

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

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания по выполнению практических работ

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия
Направленность (профиль)
«Нанотехнологии и наноматериалы»

Ставрополь
2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Практическое занятие 1. Правила оформления чертежей.....	7
Практическое занятие 2. Проекция точки.....	13
Практическое занятие 3. Проекция прямой.....	22
Практическое занятие 4. Проекция плоскости. Взаимное положение прямых в пространстве.....	33
Практическое занятие 5. Взаимное расположение плоскостей, прямой и плоскости. Пересечение плоскостей, прямой и плоскости.....	38
Практическое занятие 6. Методы преобразования эллипса Монжа.....	41
Практическое занятие 7. Проецирование многогранников.....	47
Практическое занятие 8. Изображения на чертеже – виды, разрезы, сечения	51
Практическое занятие 9. Выполнение схем	61
Практическое занятие 10. Введение в компьютерную графику. Интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображений	69

Введение

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» относится к профессиональному циклу дисциплин (базовой части). Её освоение происходит в 3-ем семестре.

Изучение дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» базируется на знании общетехнических и общинженерных дисциплин, таких как «Математика» и «Информатика».

Изучение дисциплины способствует формированию у выпускников направления подготовки 28.03.02–"Наноинженерия" Профиль подготовки: "Нанотехнологии и наноматериалы".

Практические занятия основаны на решении пространственных задач с помощью комплексных чертежей (эпюров). Прежде чем приступить к решению задачи на чертеже, надо понять её условие, представить в пространстве заданные геометрические образы и пространственное расположение, и чётко 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, чертёжных инструментов и любых подходящих подручных предметов и материалов с использованием стандартных компьютерных программ.

Раздел «Инженерная графика» базируется на изучении основных требований и положений ЕСКД и применении их при выполнении конструкторской документации. Инженерная графика несёт основную нагрузку в графической подготовке бакалавров, являясь одним из важнейших компонентов его общетехнической подготовки.

Решение задач и задания выполняются на листах чертёжной бумаги формата А3 (297x420). 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 ГОСТ2.304-81.

Студент выполняет все задания по индивидуальному варианту,
определённому преподавателем.

Практическое занятие 1. Правила оформления чертежей. Сопряжение.

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

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общепрофессиональных знаний, методов математического анализа и моделирования.

ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

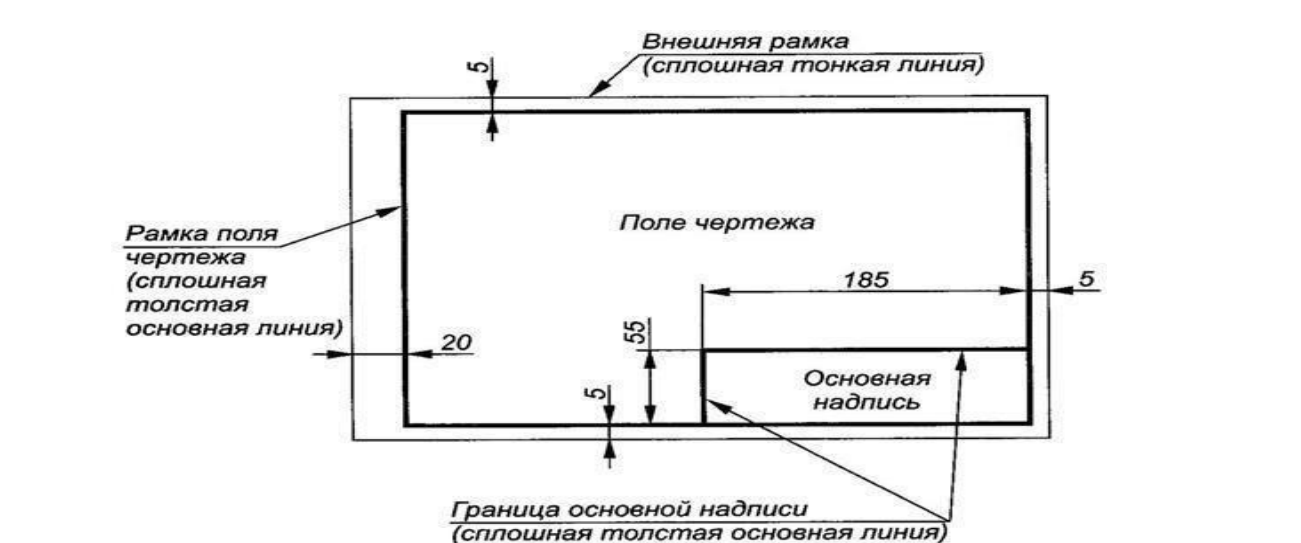
Актуальность темы: в процессе проектирования необходимо грамотно и точно выполнять изделия с соблюдением всех норм и правил ЕСКД.

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.

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,



THE FORMSET

05000000	44
----------	----

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

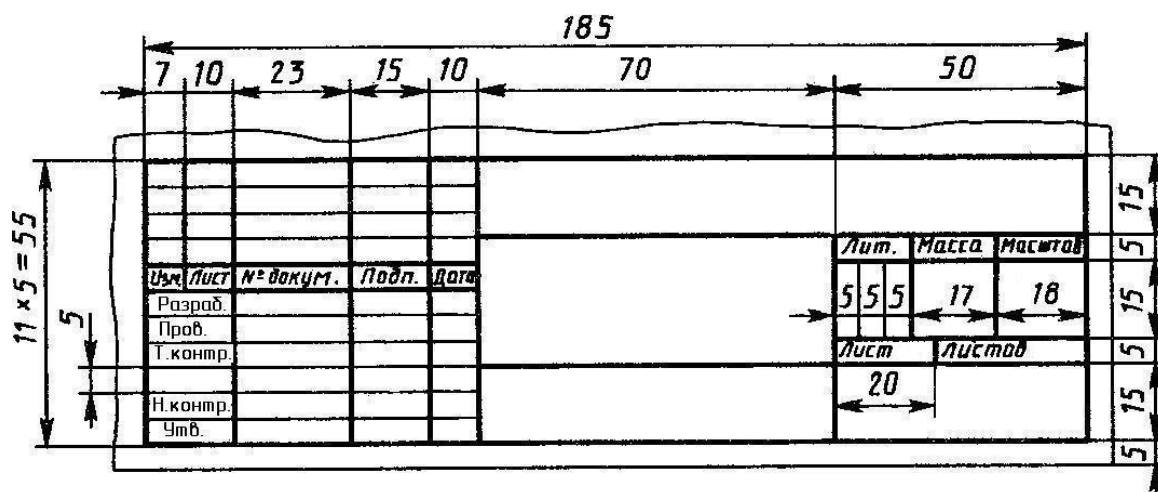


TABLE 1. *Continued*

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.

и должны выбираться из следующих рядов:

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

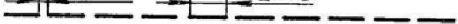
Масштабы увеличения 2:1 2,5:1 4:1 5:1 10:1 и др.

Основной масштаб, в котором выполнен чертёж, 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 (табл. 1.2).

Таблица 1.2–Линии чертежа

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

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.

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

Шрифты. Шрифтом называется графическая форма изображения букв, цифр и условных знаков, которые используются при выполнении чертежей. ГОСТ 2.304–81 установлено 9 размеров чертёжных шрифтов: 2,5; 3,5; 5;

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. 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.



1. Назовите основные форматы и их размеры.
2. Назовите стандартные масштабы.
3. С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?

4. Чем определяется номер шрифта?
5. Что такое шрифт?
6. Какой шрифт используется в машиностроительных чертежах? Выполнить титульный лист, используя образец шрифта.

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

СКФУ	<i>шрифт 14 в сетке</i>
Департамент ФМиИК	<i>шрифт 10</i>
АЛЬБОМ ЧЕРТЕЖЕЙ	<i>шрифт 20 в сетке</i>
за 3 семестр	<i>шрифт 10</i>
студента 2 курса группы ННИ-б-о-25-1	<i>шрифт 10</i>
Иванова И.И.	<i>шрифт 14 в сетке</i>
2025-26 уч. год	<i>шрифт 7</i>

Образец выполнения *титульного листа* представлен в Приложении Б, рисунок 1. Образец выполнения *листа по теме «Типы линий»* представлен в Приложении Б, рисунок 2.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек.МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н.Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия: учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю.А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос.горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73,[1]с.:ил. – Библиогр.: с.72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> каталог стандартов ЕСКД.
4. <http://www.propro.ru/graphbook/-электронные> учебные пособия по курсу «Конструкторские документы и правила их выполнения».

Практическое занятие 2. Проекция точки.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.

ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

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

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	+	+	-	-	+	+	-	-

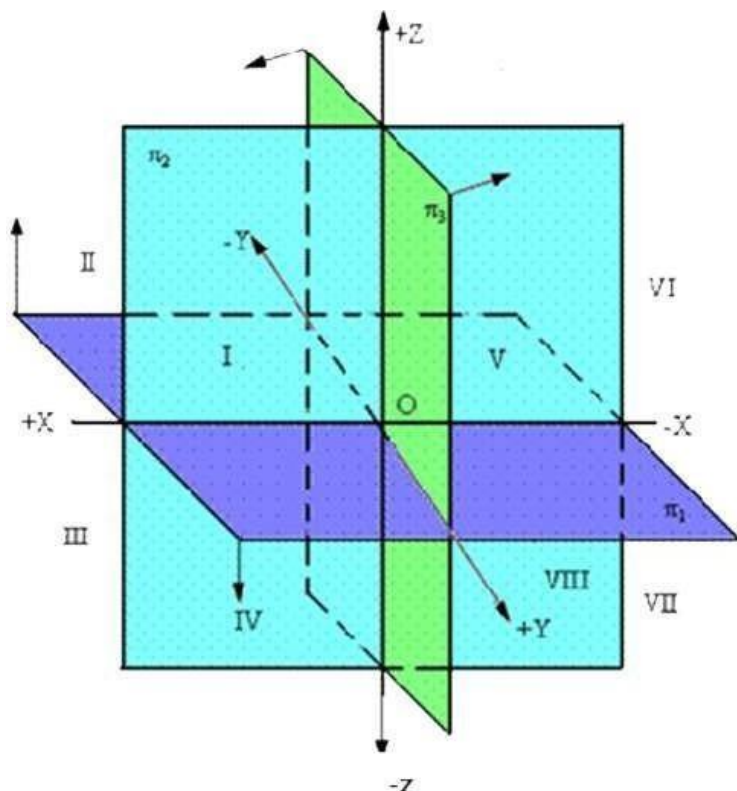


Рисунок 2.1 – Октанты пространства

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.

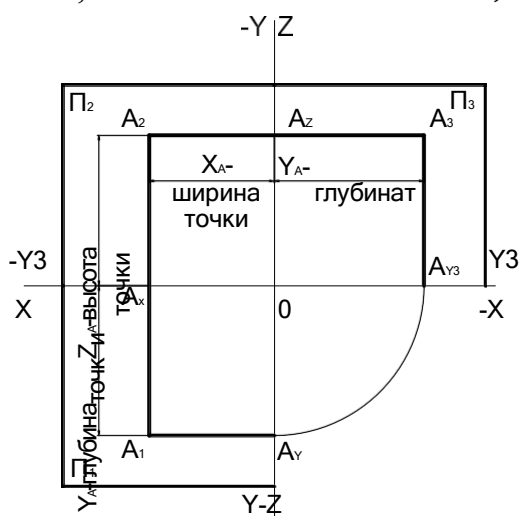


Рисунок 2.2 – Эпюр точки А с указанием координат

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 Π . 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 $A_1 A \perp \Pi_1$, $A_2 A \perp \Pi_2$. Построим комплексный чертёж (эпюр) точки A (рисунок 2.2). При совмещении плоскости проекций Π_1 с Π_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 Π_3 с Π_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 аппликаты 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 Π_2 на оригинале и чертеже будет всегда одинаковым.

Для этого откладываем абсциссу точки A — OAx , затем проводим линию связи и на ней откладываем отрезки, равные высоте и глубине точки A . Если точка A находится над плоскостью Π_1 , высота точки A — положительна и A_2 — фронтальная проекция точки A будет располагаться над осью X .

При отрицательной высоте точки A фронтальная проекция её будет располагаться под осью X . Если точка A находится перед плоскостью Π_2 , то глубина точки A будет положительна и A_1 — горизонтальная проекция её — будет располагаться под осью X . При отрицательной глубине точки A горизонтальная проекция её 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.

