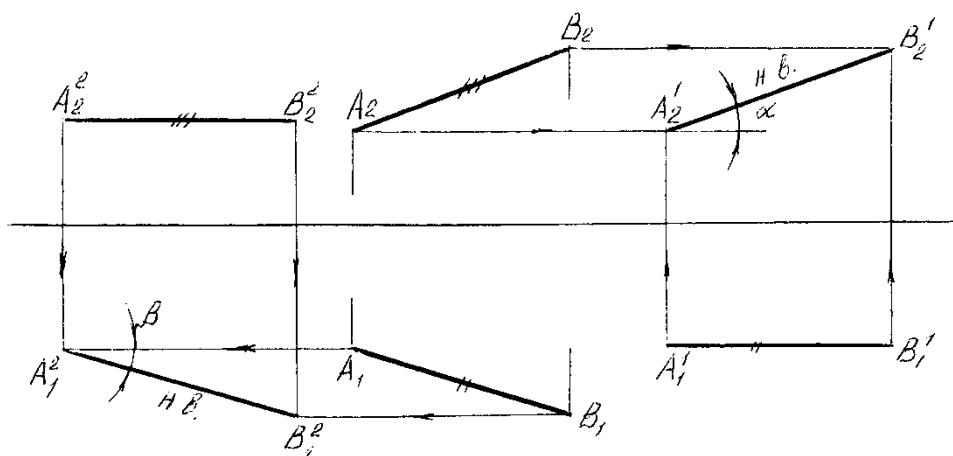


Рисунок 40 – Построение натуральной величины отрезка AB и углов наклона его к плоскостям проекций методом плоскопараллельного перемещения

На рисунке 41 приведен пример определения расстояния от точки A до плоскости P , заданной следами. Для решения этой задачи методом плоскопараллельного перемещения необходимо повернуть плоскость P таким образом, чтобы она заняла проецирующее положение. Задача решается в следующей последовательности:

- проводим в плоскости P 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 X . Вместе с плоскостью поворачиваем точку A ;
- 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 P .

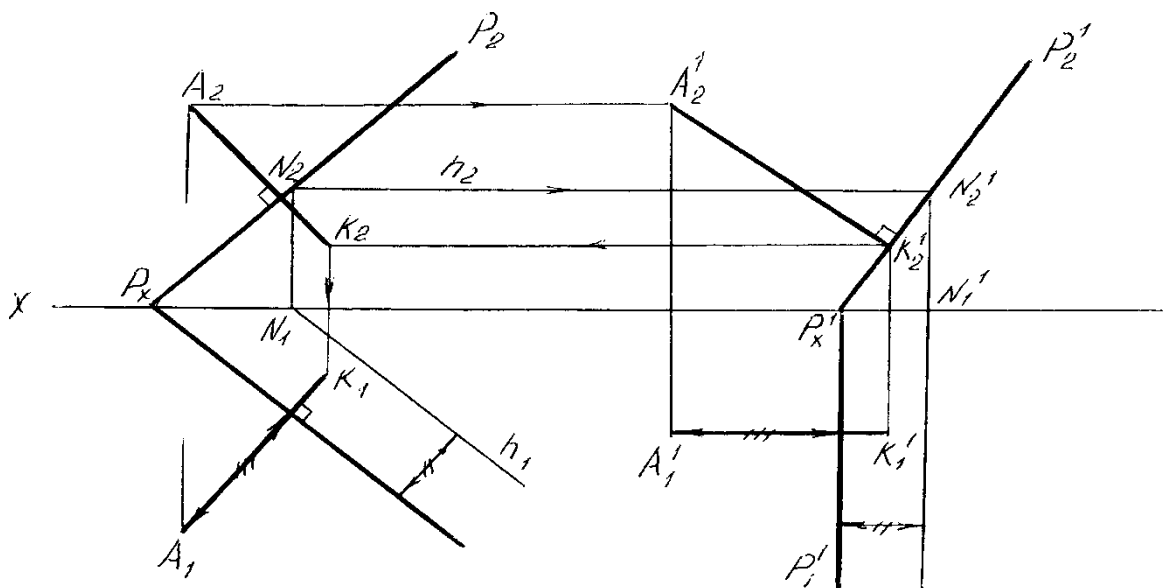


Рисунок 41 – Определение расстояния от точки до плоскости методом плоскопараллельного перемещения

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. 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. Проецирование многогранников.

Цель работы: развитие пространственного представления и воображения.

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

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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

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.

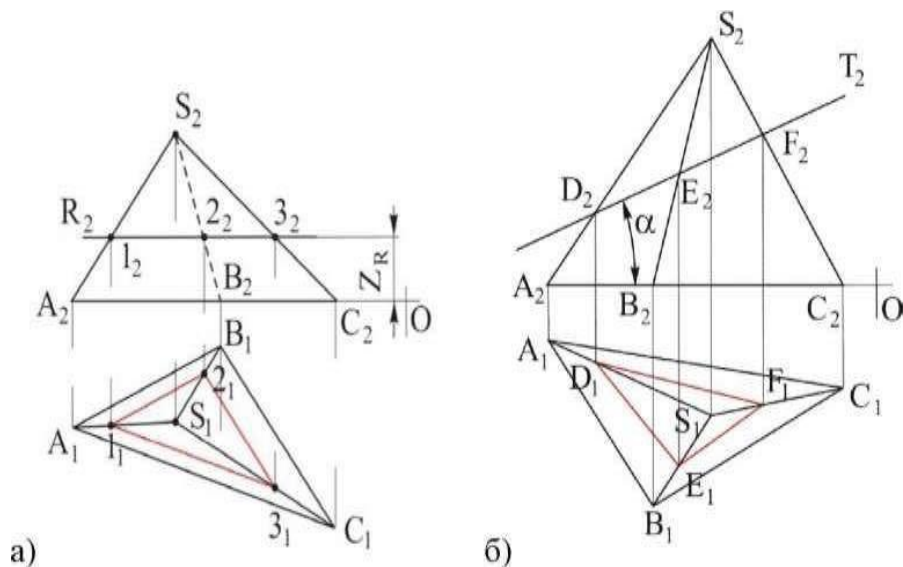
Способ ребер используется тогда, когда грани многогранника занимают общее положение, т. е. наклонены к плоскостям проекций. В этом случае решение сводится к задаче на построение точки пересечения прямой и плоскости (заданной секущей плоскости с каждым ребром многогранника), когда через ребро проводится 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 $12, 22, 32$ или $D2, E2, F2$. По линиям связи находим их горизонтальные проекции. Соединяем их прямыми линиями и получаем горизонтальные проекции треугольников сечения 112131 или $D1C1F1$.

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_1C_1). Плоскость T пересекает плоскость P ($K//L$) по линии 12 (построение показано стрелками). Соединив точки 12 и 22 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.