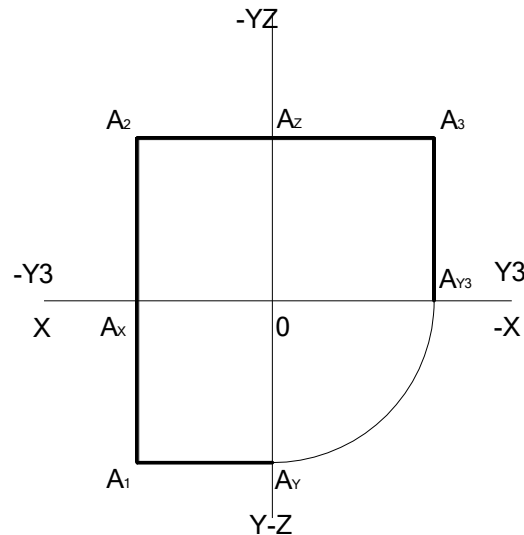


Рисунок 2.3 – Эпюр точки A в окончательном виде

Профильную проекцию можно также построить при помощи постоянной линии чертежа (постоянная Монжа), которая проводится под углом 45° к оси X_1Z_1 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 (у) 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 чертёжных 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.

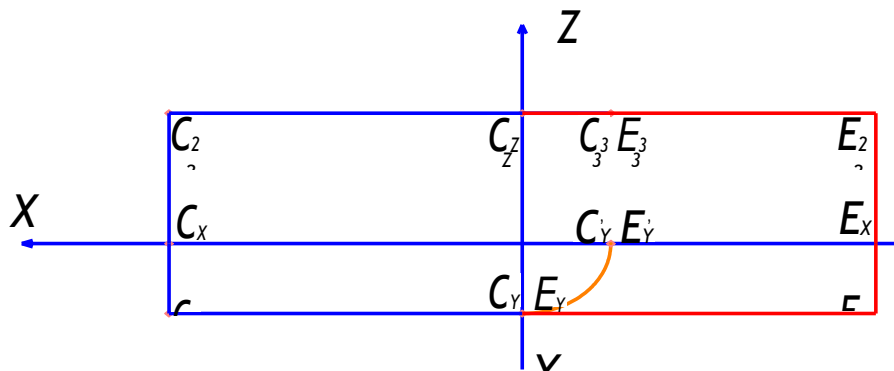


Рисунок 2.4–Эпюр симметричных точек

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 отчёта

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 Y_1 на ось Y_3 ?

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».

Практическое занятие 3. Виды.

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

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.

ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Актуальность темы: При проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Видом называется изображение обращённой к наблюдателю видимой

части поверхности предмета.

По требованиям ГОСТ 2.305–68 изображения выполняются по методу прямоугольного проецирования. Виды располагаются в проекционной связи как в начертательной геометрии, но без указания осей координат. Образование видов представлено на рисунке 8.1.

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

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

Дополнительный вид отмечают на чертеже буквой русского алфавита (например: А рисунок 8.2), а направление взгляда на этот вид указывают стрелкой с соответствующей буквой. Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, приведено на рисунке 8.3.

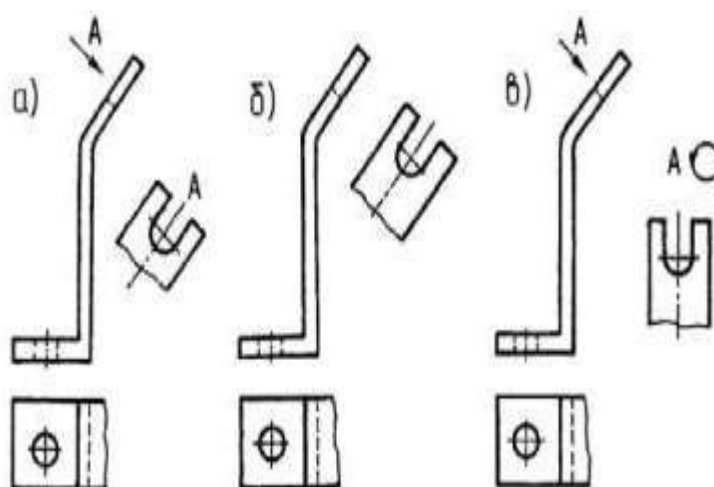


Рисунок 8.2–Дополнительные виды

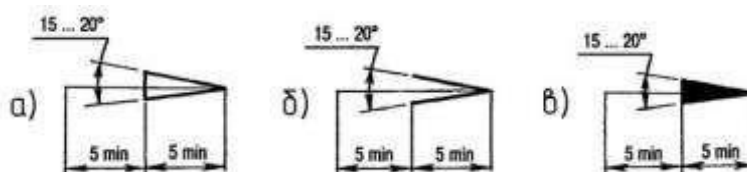


Рисунок 8.3 – Стрелки

Дополнительные виды допускается поворачивать. При этом к букве добавляют знак «повернуто» (например рисунок 8.2,в). Размеры знаков приведены на рисунке 8.4.

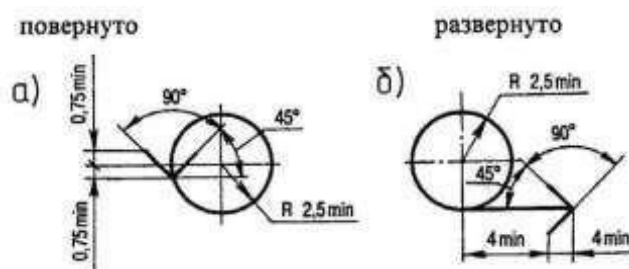


Рисунок 8.4 – Знаки

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

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

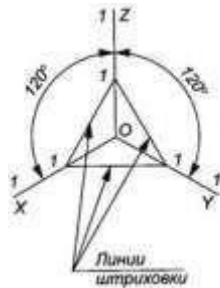
На рисунке 8.5а изображена деталь, ориентированная относительно осей X, Y, Z. На рисунке 8.5б показано построение аксонометрического изображения этой детали на аксонометрической плоскости М. На рисунке 8.5в – получение ортогональных проекций на три плоскости П1, П2 и П3 (как образование видов). Оси X1, Y1 и Z1 (рисунке 8.5б) называют аксонометрическими осями.

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

Прямоугольная изометрия. В изометрии координатные оси наклонены

под одинаковым углом к плоскости аксонометрических проекций и углы между аксонометрическими осями равны 120° (рисунок 8.6а).

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



а б

Рисунок 8.6 – Оси координат в изометрии

Оси можно построить с помощью линейки и треугольника с углами 30° и 60° . Другой вариант показан на рисунке 8.6б. На горизонтальной прямой вправо (или влево) от точки О откладывают пять одинаковых отрезков, а вниз и вверх по вертикали – по три таких же отрезка. Ось Х проводят через точку О и точку 3, расположенную выше горизонтальной прямой, а ось У – через точку О и точку 3, расположенную ниже горизонтальной прямой.

При построении аксонометрических проекций отрезки прямых линий тела или плоской фигуры, параллельные осям координат на комплексном чертеже, должны быть параллельны соответствующим аксонометрическим осям. На изометрии проставляются только габаритные размеры, выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям X, Y, Z, а размерные линии – параллельно измеряемому отрезку. Пример прямоугольной изометрии приведён на рисунке 8.7.

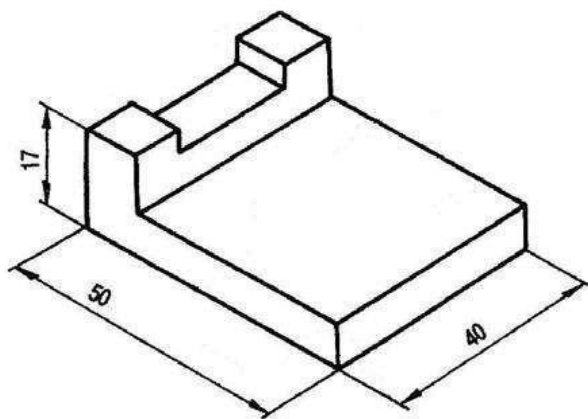


Рисунок 8.7 – Изометрия детали с габаритными размерами

Прямоугольная диметрия. В диметрии две координатные оси одинаково наклонены к плоскости аксонометрических проекций, а третья – под другим углом. В этом случае угол между осями X и Y и горизонтальной линией равен соответственно $7^{\circ}10'$ и $41^{\circ}25'$ (рисунок 8.8).

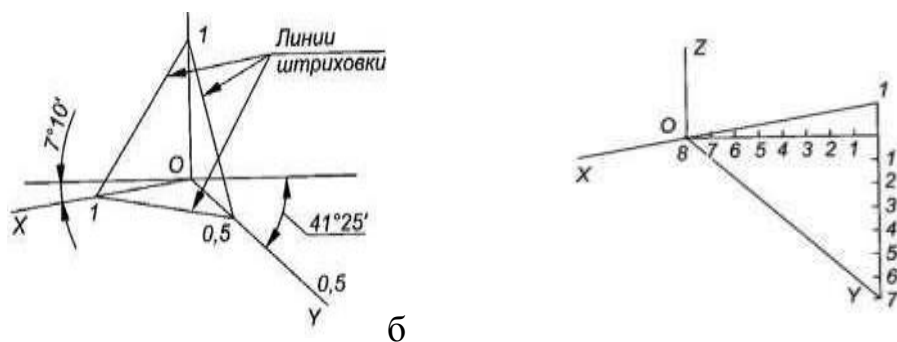


Рисунок 8.8 – Оси координат в диметрии

При таком проецировании коэффициент искажения по оси Y равен 0,47, а по осям X и Z – 0,94. Однако для упрощения диметрию выполняют с коэффициентами 0,5 и 1. Поэтому диметрическая проекция получается увеличенной в 1,06 раза по сравнению с исходным изделием. Линии штриховки в разрезах проводят параллельно линиям, соединяющим концы одинаковых отрезков на осях X и Z и половины такого отрезка на оси Y (рисунок 8.8а).

Построение осей прямоугольной диметрии без применения транспортира с соотношением 8:7:1 показано на рисунке 8.8б.

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 формате А3 построить по модели три проекции детали (главный вид, вид сверху и вид слева). Данные своего варианта взять из Приложения А, таблица 17.

Невидимые линии обозначить пунктирной линией. Проставить все необходимые размеры. Выполнить изометрическую проекцию. Заполнить основную надпись.

Содержание отчёта

Выполненная работа должна быть представлена на листах формата А3, согласно предъявленным требованиям. Образец выполнения практического занятия приведён в Приложении Б, рисунок 7.

Контрольные вопросы.

Что называется, видом?

Как называются основные виды?

Как правильно выбрать главный вид?

Что такое дополнительный вид?

Под каким углом располагаются оси в изометрии?

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.

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>

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

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

Практическое занятие 4. Проекция прямой.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения

темы, формируемые компетенции или их части:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

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

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).

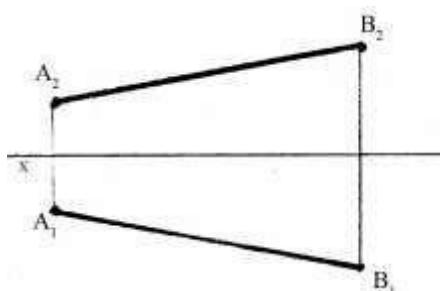


Рисунок 3.1 – Прямая общего положения

Прямые частного положения делятся на проецирующие и уровня.

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

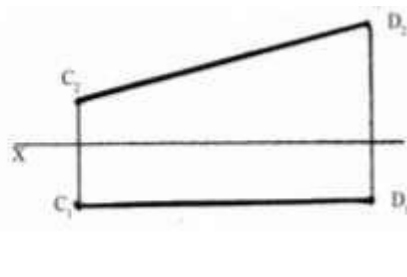
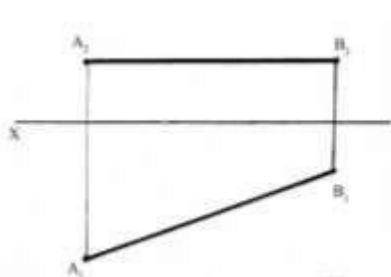
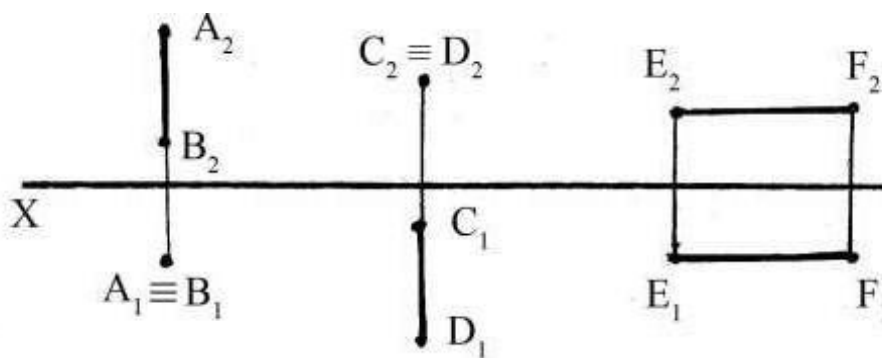


Рисунок 3.2- Горизонталь Рисунок 3.3 -Фронталь

Прямая, параллельная плоскости Π_2 , называется фронталь.



Проецирующие прямые перпендикулярны к одной из плоскостей проекций (рисунок 3.4).

Взаимное положение двух прямых

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

Если прямые в пространстве параллельны, то на эюре их одноимённые проекции параллельны (рисунок 3.5).

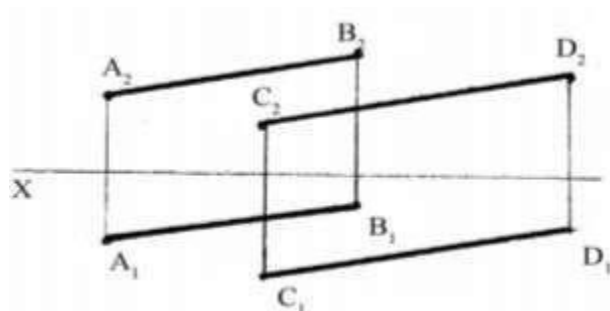


Рисунок 3.5 – Эпюр параллельных прямых

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

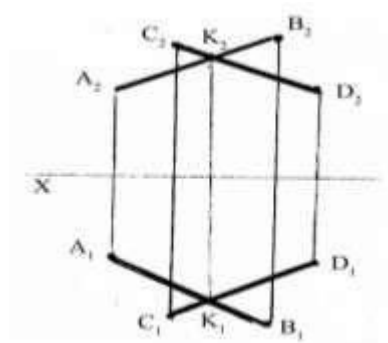


Рисунок 3.6 – Эпюр пересекающихся прямых

Если в пространстве прямые скрещиваются, то на эюре 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.

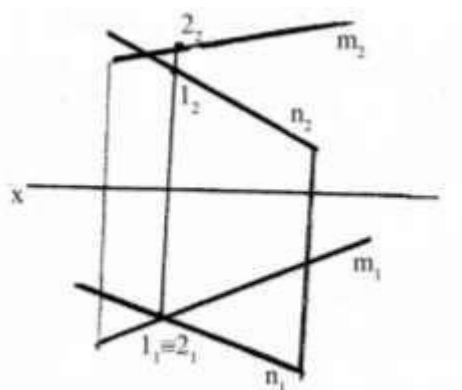


Рисунок 3.7 – Эпюр скрещивающихся прямых

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).

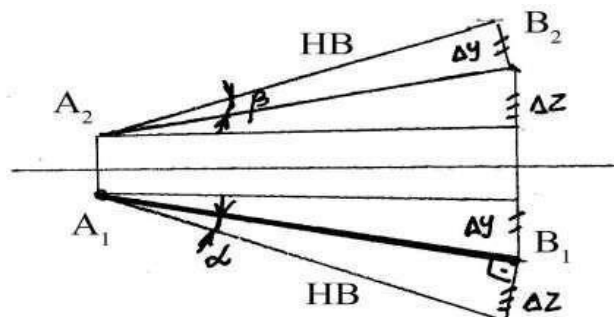


Рисунок 3.8 – Метод прямого треугольника

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 одноимёнными проекциями, так как это точки, принадлежащие плоскостям проекций.

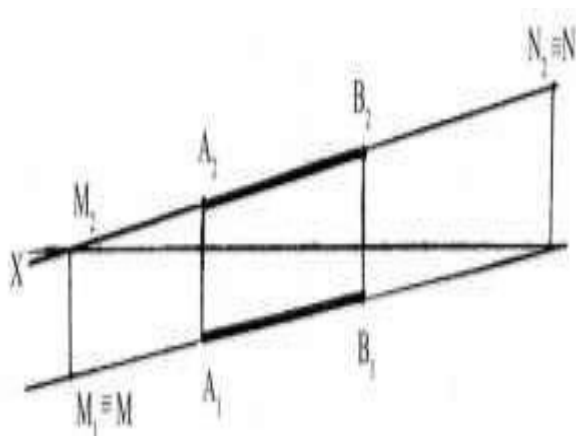


Рисунок 3.9 – Нахождение следов прямой

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

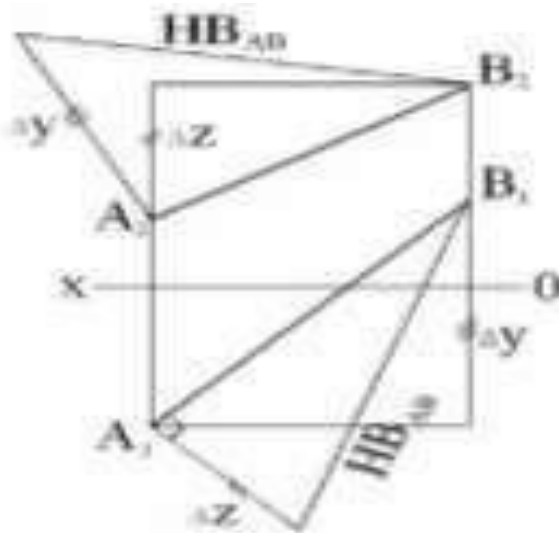


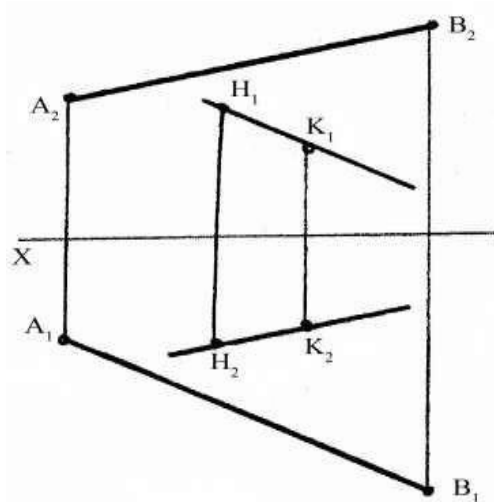
Рисунок 3.10 – Определение натуральной величины отрезка АВ

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 (HB_{AB}). Тот же результат получится, если построить прямоугольный треугольник на фронтальной проекции A_2B_2 .

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

Решение. Проекции искомой прямой должны проходить через одноимённые проекции точки К. При этом одноимённые проекции прямых, заданной и искомой, должны быть между собой параллельны. Отсюда - проводим проекции искомой прямой: горизонтальную $K1H1$ через точку $K1$ параллельно проекции $A1B1$ и вертикальную $K2H2$ через точку $K2$ параллельно проекции $A2B2$.

Рисунок 3.11 – Параллельность двух прямых



Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертёжных 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.

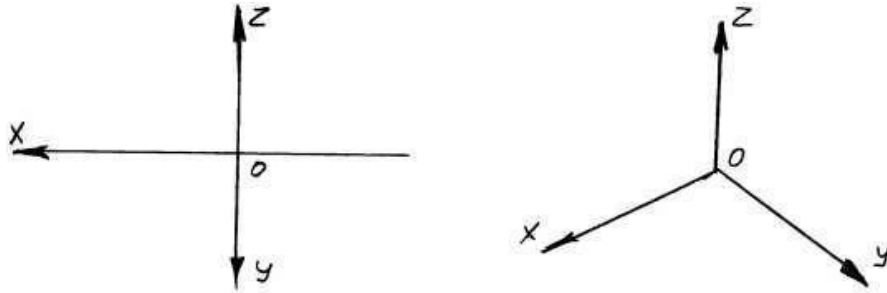
Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

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).



Задача 3.2. Определить проекции точки F, принадлежащей прямой ВС и удалённой 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 отчёта

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».

Практическое занятие 5. Разрезы простые.

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

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных

технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

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

Для образования разреза (рисунок 1.1) деталь мысленно рассекают плоскостью P , называемой секущей. Часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью P , условно отбрасывают, а оставшуюся изображают на плоскости проекций Π_2 , параллельной секущей, получая разрез. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости (штрихуется), и то, что расположено за ней (не штрихуется).

Простым называется разрез, получаемый при использовании одной секущей плоскости.

Если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций Π_1 , то разрез называется горизонтальным (рисунок 1.2). Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций Π_2 , то разрез называется фронтальным (рисунок 1.3). Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций Π_3 , то разрез называется профильным (рисунок 1.4). Если секущая плоскость расположена под углом к горизонтальной плоскости проекций Π_1 , то разрез называется наклонным (рисунок 1.5).

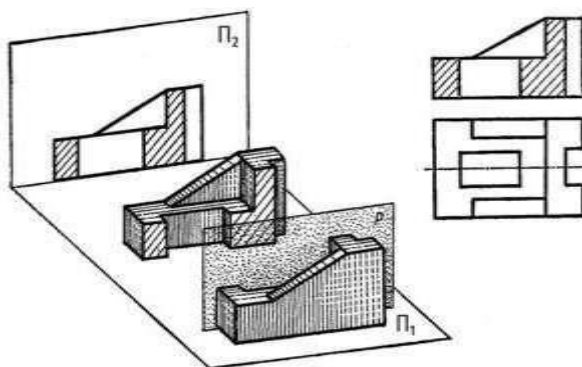


Рисунок 1.1–Образование разреза



Рисунок 1.2–Горизонтальный разрез Рисунок 1.3–Фронтальный разрез

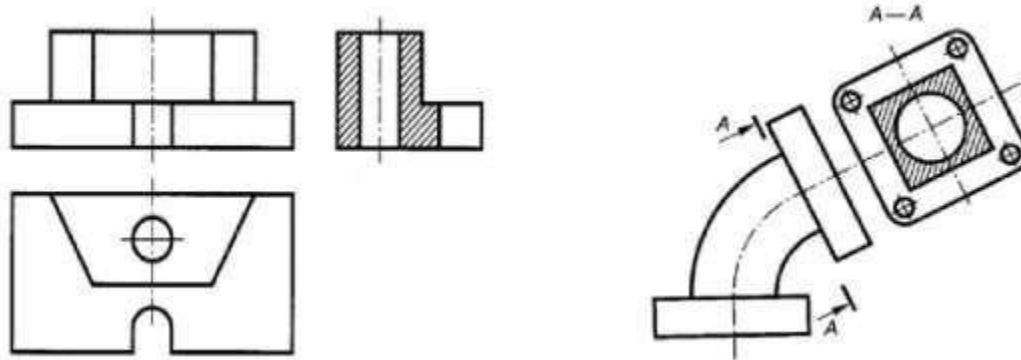


Рисунок 1.4 – Профильный разрез Рисунок 1.5 – Наклонный разрез

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения, представляющей собой разомкнутую линию толщиной от S до $1,5S$ указанием направления взгляда стрелками (рисунок 1.2 и 1.5). Толщина штрихов должна получаться в 1,5 раза больше толщины линий контура детали и штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии $2 \dots 3$ мм от внешнего края штриха. Линию сечения помечают одинаковыми буквами русского алфавита (например, А), которые наносят около стрелок с внешней стороны всегда параллельно основной надписи. Номер шрифта букв должен быть в 2 раза больше номера шрифта цифр размерных чисел. Над разрезом делают надпись типа А–А, которую всегда располагают горизонтально.

Обозначения секущих плоскостей и размеры штрихов приведены на рисунке 1.6.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез выполняется в проекционной связи, то в этом случае положение секущей плоскости не обозначается и разрез не подписывается (рисунок 1.3 и 1.4).