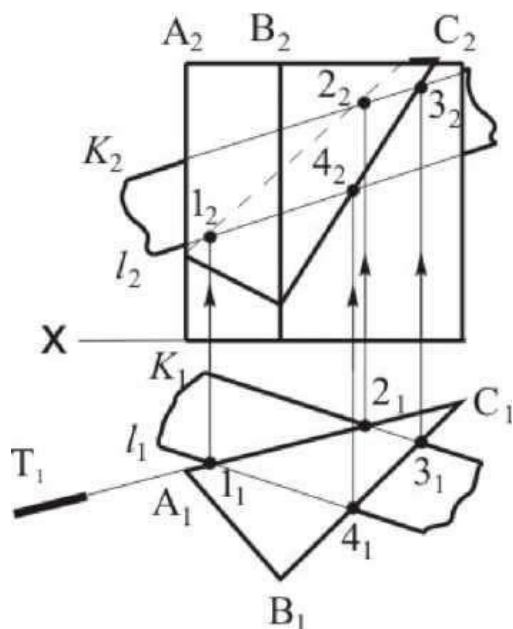


Рисунок 6.2 — Прямая призма (способ граней)

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

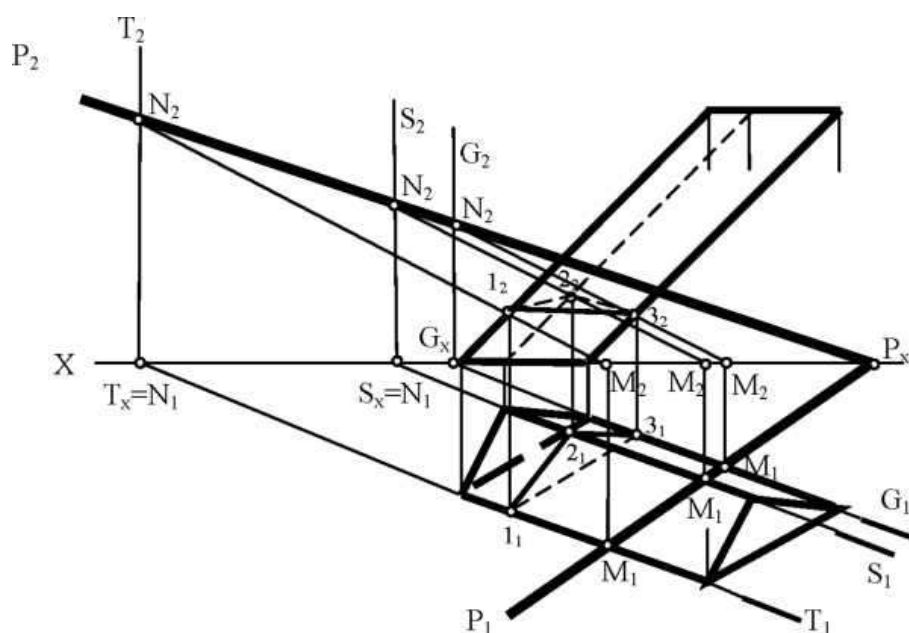


Рисунок 6.3 - Призма наклонная (способ ребер)

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 Р. В пересечение фронтальных проекций М2N2С соответствующими ребрами призмы получим точки 12, 22 и 32; зная их, находим горизонтальные проекции 1i, 2i и 3i 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 а2, b2 и с2. Последовательность построений показана стрелками. Горизонтальная проекция фигуры сечения a1b1c1 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 А пересекает прямую призму в точках 11 и 21, ребро С – в точках 31 и 41, а ребро В - 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 АВ

и ВС 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.

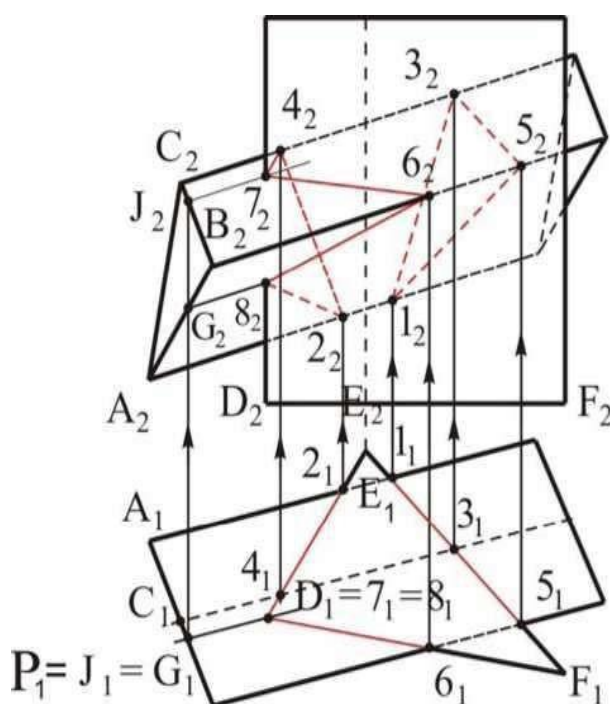


Рисунок 6.5 – Пересечение двух призм

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о

чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

На форматах А3 выполнить решения задач:

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. — 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 16. Пересечение тел вращения.

Цель работы: развитие пространственного представления и воображения..

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

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода;

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации.

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств.

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

Теоретическая часть

Взаимное пересечение поверхностей

Две поверхности пересекаются между собой по кривой или ломаной линии. Эту линию часто называют линией перехода. Для определения линии перехода находят точки, принадлежащие обеим поверхностям. Если хотя бы одна из заданных поверхностей является линейчатой или многогранником, то линию перехода можно построить, найдя точки встречи ребер или образующих этой поверхности, и соединить их в надлежащем порядке.

Другим способом нахождения линии перехода является применение вспомогательных поверхностей-посредников, которыми пересекают обе заданные поверхности. Чаще всего в качестве поверхностей–посредников применяют плоскости, а также сферы.

Вспомогательные плоскости и сферы следует выбирать так, чтобы линии их пересечения с заданными поверхностями получались удобными и простыми для построения (по возможности прямыми или окружностями).

Для построения линии пересечения поверхностей конуса, пирамиды, цилиндра и призмы бывает целесообразно брать такие плоскости- посредники, которые пересекают эти поверхности по образующим или ребрам. Если хотя бы одна из пересекающихся является сферой, удобно в качестве посредников применять

плоскости уровня, так как сечения сферы в этом случае проецируется на одну из плоскостей проекций в виде окружностей, а на другую в виде отрезков прямой. В зависимости от взаимного расположения поверхностей линии пересечения может быть одна (в случае врезания) или две (в случае проникания).

Построение линии пресечения двух поверхностей методом секущих сфер (концентрических сфер посредников)

Этот способ применяется для построения линии пересечения двух поверхностей вращения при условии, что оси поверхностей пересекаются между собой и параллельны одной из плоскостей проекций. Известно, что если сфера имеет центр на оси заданной поверхности вращения и пересекает эту поверхность, то линия пересечения будет окружностью. Если к тому же ось вращения заданной поверхности параллельна одной из плоскостей проекций, то указанная окружность проецируется на эту плоскость в отрезок прямой, перпендикулярной проекции оси вращения на ту же плоскость.