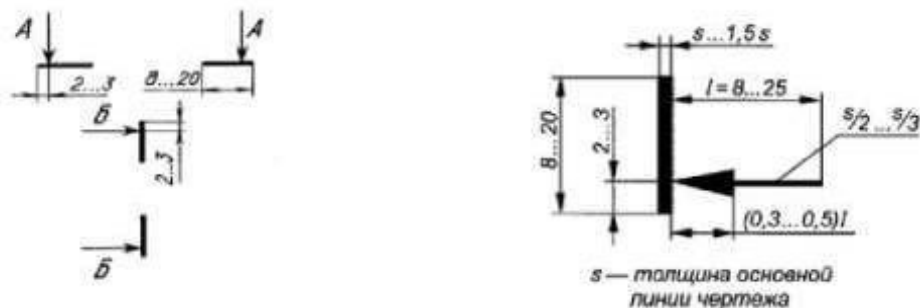


Рисунок 1.6 – Линия сечения

Разрезы штрихуются под углом 45°. Однако, если секущая плоскость проходит вдоль спицы маховика (рисунок 1.7а) или вдоль тонкой стенки (толщиной до 12 мм) типа «ребра жёсткости» (рисунок 1.7б), то в разрезе они не штрихуются. При этом сверление в ребре показывают местным разрезом.

Соединение части вида и части разреза. Для симметричных деталей рекомендуется выполнять совмещение половины вида с половиной разреза. Разделяющей линией в это случае служит ось симметрии детали (рисунок 1.8а). При этом, как правило, разрез располагают справа от вертикальной или внизу от горизонтальной оси симметрии.

При наличии ребра на внешней или внутренней поверхности детали, совпадающего с осевой линией, следует соединять часть вида с частью разреза, разграничивая их сплошной волнистой линией. При этом линию надо проводить левее оси симметрии (рис. 1.8б), чтобы в разрезе открыть внутреннее ребро, или правее (рис. 1.8в), чтобы сохранить на виде наружное ребро. При наличии внутреннего и внешнего рёбер разрез оформляется как на рисунке 1.8г.

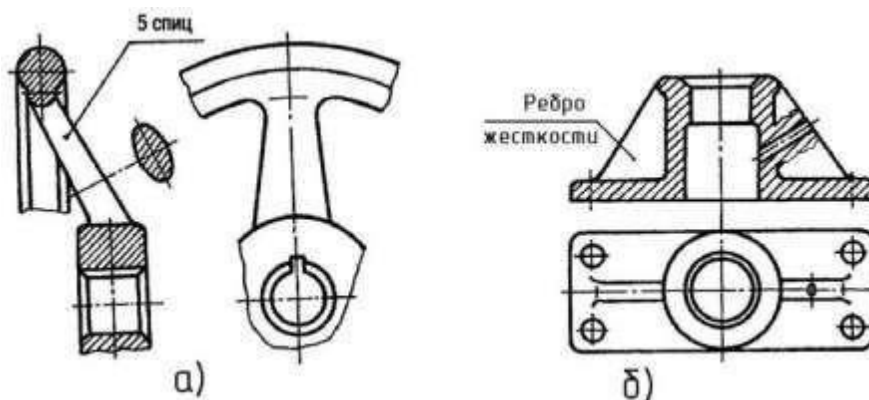


Рисунок 1.7 – Условности разрезов

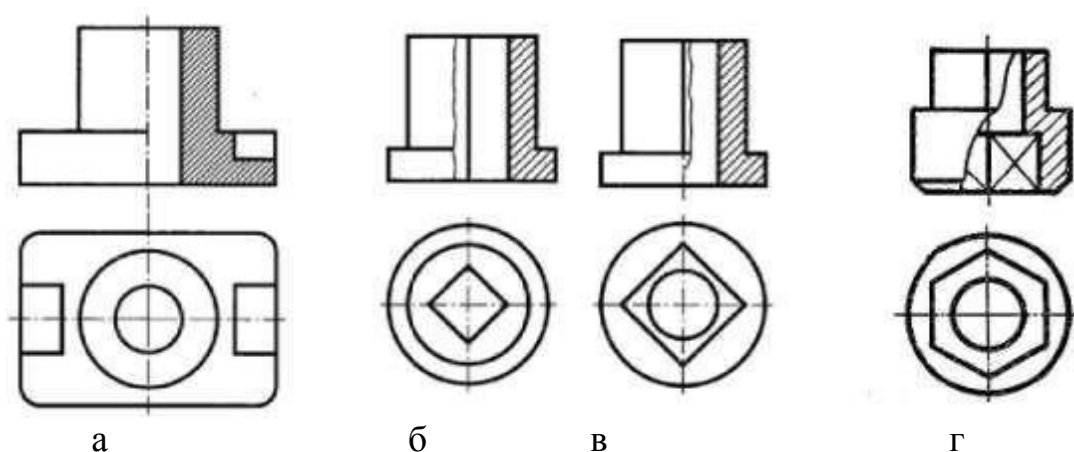


Рисунок 1.8 – Совмещение вида с разрезом

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

Построение овала в изометрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 1.9. Для любой плоскости проекций большая ось овала всегда перпендикулярна оси, которой нет в этой плоскости, а малая ось совпадает с направлением отсутствующей оси.

В изометрии по осям X и Y размеры не изменяются. Поэтому на них откладываем отрезки AB и CD равные диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке O_1 . В пересечении с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются соответственно центрами дуг 33 радиусов R и r , которыми соединяются точки C и B , B и D , а также A и C .

Построение овала в диметрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 1.10.

В диметрии размер не изменяется по оси X . Поэтому на ней откладываем отрезок AB равный диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке K . Затем радиусом KM проводим дугу до пересечения с осью Z в точке O_1 . При пересечении прямой BK с

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

Рисунок 1.10 – Овал в диметрии и деталь с четвертью выреза

Вопросы и задание

Что называется простым разрезом ?

Какие существуют виды простых разрезов?

В каких случаях обозначают секущую плоскость?

Как выполняют совмещение вида с разрезом?

С какого вида берут ширину детали при построении вида слева?

Как изображается внутреннее ребро детали на разрезе?

На формате А3 по заданным двум видам построить третий вид. Данные своего варианта взять из Приложения А, таблица 19.

Выполнить фронтальный и профильный разрезы. Проставить все необходимые размеры.

Выполнить диметрическую проекцию с четвертью выреза. Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания приведён в Приложении Б, рисунок 5.

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.

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>

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

Проекции плоскости. Принадлежность прямой и точки заданной плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

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 Π_1 называют горизонтальным следом плоскости.

Линию пересечения заданной плоскости с фронтальной плоскостью проекций Π_2 называют фронтальным следом плоскости.

Линию пересечения заданной плоскости с профильной плоскостью проекций Π_3 называют профильным следом плоскости.

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

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

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

Плоскость, перпендикулярную к фронтальной плоскости проекций, называют фронтально-проецирующей плоскостью.

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

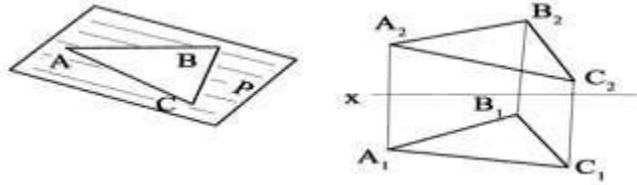
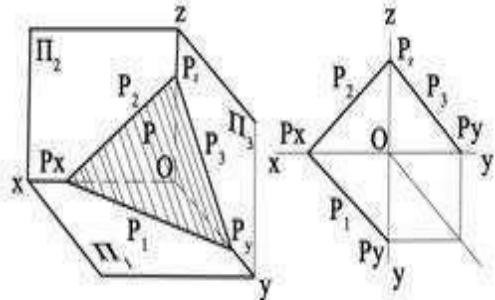
Плоскость, проходящую через ось X и расположенную под углом 45° к плоскостям проекций, называют биссекторной плоскостью.

Плоскость параллельную одной из плоскостей проекций, называют

плоскостью уровня (горизонтальная, фронтальная, профильная).

Таблица 3.1 - Способы задания плоскости в пространстве и на эюре

№	Задание плоскости в пространстве	Наглядное изображение	Эпюр	Задание Плоскости на эюре
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

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).

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).

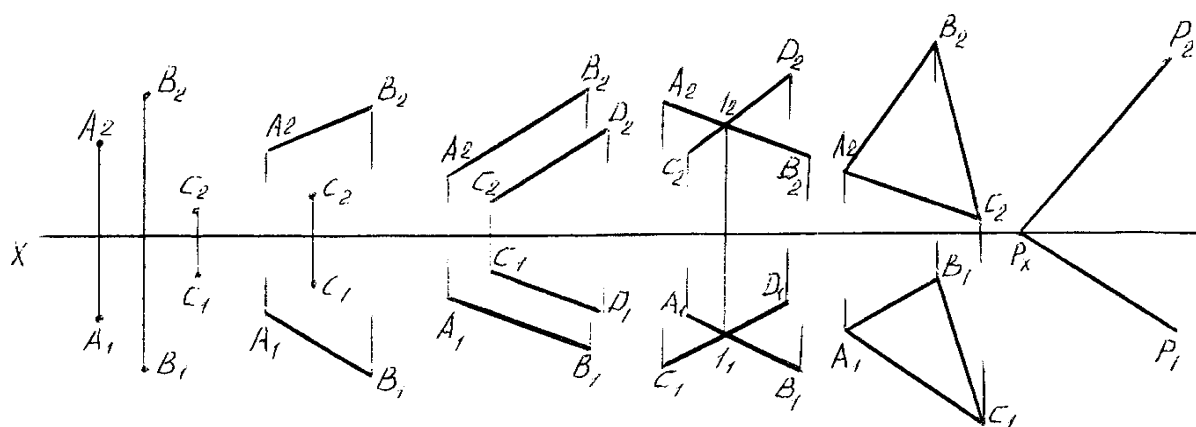


Рисунок 20 – Способы задания плоскостей

Плоскость, произвольно наклонённую 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).

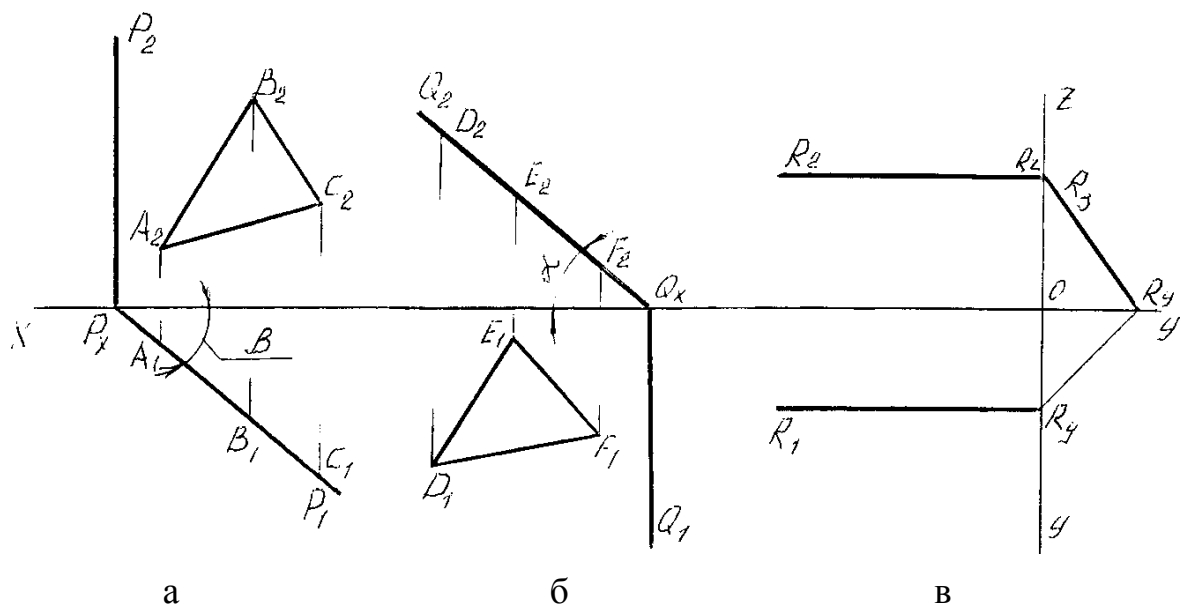


Рисунок 21 – Плоскости, перпендикулярные к плоскостям проекций: а – горизонтально-проецирующая, б – фронтально-проецирующая, в – профильно-проецирующая

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

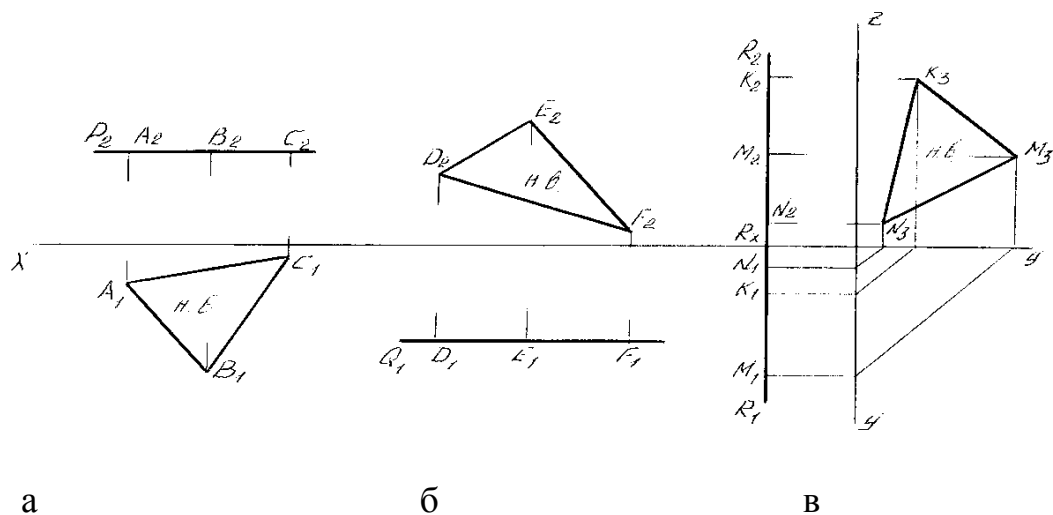


Рисунок 22 – Плоскости, параллельные плоскостям проекций: а – горизонтальная, б – фронтальная, в – профильная

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).

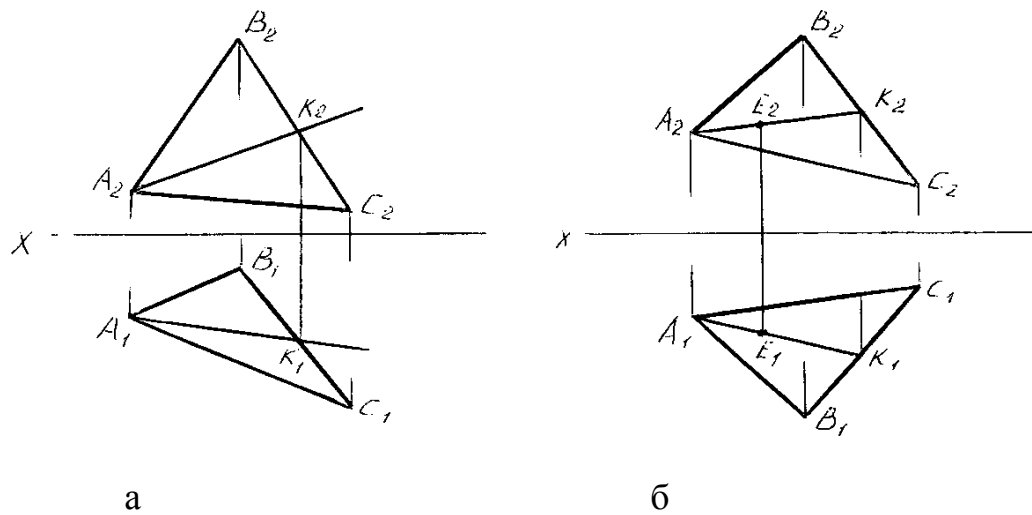


Рисунок 23 – Принадлежность плоскости: а – точки, б – прямой

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).

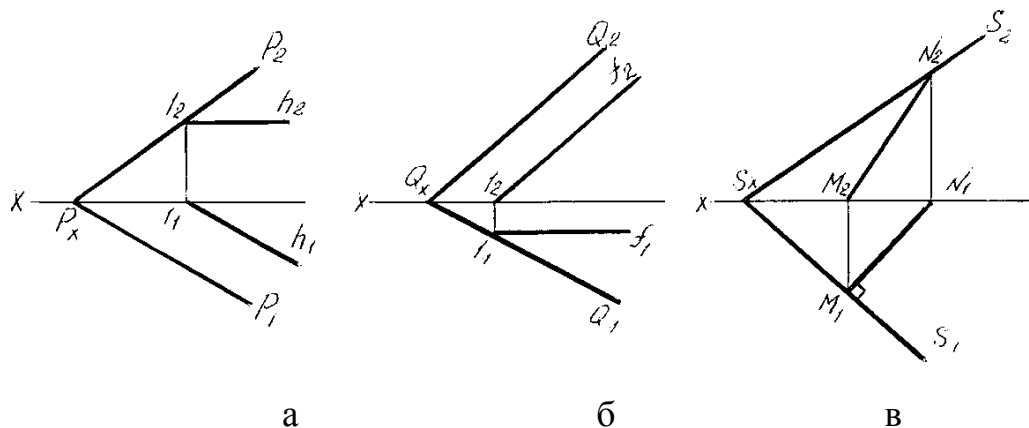
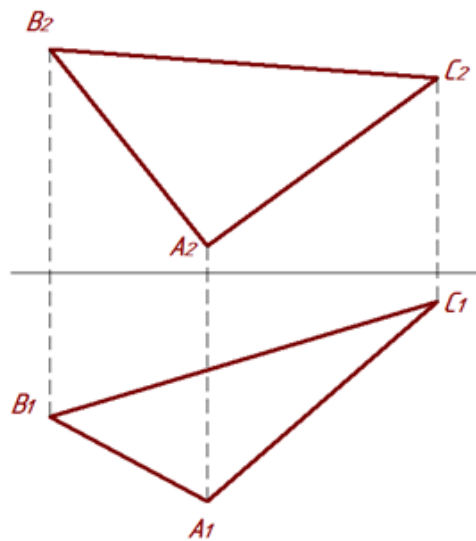
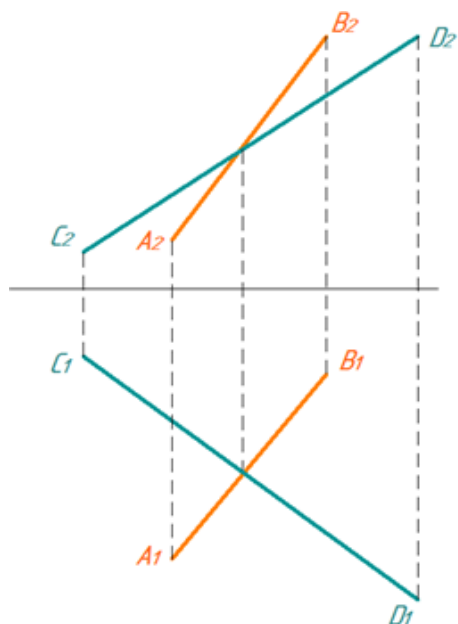


Рисунок 24 – Главные линии плоскости :а – горизонталь, б – фронталь, в – линия наибольшего ската плоскости

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 7.

Разрезы сложные.

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

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Актуальность темы: При проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

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

Ступенчатые разрезы образуются при рассечении предмета несколькими параллельными плоскостями. Они могут быть горизонтальными, фронтальными,

профильными и наклонными. На рисунке 66 изображён фронтальный ступенчатый разрез детали, выполненный двумя фронтальными секущими плоскостями. Эти плоскости условно параллельно перемещают до их совмещения в одну плоскость. Переход от одной плоскости к другой на разрезе не изображается.

Ломаные разрезы образуются при рассечении предмета двумя пересекающимися плоскостями. На рисунке 67 использованы две горизонтально проецирующие плоскости, одна из которых фронтальная. Для построения разреза левую секущую плоскость вместе с расположенным в ней сечением условно поворачивают до совмещения с фронтальной секущей плоскостью (положение части детали после поворота показано тонкими линиями). Линия изгиба плоскостей на разрезе не изображается.

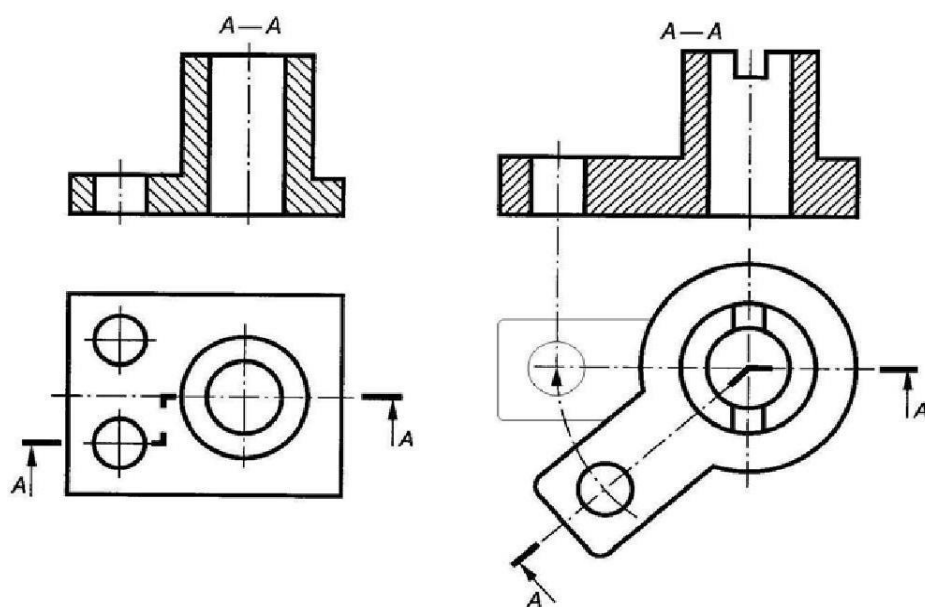


Рисунок 66 – Разрез ступенчатый Рисунок 67 – Разрез ломаный

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

Обозначение разрезов. В сложных разрезах секущие плоскости обязательно показывают линией сечения **А–А**, т. е. штрихами разомкнутой линии. В ступенчатых разрезах штрихи линии сечения указывают также на перегибах под прямым углом (рисунок 66), а в ломаных – в месте пересечения плоскостей по их направлению (рисунок 67).

Вопросы и задания:

1. Какие разрезы называются сложными?
2. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
3. Как обозначаются сложные разрезы?
4. На двух форматах А3 выполнить разрез ступенчатый и разрез ломаный. Данные для своего варианта взять из Приложения А, таблица .

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

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшее образование, 2009. – 471 с. : ил. – (Основы наук). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37
2. 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 8.

Пересечения: двух плоскостей; прямой и плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

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

Теоретическая часть

Пересечение двух плоскостей.

Две плоскости пересекаются по прямой линии. Прямая линия в пространстве определена, если известны одна точка этой прямой и её 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

одноимённых 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 одноимённые 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) одноимённые проекции этих точек, получим проекции линии пересечения плоскостей.

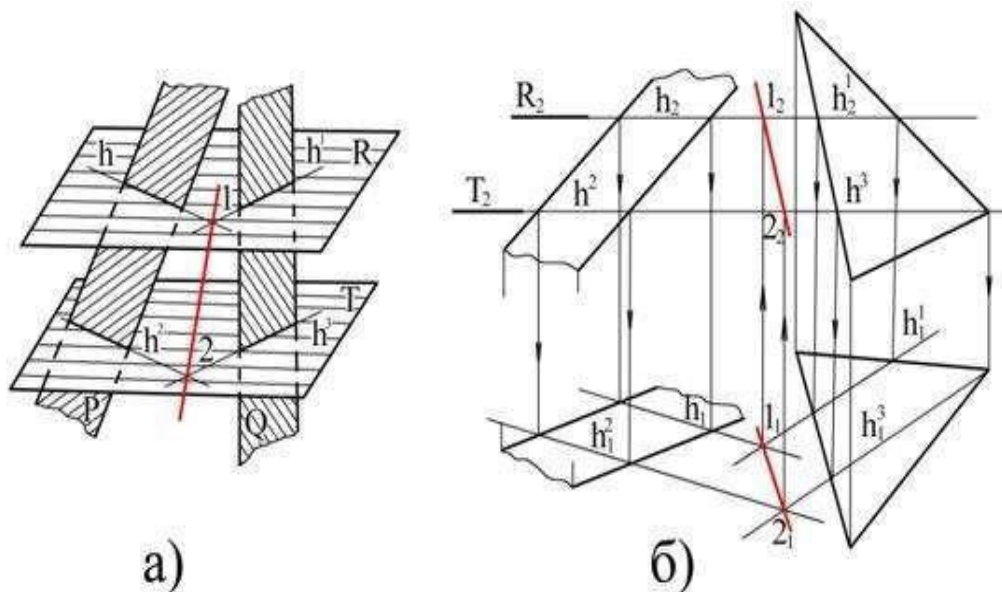


Рисунок 4.1 – Пересечение двух плоскостей общего положения

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 П 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 .