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

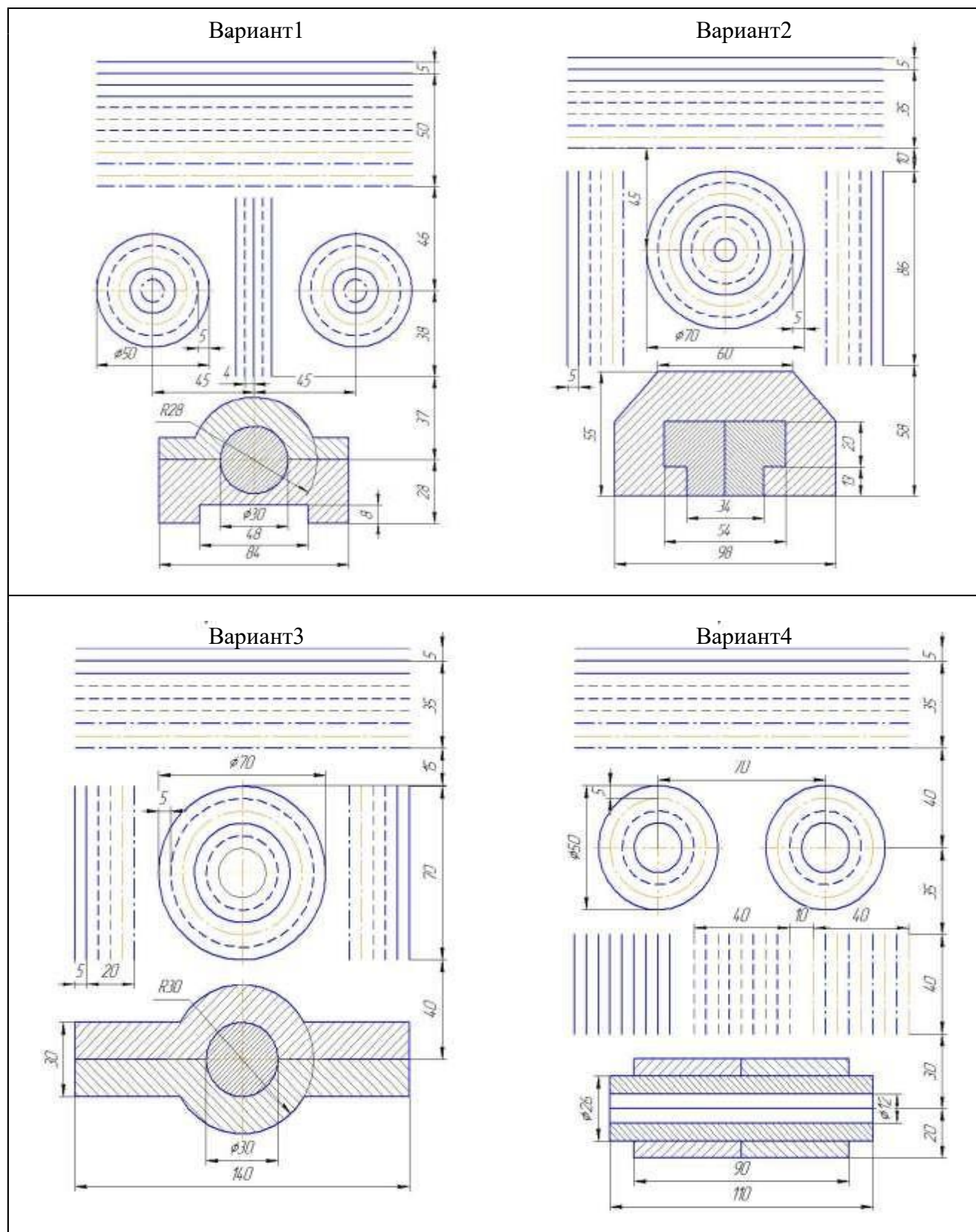
3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций 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. –

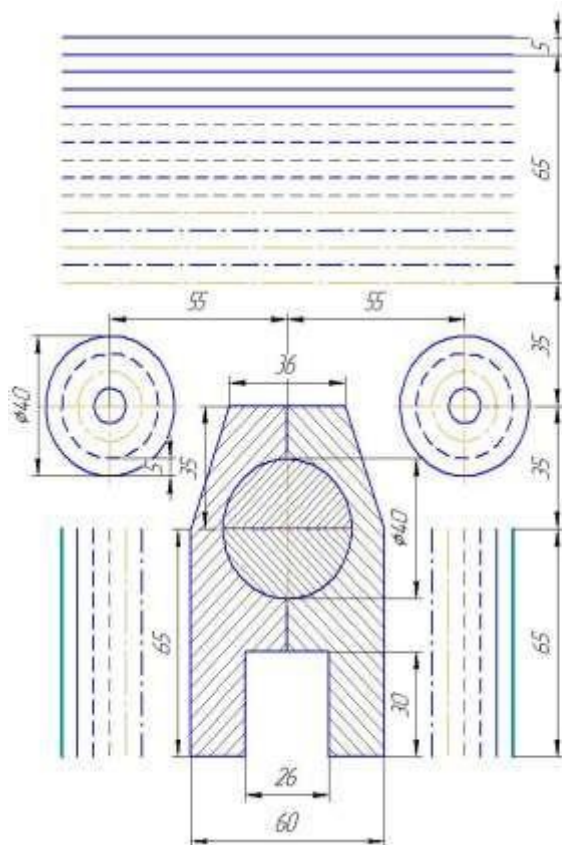
ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79

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.

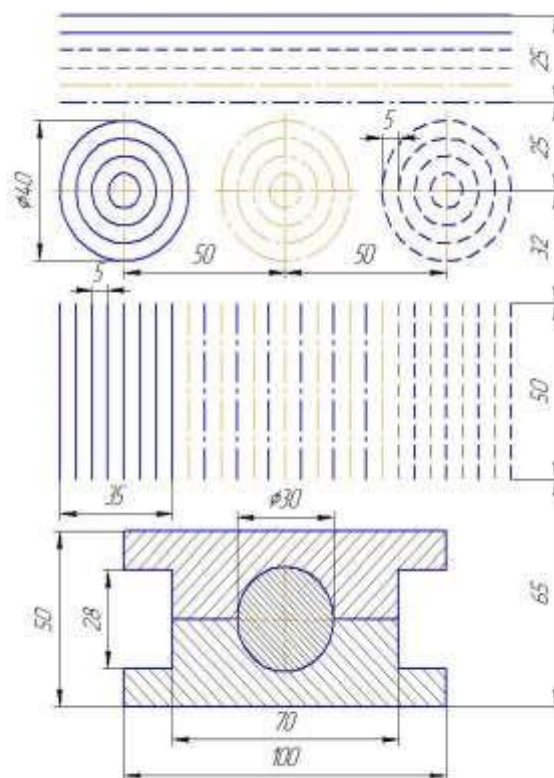
Таблица 1 – Данные для практического занятия 2