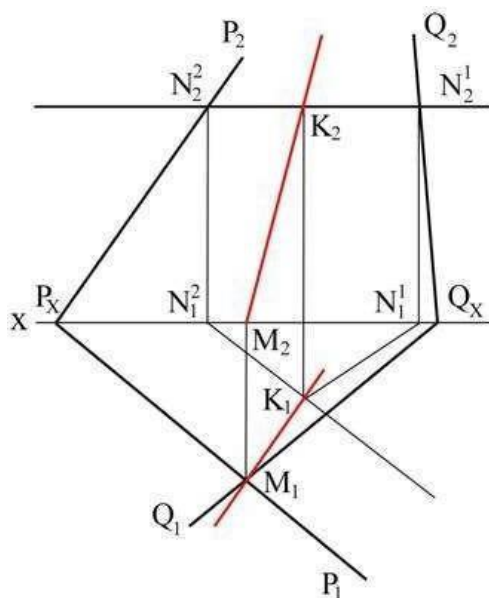


Рисунок 4.2 – Построение прямой пересечения плоскостей Р и Q

Пересечение прямой и плоскости.

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

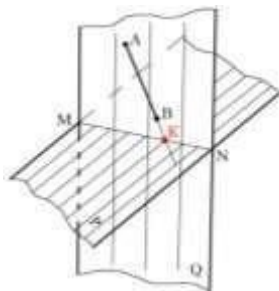


Рисунок 4.3 – Пересечение прямой АВ с плоскостью Р

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.

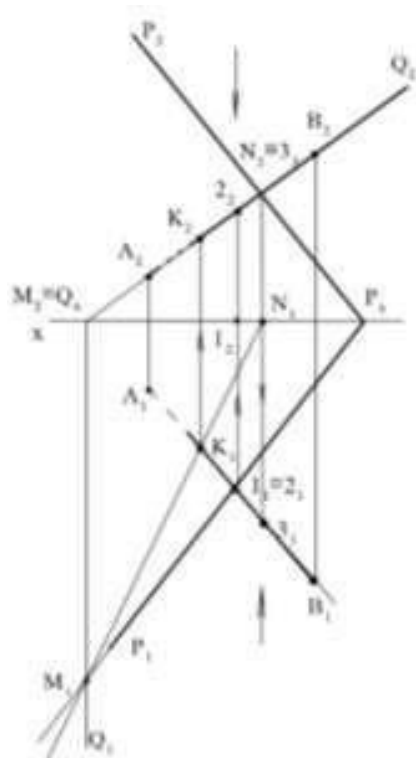


Рисунок 4.4 – Построения точки пересечения

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).

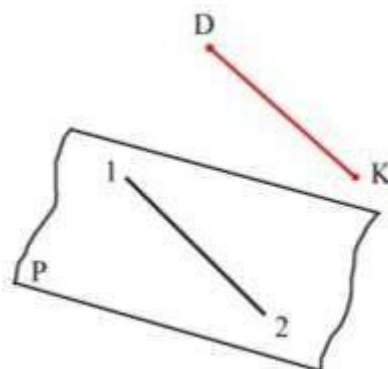


Рисунок 4.5 – Параллельность прямой и плоскости Параллельность плоскостей можно проверить и при помощи произвольных прямых.

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

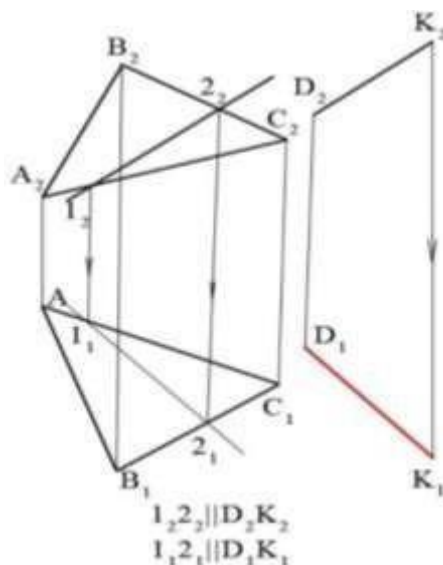


Рисунок 4.6 - Построение параллельной прямой

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

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 D₁ и D₁ проведены под прямыми углами к следам плоскости P.

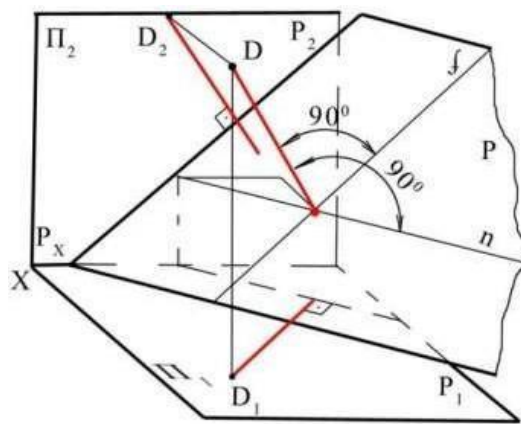


Рисунок 4.7 – Перпендикуляр к плоскости

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.

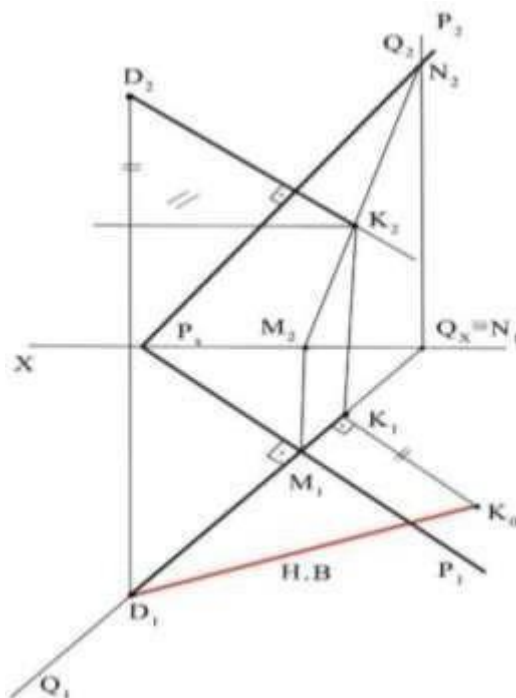


Рисунок 4.8 – Расстояние от точки до плоскости

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертёжных 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 её 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 ABC 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 отчёта

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 одноимённые следы их перпендикулярны?

Как определить на эпюре 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».

Практическое занятие 9

Сечения

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

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при

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

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

Сечения в зависимости от их расположения на чертеже подразделяются на **вынесенные** и **наложенные** (рисунок 9.1). Вынесенные сечения предпочтительны.

Наложённое сечение (рисунок 9.1б и 9.2) располагают непосредственно на виде детали. Контур такого сечения обводят сплошной тонкой линией. Если форма сечения симметричная (рисунок 9.2а), то след секущей плоскости не проводят и сечение не сопровождается надписью. Если форма сечения несимметричная (рисунок 9.2б), то проводят след секущей плоскости со стрелками, показывающими направление взгляда, но буквенное обозначение у стрелок и надпись над сечением не выполняют.

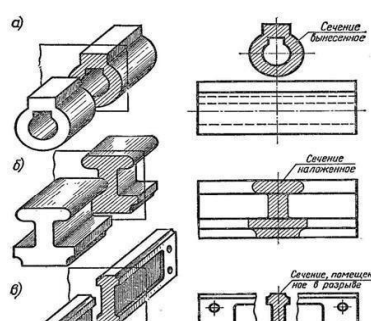


Рисунок 9.1–Классификация сечений

Вынесенное сечение располагают вне контура вида детали (рисунок 9.1а). Его допускается располагать в разрыве между частями вида (рисунок 9.1в). Контур такого сечения обводят сплошной основной линией.

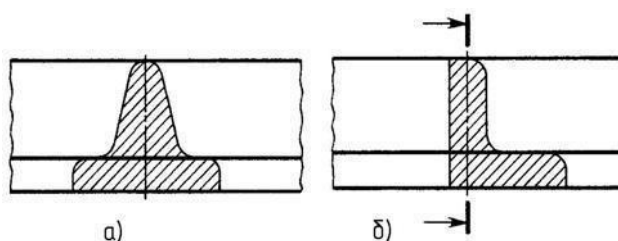


Рисунок 9.2–Наложённые сечения

Вынесенное сечение на чертеже может располагаться по-разному.

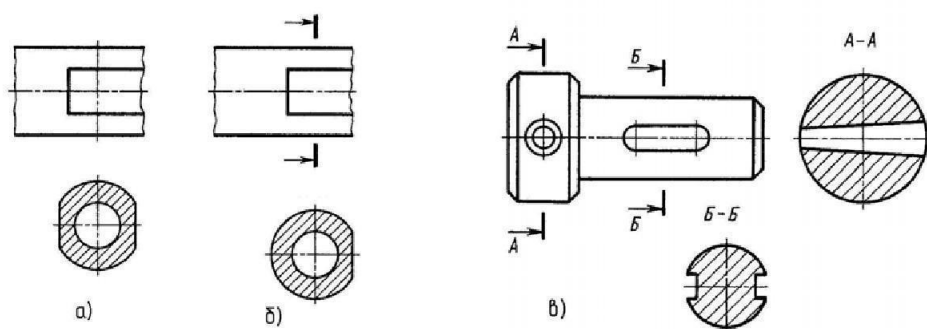


Рисунок 9.3–Варианты расположения вынесенного сечения

На продолжении следа секущей плоскости (рисунок 9.3 а и б). Если при этом фигура сечения симметричная, то на месте условного сечения проводят штрихпунктирную линию и след секущей плоскости не обозначается (рисунок 9.3а). Если же фигура несимметричная, то след секущей плоскости изображают разомкнутыми штрихами со стрелками, показывающими направление взгляда. Буквенное обозначение не ставят.

В проекционной связи на месте одного из видов (рисунок 9.3в, сечение А–А). Такое сечение всегда обозначают разомкнутыми штрихами и буквами.

На свободном поле чертежа. Такое сечение всегда обозначают и показывают след секущей плоскости (рисунок 9.3в, сечение Б–Б).

Если секущая плоскость проходит через ось цилиндрической или конической поверхности, то в сечении контур отверстия показывают по типу разреза (рисунок 9.3, сечение А–А). Если же секущая плоскость проходит через шпоночный паз, то края отверстия не замыкаются (рисунок 9.3, сечение Б–Б).

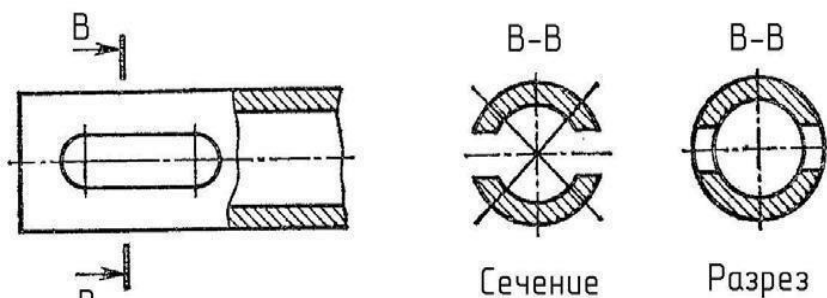


Рисунок 9.4–Сечение не круглого отверстия

Когда секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных частей, то сечение заменяют разрезом (рисунок 9.4, сечение В–В).

Вопросы и задание

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

На формате А3 выполнить три сечения вала. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица .

Сначала построить в тонких линиях главный вид вала по направлению, заданному стрелкой А. Затем сечение по плоскости А–А выполнить на следе секущей плоскости (оно не обозначается). Сечение по плоскости Б–Б выполнить на свободном поле чертежа (оно получит обозначение А–А). Сечение по плоскости В–В выполнить в проекционной связи на виде слева (оно получит обозначение Б–Б). Заштриховать сечения. Затем выполнить обводку чертежа. Проставить размеры. Следует обратить внимание на простановку размеров на сечении шпоночного паза (рисунок 9.5).

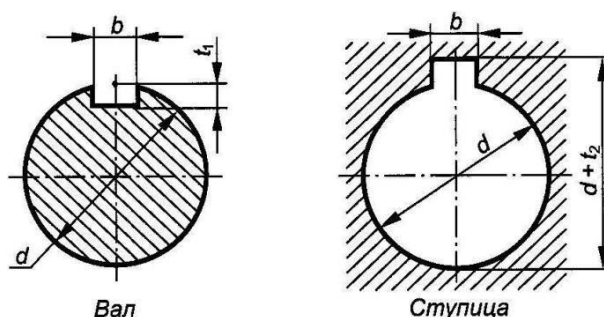


Рисунок 9.5—Размеры шпоночного паза

Для простановки глубины шпоночного паза на валу t_1 дуга окружности d продолжается тонкой линией до пересечения с вертикальной осью, где ставится жирная точка. От этой точки и проводится выносная линия. Размер $d+t_2$ на ступице всегда дробное число, например, 9,3.

Заполнить основную надпись. Образец выполнения задания приведен в приложении Б, рисунок 7.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов / А.А. Чекмарев. — 4-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2013. — 471 с.: ил. — (Бакалавр. Базовый курс). — Гриф: Рек. МО. — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н.Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия: учеб. пособие

по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю.А. Эйст ; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос.горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. :Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с.ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN978-5-94211-362-9.

3. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>-каталог стандартов ЕСКД.
4. <http://www.propro.ru/graphbook/>-электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»

Практическое занятие 10

Параллельность и перпендикулярность двух плоскостей; прямой и плоскости

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Актуальность темы: получение навыков проектирования 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).

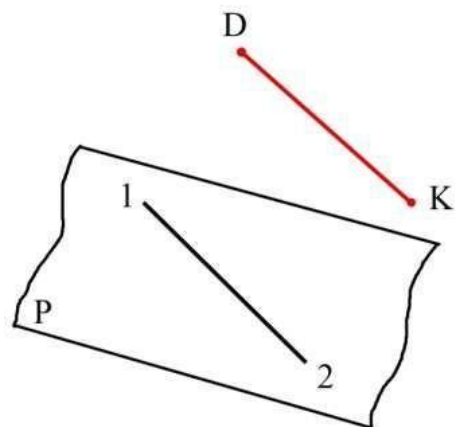


Рисунок 6.1 – Параллельность прямой и плоскости. Параллельность плоскостей можно проверить и при помощи произвольных прямых.

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

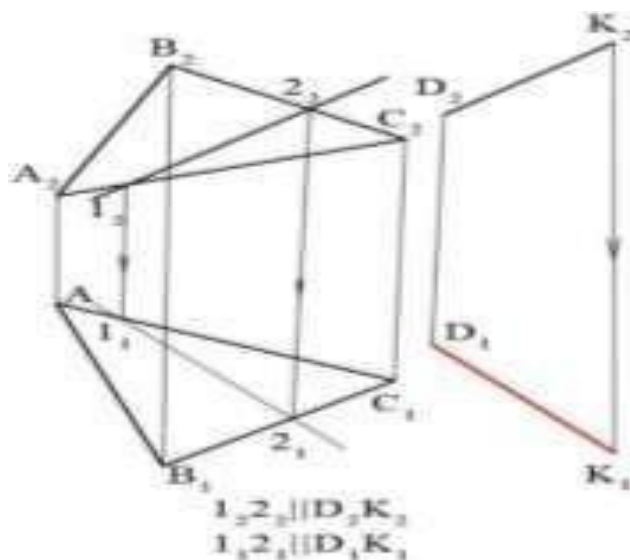


Рисунок 6.2 - Построение параллельной прямой

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 эпюре, параллельны ли заданные плоскости?

Как проверить на эпюре, 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 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 её 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 12-13

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:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Теоретическая часть

Способ перемены плоскостей проекций.

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 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 П4 параллельно прямой CD, чтобы она стала горизонталью. Для этого проводим ось П4/П2 (в любом месте) параллельно проекции C2D2 и переносим постоянные координаты Y (отрезки, отмеченные / и //) в новую систему плоскостей. Получим новую горизонтальную проекцию C4D4. Вторую дополнительную фронтальную плоскость П5 вводим перпендикулярно горизонтали. Для этого проводим ось П5/П4 (в любом месте) перпендикулярно проекции C4D4 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.

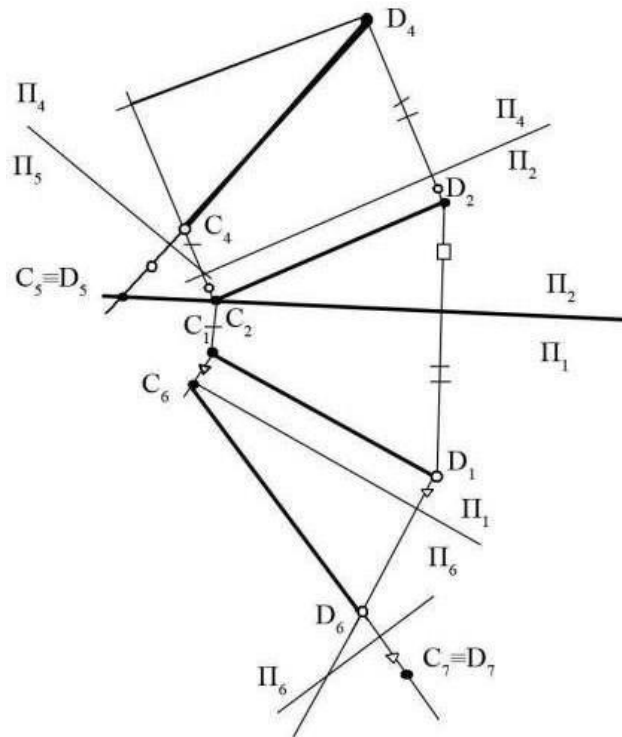


Рисунок 5.1 – Преобразования прямой

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 фронтالي. 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.

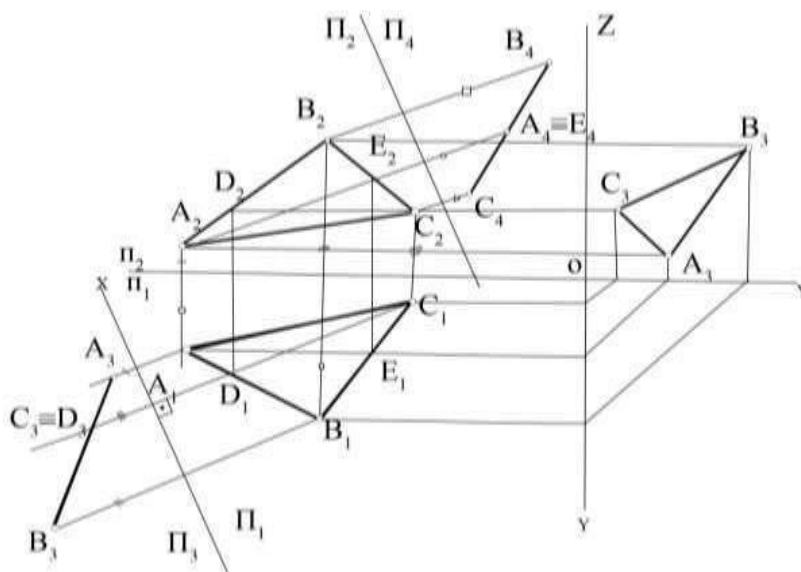


Рисунок 5.2 – Преобразования плоскости

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 остаётся 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, переведённого из общего положения в частное. Для нахождения натуральной величины отрезка прямой необходимо одно перемещение, а для треугольника два.

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

Решение. Необходимо выполнить два перемещения.

На первом этапе отрезок АВ 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_2^0 и B_2^0 . Соединив их, получим натуральную величину фронтали (НВ).

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 $A_2^0B_2^0$ перпендикулярно оси X , не изменяя ее размера. Находим горизонтальную проекцию $A_1^0B_1^0$ в виде точки.

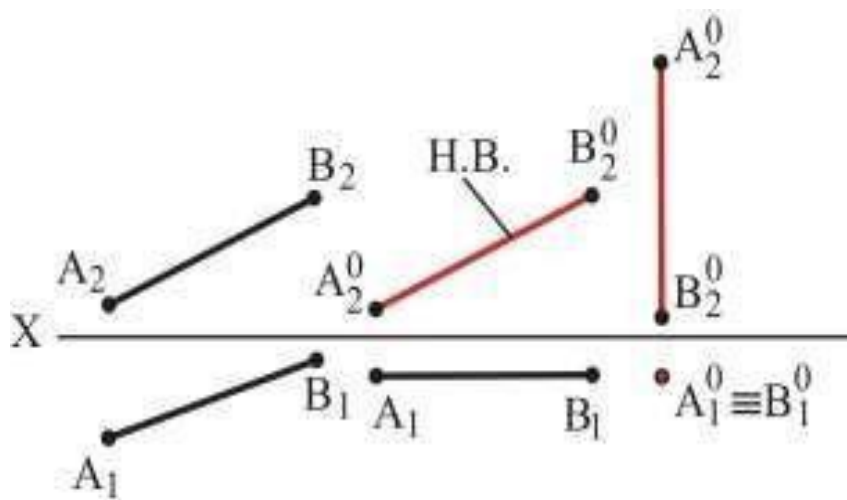


Рисунок 5.3 – Перемещения прямой



Решение. Необходимо выполнить одно перемещение. Проводим в плоскости Р произвольную горизонталь через точку 1 (11, 12) и перемещаем ее в горизонтальной плоскости так, чтобы она стала фронтально-проецирующей.

Решение. Необходимо выполнить два перемещения.

67

получается в виде прямой линии.

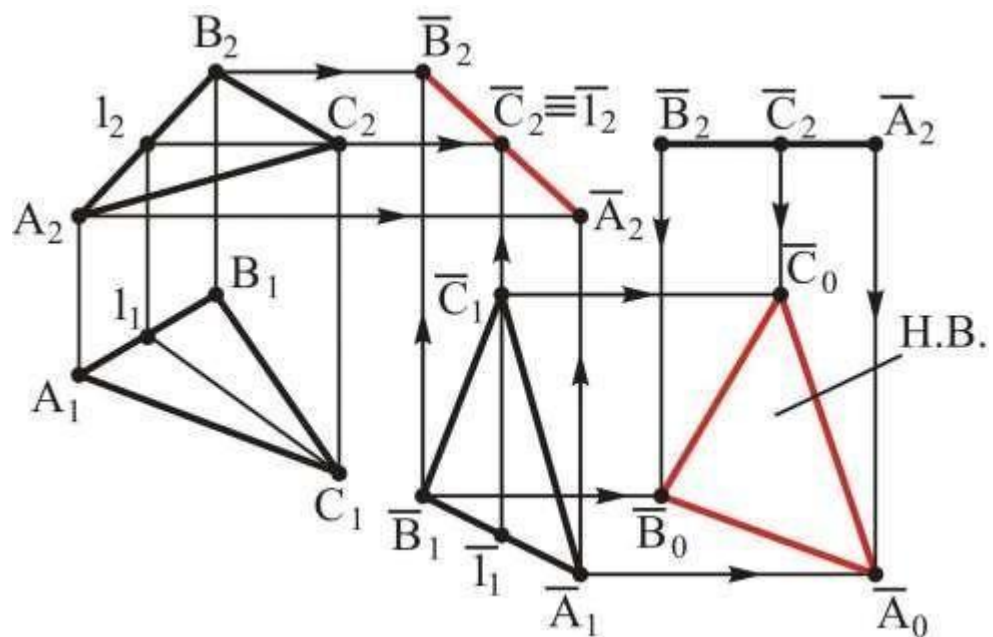


Рисунок 5.5 – Перемещение фигуры

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 , найдём новое положение фронтальной проекции A_2 . Если же ось вращения будет фронтально-проецирующей, то плоскость вращения точки будет параллельна фронтальной плоскости проекций.