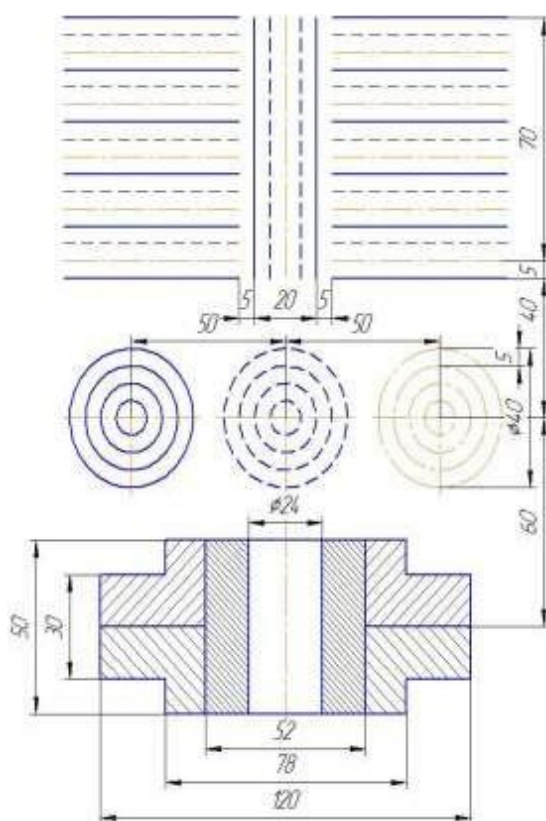
Вариант 5



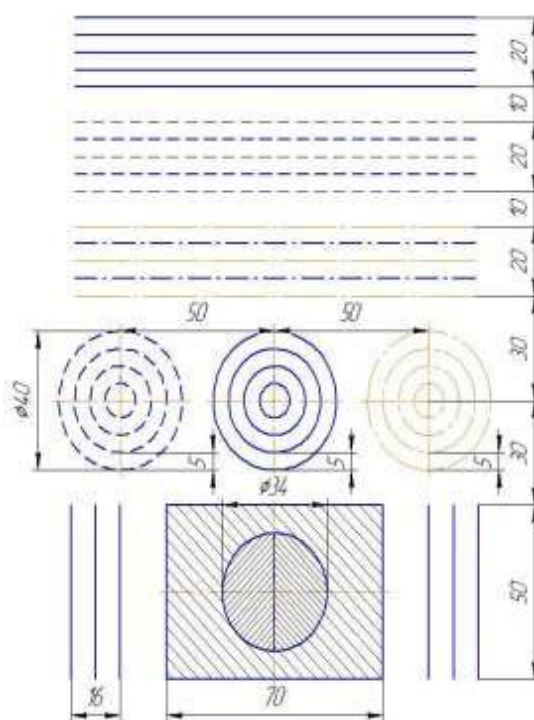
Вариант 6



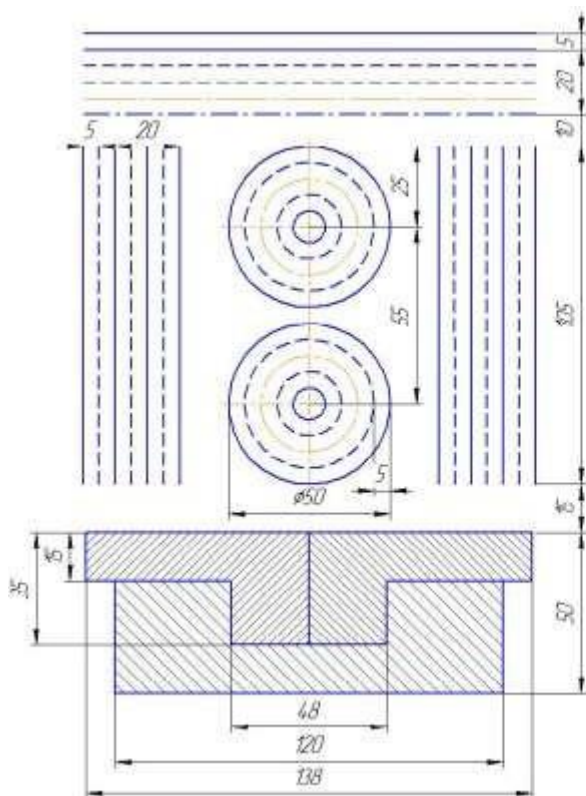
Вариант 7



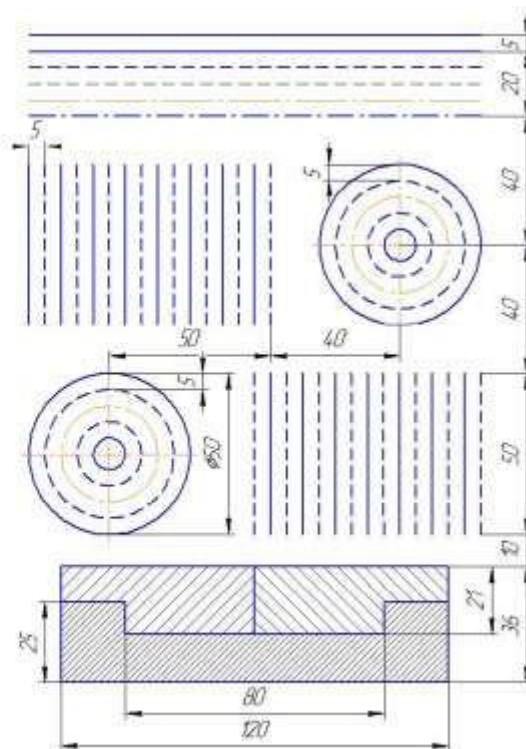
Вариант 8



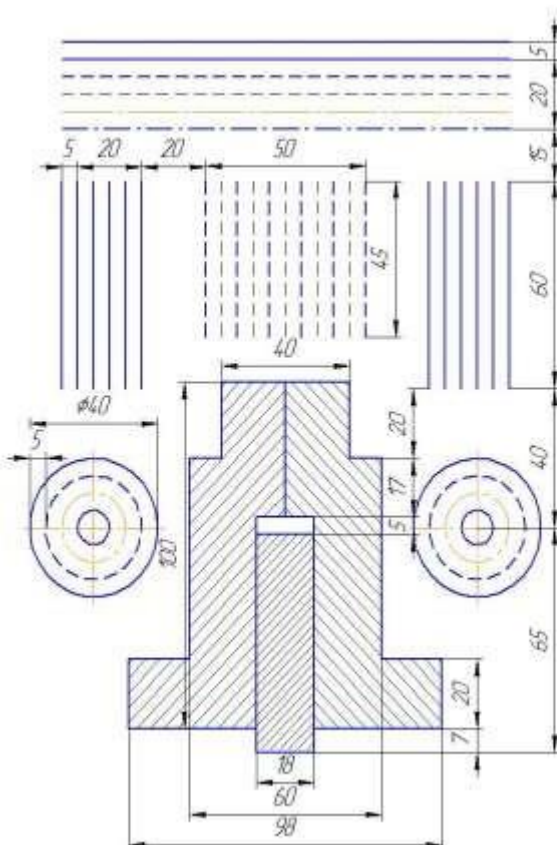
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

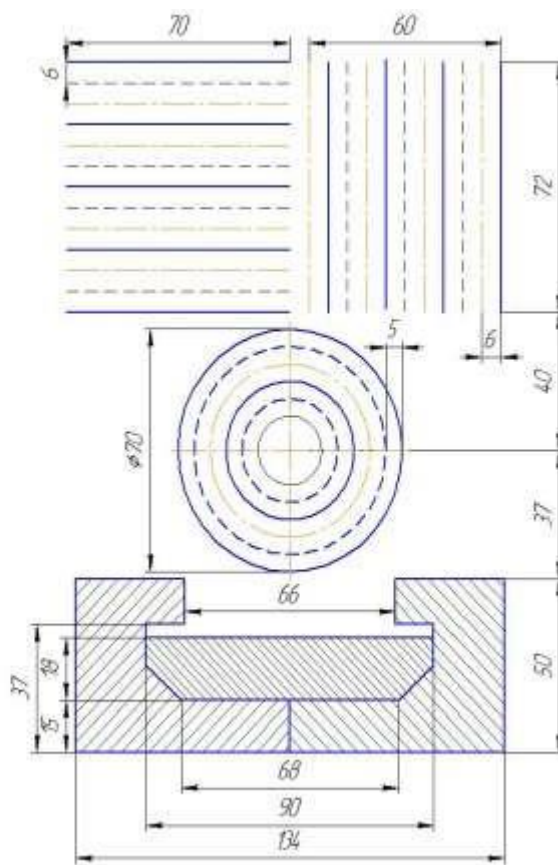


Таблица2-Данные к задаче

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.	пл.	Ось	пл.	пл.	пл.	Ось	пл.	пл.	Ось	пл.	пл.
	Π_1	Π_2	X_1	Π_3	Π_2	Π_1	X	Π_1	Π_2	X	Π_3	Π_1

Таблица4-Данные к задаче

Координаты	A			B			C			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	A			B			C			D			P _x	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	A			B			C			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

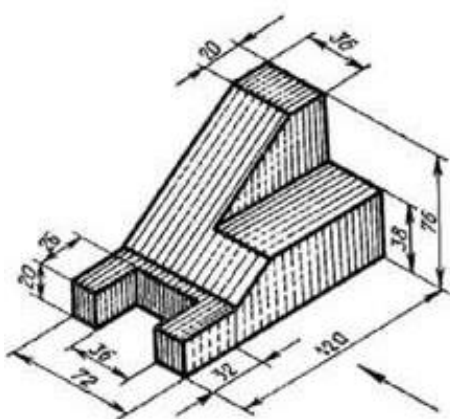
№	XA	YA	ZA	XB	YB	ZB	XC	YC	ZC	XD	YD	ZD	XE	YE	ZE	XK	YK	XG	YG	XU	YU	h
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	16	20	55	95	85
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	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

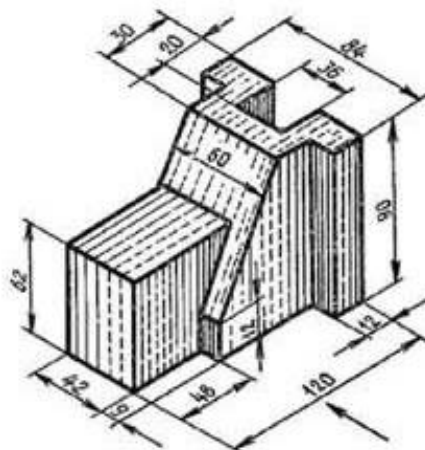
№варианта	№задания																
	1	2		3		4			5			6			7	8	
	R	R1	R	R1	R	R1	R2	R	R1	R2	R	R1	R2	R	R	R1	R2
1	25	13	18	10	35	13	10	16	13	18	45	22	13	44	23	13	23
2	28	12	17	10	33	12	10	15	12	14	35	17	10	34	18	10	17
3	30	14	18	11	38	14	11	17	13	16	40	19	11	38	20	11	21
4	32	16	19	13	45	16	13	19	16	19	47	23	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

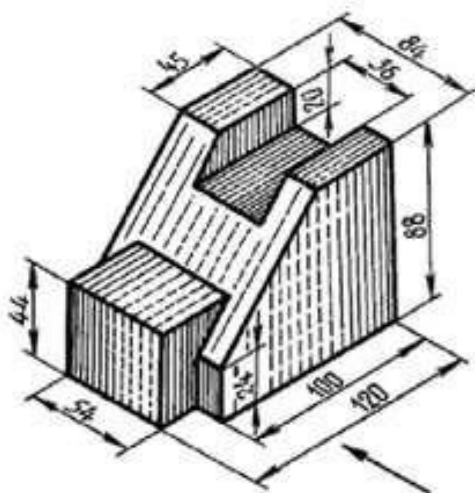
Вариант 1



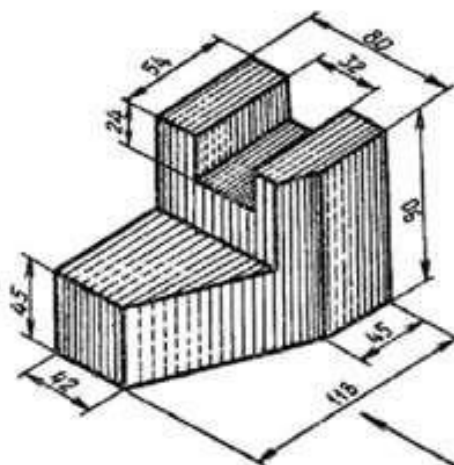
Вариант 2



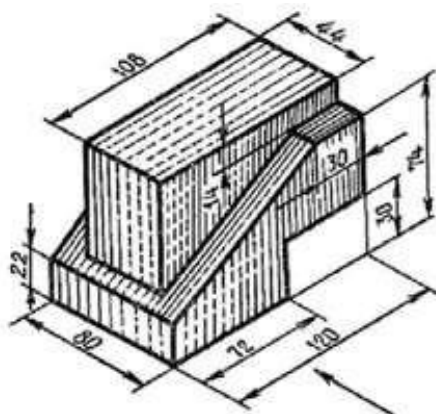
Вариант 3



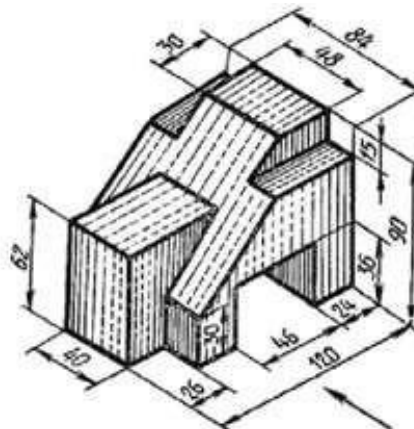
Вариант 4



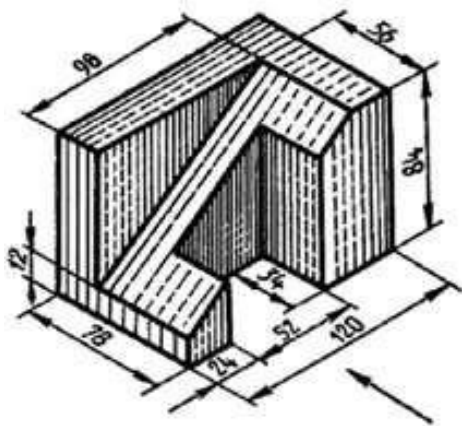
Вариант 5



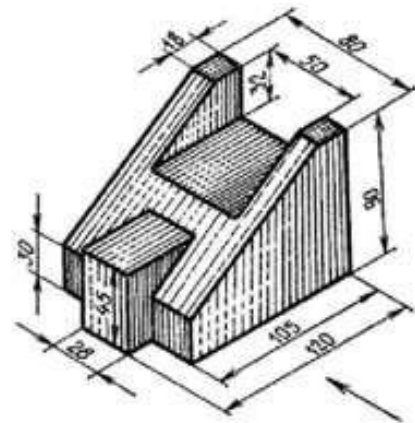
Вариант 6



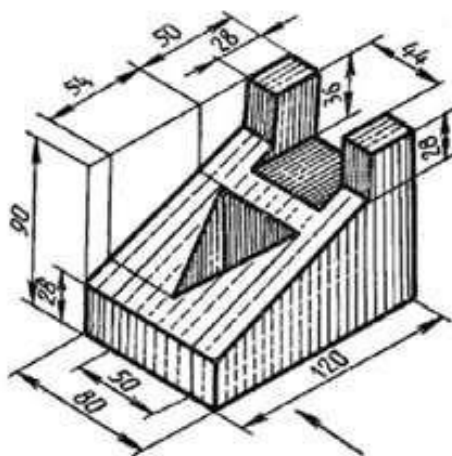
Вариант7



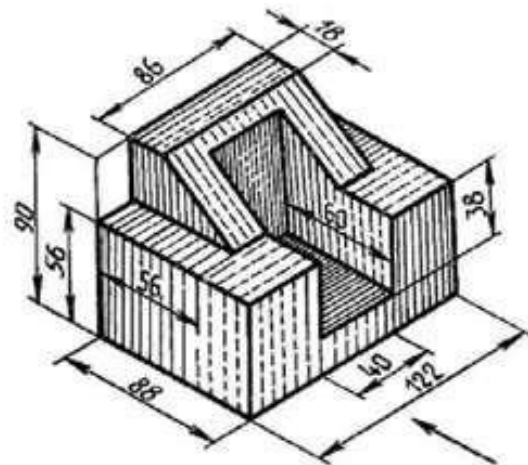
Вариант8



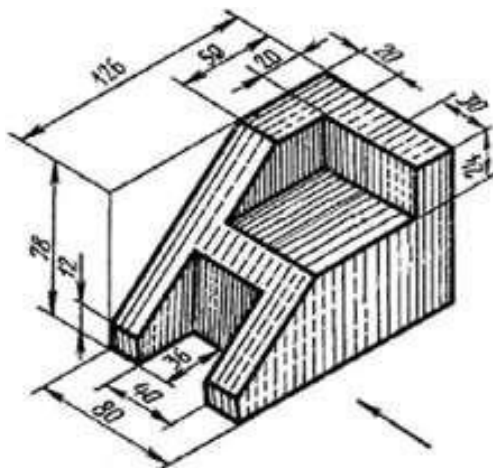
Вариант9



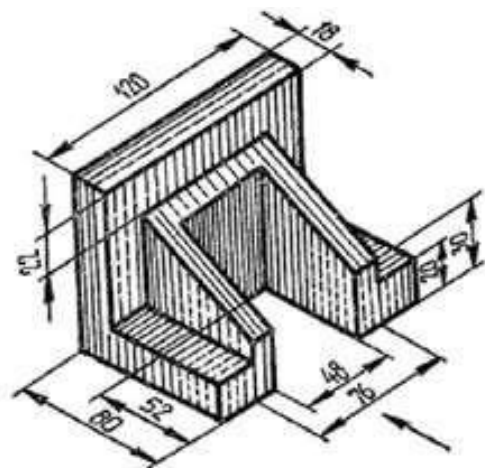
Вариант10



Вариант11



Вариант12



№ п/п	Год и сем.	Всего уч. №	№ п/п	Год и сем.

СКФУ

Кафедра технологий машиностроения
и технологического оборудования

АЛЬБОМ ЧЕРТЕЖЕЙ

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

Доботаленко Алексея

г. Симферополь 2014-2015 уч. год

Рисунок1–Примероформления титульноголиста.

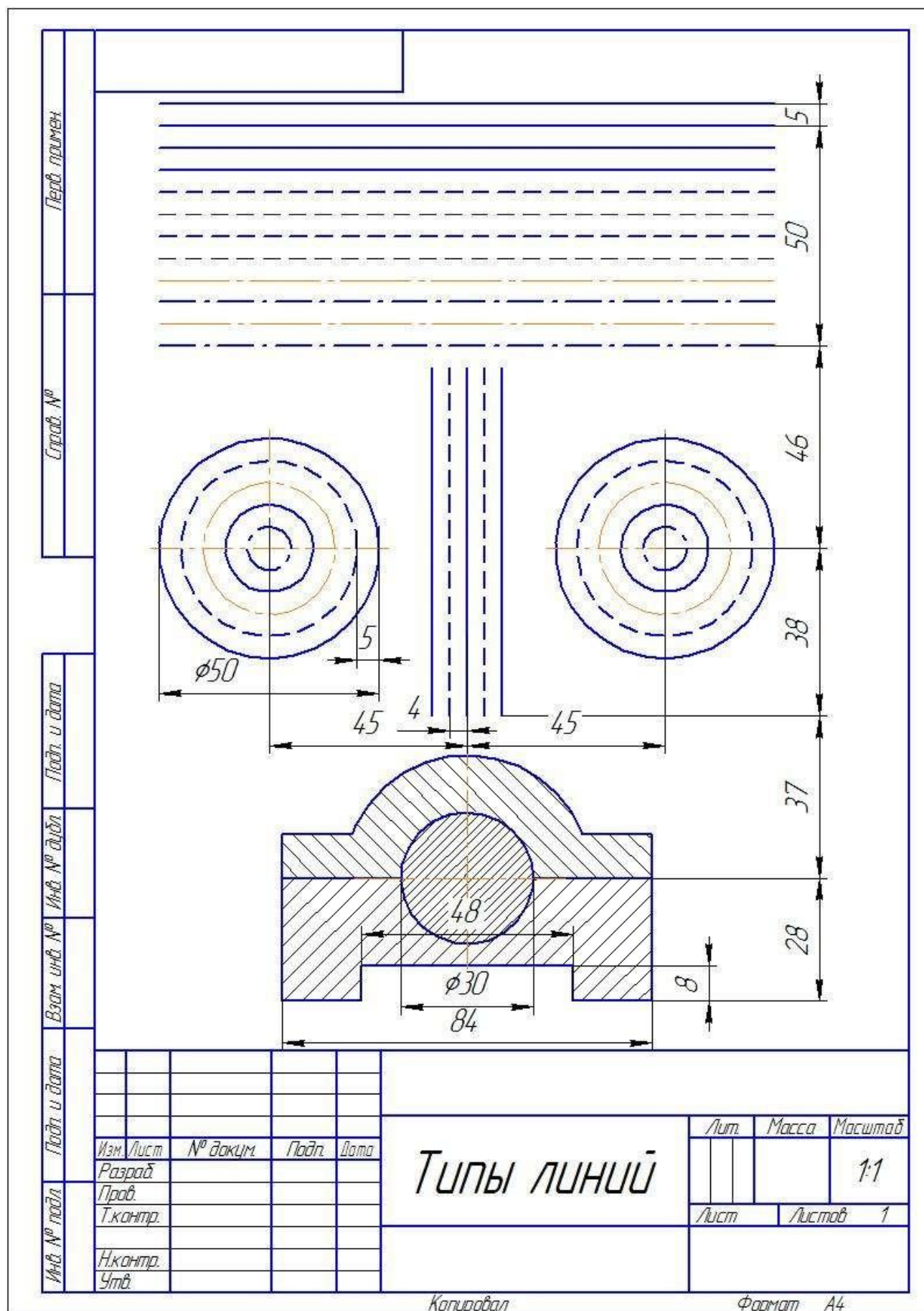


Рисунок 2—Пример выполнения практического занятия 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

для студентов направления подготовки

15.03.05– Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

:

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

Методические указания предназначены для изучения дисциплины «Начертательная геометрия». Содержат методику самостоятельного изучения материалов. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, направленность (профиль): Технология машиностроения Квалификация выпускника: Бакалавр

ПРЕДИСЛОВИЕ

В представленных методических указаниях основное внимание уделено самостоятельному изучением материалов по начертательной геометрии.

Целью изучения дисциплины является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
2 План-график выполнения самостоятельной работы	9
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	9
Список рекомендуемой литературы	25

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Начертательная геометрия» относится к профессиональному циклу дисциплин (базовой части). Ее освоение происходит во 2-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.

Дисциплина «Начертательная геометрия» основана 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 набора универсальных и общепрофессиональных (И-1_{УК-1}, И-2_{УК-1}, ИД-1_{ОПК-9}) компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

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,- выра-

ботки 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 лабораторным 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 экзамену	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:

И-1_{УК-1} Выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода

И-2_{УК-1} Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации

ИД-1_{ОПК-9} Анализирует методы организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств

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	Проецирование прямой.	5 неделя
4	Проецирование плоскости.	7 неделя
5	Методы преобразования эпюра Монжа.	11 неделя

6	Проецирование многогранников.	13 неделя
7	Пересечение тел вращения	16 неделя

Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося
Очная форма обучения

Коды реализуемых компетенций, индикатор(ов)	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
2 семестр						
И-1 _{ук-1} И-2 _{ук-1} ИД-1 _{опк-9}	Подготовка к лабораторным работам	Альбом чертежей	собеседование	4,3	0,5	4,8
И-1 _{ук-1} И-2 _{ук-1} ИД-1 _{опк-9}	Подготовка к практическим занятиям	Альбом чертежей	собеседование	5,8	0,6	6,4
И-1 _{ук-1} И-2 _{ук-1} ИД-1 _{опк-9}	Подготовка к лекционным занятиям	конспект	собеседование	1,4	0,2	1,6
И-1 _{ук-1} И-2 _{ук-1} ИД-1 _{опк-9}	Самостоятельное изучение литературы	конспект	собеседование	44,3	4,9	49,2
И-1 _{ук-1} И-2 _{ук-1} ИД-1 _{опк-9}	Подготовка к экзамену	экзамен	собеседование	52,5	1,5	54
Итого за 2 семестр				108,3	7,6	116,0
Итого				108,3	7,6	116,0

Критерии оценивания компетенций указаны после каждого вида самостоятельной работы

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 эскизов 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, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности 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 $Y1$ на ось $Y3$?
13. Какие знаки имеют координаты точек, расположенных во 2 и 8 октантах?
14. Как восстановить положение пространственной точки по ее про-

екциям?

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 эпюре перпендикулярность прямой и плоскости?
45. Какими пересекающимися прямыми задается плоскость, перпендикулярная к прямой общего положения?
46. Как изображается на эпюре 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 $\perp$ плоскости Π_2 ?
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?

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 разворачиваемыми, а какие неразворачиваемыми? 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?

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_{УК-1}, ИД-2_{УК-1}, ИД-1_{ОПК-9} 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 допуская 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, компьютерной графики. При ответе на вопрос использует в основном лекционный материал. Сопровождает свой ответ поясняющими эскизами и эпюрами. Компетенции ИД-1_{УК-1}, ИД-2_{УК-1}, ИД-1_{ОПК-9} 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_{УК-1}, ИД-2_{УК-1}, ИД-1_{ОПК-9} 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 пространства, построения эпюров, создания чертежей в соответствии с правилами и нормами ЕСКД. Не знает средства и методы компьютерной графики. Компетенции ИД-1_{УК-1}, ИД-2_{УК-1}, ИД-1_{ОПК-9} в рамках данной дисциплины не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Данные оценочные мероприятия проводятся в рамках контрольных точек. Процедура проведения оценочного мероприятия включает в себя: предоставление студентом чертежей с выполненными на практических занятиях заданиями по индивидуальным вариантам; устное индивидуальное собеседова-

ние с преподавателем по темам практических занятий, предшествующих контрольной точке; выставление оценки.

Предлагаемые студенту вопросы позволяют проверить освоение студентом универсальных и общепрофессиональных ИД-1_{УК-1}, ИД-2_{УК-1}, ИД-1_{ОПК-9} компетенций на базовом и повышенном уровне. Вопросы базового уровня направлены на проверку знаний в области теоретических основ дисциплины в рамках лекционного материала, методик решения стандартных практических задач, навыка моделирования пространства и объектов в нем, навыка выполнения чертежа с соблюдением правил его оформления. Вопросы повышенного уровня позволяют оценить готовность к системному подходу при решении задач, анализу теоретических положений и применению их в нестандартной практической ситуации. При подготовке к ответу на вопросы повышенного уровня требуется самостоятельное изучение разделов дисциплины, не освещенных на лекционных занятиях, в том числе с применением глобальной компьютерной сети.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо оформить согласно требованиям ЕСКД чертежи с выполненными заданиями по соответствующей теме, изучить лекционный материал и литературные источники, а также сведения, находящиеся в свободном доступе в глобальной сети Интернет.

При проверке задания оцениваются:

- правильность решения задачи или задания;
- соблюдение требований и норм ЕСКД;
- полнота раскрытия вопроса;
- логичность и последовательность ответа;
- степень обоснованности выбранного решения;
- степень использования графических иллюстраций ответа.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{УК-1} ИД-2 _{УК-1} ИД-1 _{ОПК-9}	правильность решения задачи или задания	
	соблюдение требований и норм ЕСКД	
	полнота раскрытия вопроса	
	правильность и четкость ответов	
	логичность и последовательность ответа	
	степень обоснованности выбранного решения	

	степень использования графических иллюстраций ответа	
--	--	--

Вопросы к экзамену

Базовый уровень

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности:

- Знать: 1. Основные методы проецирования.
2. Пространственная (или декартовая) система координат. Плоскости проекций
3. Эпюр Монжа. Ортогональные проекции точки. Координаты точки.
4. Проецирование прямой на три плоскости проекции.
5. Прямые частного положения. Их графические признаки и свойства.
6. Свойства точки, лежащей на прямой. Натуральная величина отрезка прямой общего положения, метод прямоугольного треугольника.
7. Следы прямой.
8. Параллельные, пересекающиеся и скрещивающиеся прямые, их графические признаки. Конкурирующие точки.
9. Теорема о проецировании прямого угла.
10. Способы задания плоскости на чертеже. Следы плоскости.
11. Плоскости частного положения. Их графические признаки и свойства.
12. Принадлежность точки и прямой плоскости. Плоскости общего положения.
13. Главные линии плоскости.
14. Пересечение двух плоскостей. Алгоритм определения линии

пересечения.

15. Пересечение прямой с плоскостью. Алгоритм определения точки пересечения.
16. Параллельность прямой и плоскости; параллельность 2-х плоскостей.
17. Перпендикулярность прямой и плоскости. Перпендикулярность 2-х плоскостей.
18. Сущность способа перемены плоскостей проекций. Построение новой проекции точки.
19. Четыре основные задачи, решаемые методом замены плоскостей проекций.
20. Сущность преобразования проекций способом вращения вокруг перпендикулярной оси. Построение новой проекции точки.
21. Способ плоскопараллельного перемещения. Построение новой проекции точки.
22. Многогранники и их виды. Задание многогранника на комплексном чертеже.
23. Пересечение прямой и многогранника. Алгоритм построения.
24. Построение линии пересечения двух многогранников.
25. Развертка поверхностей. Свойства разверток. Способы построения разверток.
26. Построение разверток пирамиды методом триангуляции. Суть способа триангуляции.
27. Построение разверток призмы методом нормального сечения. Суть способа.
28. Построение разверток призмы методом раскатки. Суть способа.
29. Понятие ЕСКД. Какие правила устанавливают стандарты ЕСКД?
30. Основные форматы по ГОСТ 2.301-68. Формы основной надпи-

си.

31. Масштабы. Типы и назначение линий, используемых для оформления чертежа.
32. Типы и размеры шрифтов по ГОСТ 2.304-68.
33. Основные требования и правила нанесения размеров на чертежах.

- Уметь, 1. Построить три проекции и наглядное изображение точки А (20, 30, -25).
 владеть 2. Построить три проекции точек В (22,0,35) и С (40,0,0).
 3. Определить следы прямой ВС. Исходные данные (мм): В (18, 18, 27), С (60, 35, 8).
 4. Определить натуральную величину отрезка АВ методом прямоугольного треугольника. Исходные данные (мм): А (45, 25, 30), В (20, -10, 10).
 5. Найти точку С, делящую отрезок АВ в соотношении АС:СВ=1:2. Исходные данные (мм): А (45, 25, 30), В (20, 10, 10).
 6. Провести через точку А прямую, параллельную прямой СВ. Исходные данные (мм): А (30, 15, -10), В (18, 18, 27), С (60, -35, 8).
 7. Построить три проекции прямых АВ и CD. Выяснить их взаимное положение. Исходные данные: А (5;42;12), В(35; -12; -34), С(20; -24; -40), D (-10; 30; 6).
 8. Построить проекции треугольника ABC и точки К, принадлежащей плоскости треугольника. Исходные данные (мм): А (110,90,10), В (50,25,70), С (0,80,50), К (70,--,85).
 9. В плоскости треугольника ABC построить линию наибольшего ската. Исходные данные (мм): А (115,90,10), В (50,25,70), С(0,80,50).
 10. Найти точку пересечения прямой АВ с плоскостью Р, заданной следами. Определить видимость прямой. Исходные данные (мм): А (50, 35, 30), В (5, 5, 30), Р (угол наклона Р₁ к ОХ - 60 град, Р₂ - 150 град, Точка Р_х (70, 0, 0)).
 11. Определить точку пересечения прямой DE с плоскостью треугольника ABC. Исходные данные (мм): А (80, 12, 30), В (45, 42, 45), С (24, 12, 8), D (75, 45, 19), Е (15, 10, 38).
 12. Через точку К провести плоскость Q, параллельную плоскости Р. Плоскость Q определить следами. Исходные данные (мм): К (50, 40, 35), Р (угол наклона Р₁ к ОХ - 115 град, Р₂ - 40 град, Точка Р_х (35, 0, 0)).

13. Из точки А провести перпендикулярную прямую к плоскости, заданной треугольником BCD. Исходные данные (мм): А (50, 17, 43), В (40, 7, 7), С (8, 7, 50), D (60, 50, 50)
14. Определить натуральную величину отрезка АВ способом замены плоскостей проецирования. Исходные данные (мм): А (45, 25, 30), В (20, 10, 10).
15. Определить натуральную величину отрезка АВ способом плоскопараллельного перемещения. Исходные данные (мм): А (45, 25, 30), В (20, 10, 10).
16. Построить сопряжение двух пересекающихся прямых дугой окружности радиусом $R = 15$ мм.
17. Построить внешнее сопряжение окружности радиусом $R_1 = 13$ мм с прямой дугой окружности радиуса $R = 18$ мм.
18. Построить внутреннее сопряжение окружности радиусом $R_1 = 10$ мм с прямой дугой окружности радиуса $R = 33$ мм.
19. Дана окружность m с центром в точке O_2 и радиусом $R = 22$ мм, и точка O_1 вне ее. Через данную точку провести касательную к данной окружности.
20. Построить сопряжение с внутренним касанием двух данных окружностей m и n с радиусами $R_1 = 16$ мм и $R_2 = 19$ мм дугой заданного радиуса $R = 47$ мм.

Повышенный уровень

- | | |
|-------|---|
| Знать | <ol style="list-style-type: none"> 1. Свойства центральных и параллельных проекций. 2. Какие требования предъявляются к проекционному чертежу? 3. Понятие обратимости чертежа. 4. Три способа построения профильной проекции точки. 5. Деление проекции отрезка на части. 6. Как определить видимость прямой с помощью конкурирующих точек? 7. Как с помощью следов определить видимость прямой? 8. Как выполнить переход от одного способа задания плоскости к другому. 9. Построение следов плоскости, заданной пересекающи- |
|-------|---|

мися прямыми.

10. Области применения проецирующих плоскостей.
11. Области применения плоскостей уровня.
12. Методика определения принадлежности точки плоскости, заданной следами.
13. Примеры применения главных линий плоскости.
14. Частные случаи пересечения двух плоскостей.
15. Алгоритм решения задачи на нахождение расстояния от точки до плоскости.
16. Как найти расстояние между скрещивающимися прямыми методом замены плоскостей?
17. В чем отличие способа вращения вокруг проецирующих прямых и плоскопараллельного перемещения?
18. Что понимается под термином «подъем в пространство»?
19. В каком случае можно без вспомогательных плоскостей определить точки пересечения прямой с многогранником?
20. Какие поверхности называются разворачиваемыми, а какие неразворачиваемыми? Приведите примеры.
21. Сформулируйте понятие «сопряжение». Опишите методику построения сопряжения кривых.
22. Какие виды изделий установлены ГОСТ?
23. Какие существуют виды конструкторских документов?
24. Какой тип шрифта рекомендуется для машиностроительных чертежей?
25. По какому принципу выбирается главный вид?
35. Какие упрощения изображений на сборочном чертеже предусмотрены стандартами ЕСКД?

36. Сферы применения компьютерной графики. Классификация применений компьютерной графики.

37. Форматы хранения графической информации. Назначение и области применения конкретных форматов.

Уметь,
владеть

1. Определить октанты расположения точек.
2. Где располагаются точки В (22,0,35) и С (40,0,0)?
3. Определить положение прямой ВС.
4. Определить углы наклона отрезка АВ к плоскостям проекций. Исходные данные (мм): А (45, 25, 30), В (20, -10, 10).
5. Определить координаты точки С в задаче № 36 базового уровня.
6. Найти следы плоскости, заданной треугольником ABC. Исходные данные (мм): А (110,90,10), В (50,25,70), С (0,80,50).
7. Найти угол наклона плоскости треугольника ABC к плоскости П1. Исходные данные (мм): А (115,90,10), В (50,25,70), С(0,80,50).
8. Определить видимость прямой в задачах № 41, 42 базового уровня.
9. Определить расстояние от точки А до плоскости, заданной следами. Исходные данные (мм): А (70, 25, 15), Р (угол наклона Р1 к ОХ - 50 град, Р2 - 40 град, Точка Рх (10, 0, 0)).
10. Определить натуральный вид треугольника ABC. Исходные данные (мм): А (115,90,10), В (50,25,70), С(0,80,50).
11. Построить сопряжение с внешним касанием двух заданных окружностей m и n с радиусами R1=14 мм и R2=11 мм дугой заданного радиуса R=17 мм.
12. Построить сопряжение с внешне-внутренним касанием двух данных окружностей m и n с радиусами R1=16 мм и R2=9 мм

дугой заданного радиуса $R=32$ мм.

13. Даны окружности m и n с центрами в точке O_1 и точке O_2 и радиусами $R_1=9$ мм и $R_2=16$ мм. Построить общую касательную AB к данным окружностям.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и задачами как базового, так и повышенного уровня. При ответе использует сведения, полученные из литературных источников при самостоятельном изучении. Демонстрирует знание правил и видов проецирования, алгоритмов решения основных метрических и позиционных задач. Умеет применять эти знания для решения конкретных практических ситуаций. Демонстрирует навыки моделирования пространства и изображения пространственных объектов на плоскости, сопровождая свой ответ графическими иллюстрациями. Компетенции ИД-1_{УК-1}ИД-2_{УК-1}ИД-1_{ОПК-9}освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал на базовом уровне в объеме лекционного материала, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения начертательной геометрии при решении типичных практических вопросов и задач, владеет базовыми навыками моделирования пространства и изображения пространственных объектов на плоскости. Компетенции ИД-1_{УК-1}ИД-2_{УК-1}ИД-1_{ОПК-9}освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного (базового) материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при иллюстрации ответов графическими схемами и эпюрами и решении практических задач, демонстрируя тем самым отсутствие устойчивых умений и навыков моделирования пространства и изображения объектов на плоскости. Компетенции ИД-1_{УК-1}ИД-2_{УК-1}ИД-1_{ОПК-9}частично освоены на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Демонстрирует полное отсутствие навыков моделирования пространства и построения эпюров. Компетенции ИД-1_{УК-1}ИД-2_{УК-1}ИД-1_{ОПК-9}не освоены.

ны.

2.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются два теоретических вопроса и один практический (задача). Каждый вопрос состоит из двух частей: базовый и повышенный уровень. Вопросы базового уровня направлены на проверку знаний в области теоретических основ и правил проектирования, типовых алгоритмов решения метрических и позиционных задач, на проверку формирования умений и навыков применения этих знаний для моделирования пространства и построения эпюров. Вопросы повышенного уровня позволяют оценить готовность к системному подходу при решении задач, анализу теоретических положений и применению их в конкретной практической ситуации. При подготовке к ответу на вопросы повышенного уровня требуется самостоятельное изучение разделов дисциплины, не освещенных на лекционных занятиях, в том числе с применением глобальных компьютерных сетей.

Для подготовки по билету отводится 60 мин.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования чертежными принадлежностями.

При проверке практического задания оцениваются последовательность и рациональность выполнения; полнота решения задачи; степень обоснованности выбранного решения.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ук-1} ИД-2 _{ук-1} ИД-1 _{опк-9}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы:

1. Кирюхина, Т. А. Начертательная геометрия и инженерная графика : учебное пособие / Т. А. Кирюхина, В. А. Овтов. — Пенза : ПГАУ, 2022. — 131 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332918>

2. Талалай, П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний : учебное пособие / П. Г. Талалай. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1078-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210512>

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. 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>

3. 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>

4. Решетникова, Е. С. Практикум по дисциплинам «Начертательная геометрия и компьютерная графика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Инженерная графика» : учебное пособие / Е. С. Решетникова, Е. А. Свистунова, И. А. Савельева. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020. — 67 с. — ISBN 978-5-9967-1911-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170642>

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/nachertgeometria.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».