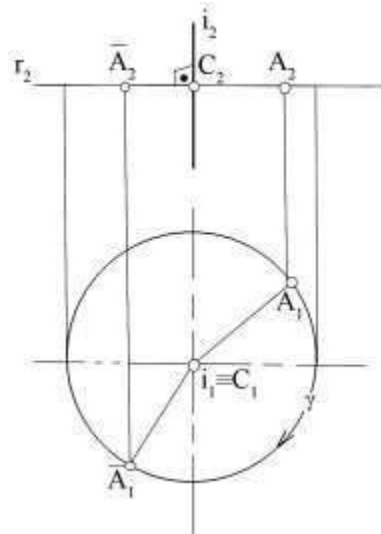


Рисунок 5.6 – Вращение точки

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

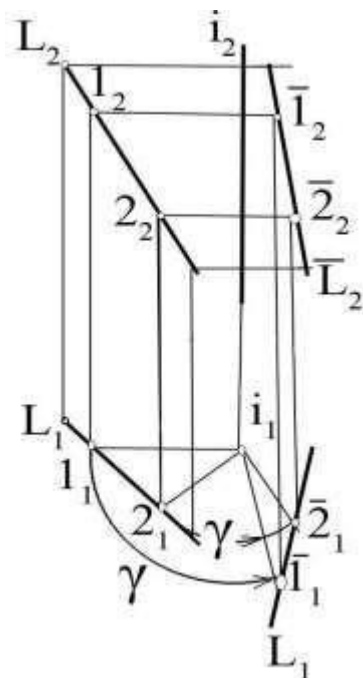


Рисунок 5.7 – Вращение прямой

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

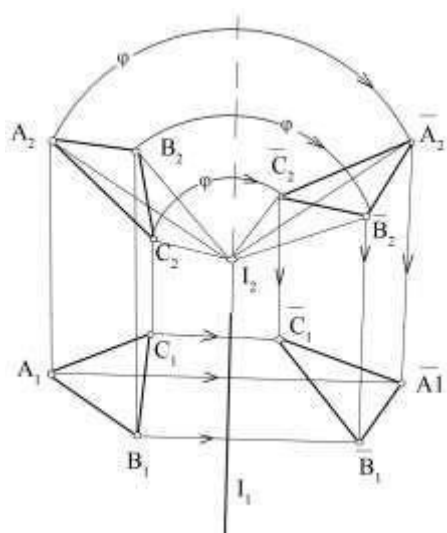


Рисунок 5.8 – Вращение плоскости

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).

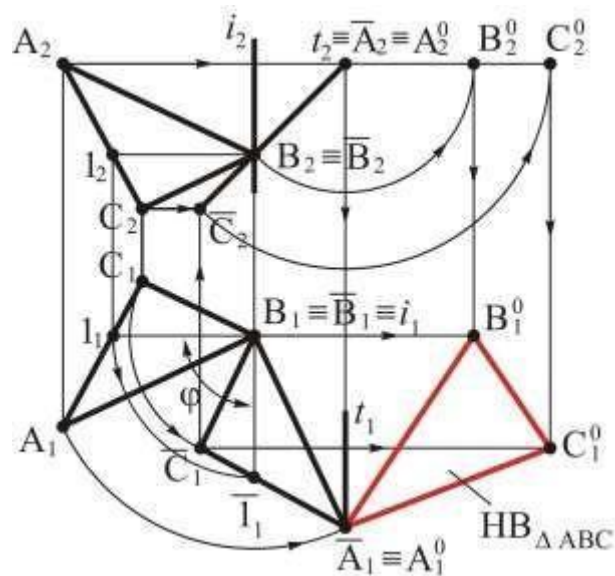


Рисунок 5.9 – Вращение треугольника

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: $\Delta A_1B_1C_1 = \Delta A_1B_1C_1$. В пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи (смотри стрелки) строим новую фронтальную проекцию треугольника, которая выразится прямой линией $C_2B_2A_2$. 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 $C_2B_2A_2$, не изменяя ее размера, до положения $A_2^\circ B_2^\circ C_2^\circ$, 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 (подъём 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, совмещённое 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 чёрточками). Отложив её от центра вращения O_1 по перпендикуляру найдем проекцию B_1 . Горизонтальная проекция C_0 определится в пересечении прямой B_0I_1 с перпендикуляром из точки C_1 . Соединив точки A_0, B_0, C_0 , получим натуральную величину треугольника.

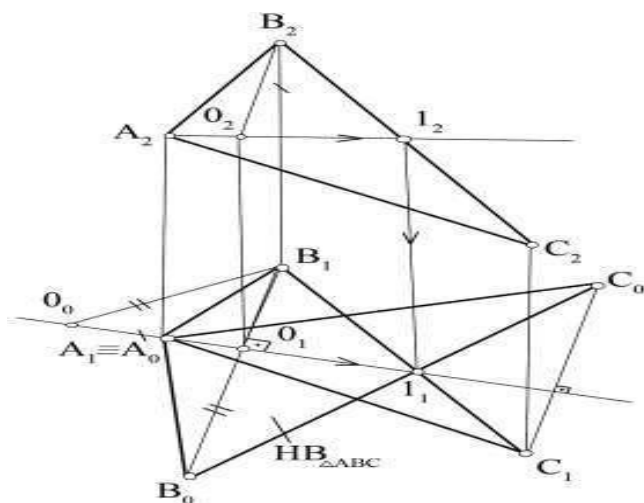


Рисунок 5.10 - Вращение вокруг горизонтали

Пример. Совместить прямую АВ, лежащую в плоскости Q, с горизонтальной плоскостью проекций П1 (рисунок 5.11).

Решение. Совмещение является частным случаем вращения плоскости вокруг горизонтали. Каждая точка плоскости Q и прямой АВ вращаются в плоскостях перпендикулярных горизонтальному следу Q1.

Сначала совмещаем фронтальный след Q2 с плоскостью П1. Для этого задаём произвольную точку (11, 12) на следе Q2. Так как точка 1 лежит на нулевой фронтالي, то радиус вращения Qx 12 является натуральной величиной. Этим радиусом описываем дугу, а из точки 11 опускаем перпендикуляр на след Q1. В пересечении этих линий находим совмещённое положение точки 12. Через точки Qx и 102 проводим совмещённый след Q2. Далее через точки А и В проводим горизонтали в плоскости Q, находим совмещённое положение точек 10, 20 и 22 проводим через них совмещённые горизонтали параллельно горизонтальному следу Q1. Опускаем из точек А1 и В1 перпендикуляры на след Q1 до пересечения с совмещёнными горизонталями в искомых точках А2 и В2. Соединив их, получим совмещённое положение прямой А2 В2, т. е. натуральную величину.

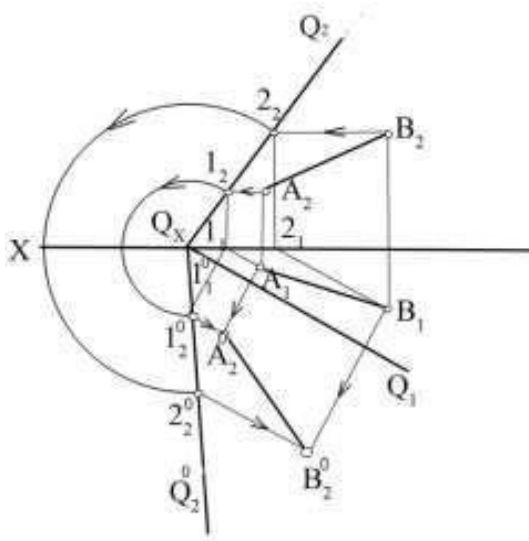


Рисунок 5.11 – Вращение вокруг горизонтального следа

Оборудование и материалы

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

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 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 P взять в Приложении А, таблица 9.

Задача 5.7. Преобразовать плоскость общего положения P во фронтально-проецирующую (следы P_1 и P_4 на рисунке 7.12). Углы наклона следов α и β плоскости P взять в Приложении А, таблица 9.

Задача 5.8. Определить натуральную величину отрезка AB и углы наклона его к плоскостям проекций Π_1 и Π_2 (Приложение А, таблица 10).

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

Задача 5.10. Определить угол наклона плоскости P , заданной следами, к фронтальной плоскости проекций Π_2 (Приложение А, таблица 11).

Задача 5.11. Определить угол наклона плоскости P , заданной следами, к горизонтальной плоскости проекций Π_1 (Приложение А, таблица 11).

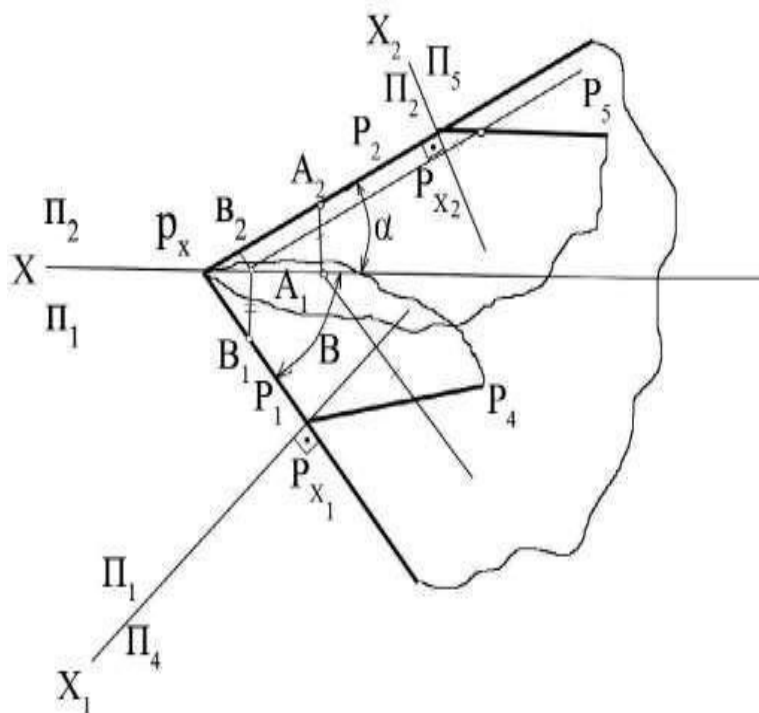


Рисунок 7.12-Способы преобразования

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 A , 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 осит, проходящей через точку В (Приложение А, таблица 13).

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

Задача 5.17. Плоскость треугольника АВС 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 АВС. 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 АВС, принадлежащего плоскости Р, (Приложение А, таблица 14).

Задача 5.22. Построить проекции равностороннего треугольника АСЕ, принадлежащего плоскости Р, исходя из условия, что заданы проекции стороны АС (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 совмещённое положение точки заданной плоскости с плоскостью проекций?

В чем состоит способ совмещения?

Для чего определяется натуральная величина радиуса вращения точки?

Что понимается под термином «подъём 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».

Практическое занятие 14

Пересечение многогранников плоскостью.

Пересечение многогранников прямой. Взаимное пересечение многогранников

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Формируемые компетенции или их части:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

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) рёбер.

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 рёбер используется тогда, когда грани многогранника занимают

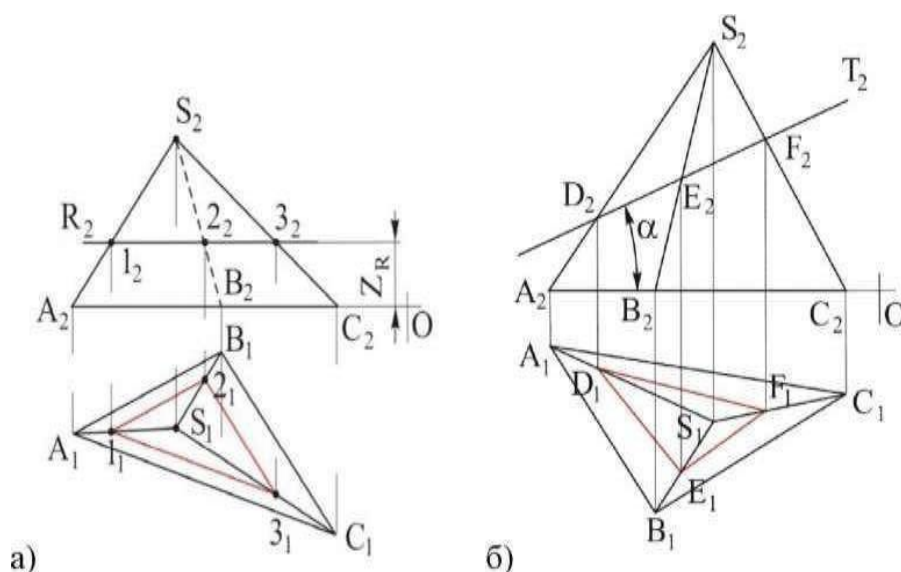
общее положение, т. е. наклонены к плоскостям проекций. В этом случае решение сводится к задаче на построение точки пересечения прямой и плоскости (заданной секущей плоскости с каждым ребром многогранника), когда через ребро проводится вспомогательная только проецирующая плоскость. Соединив все точки 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 рёбер пирамиды с этими плоскостями $1_2, 2_2, 3_2$ или D_2, E_2, F_2 . По линиям связи находим их горизонтальные проекции. Соединяем их прямыми линиями и получаем горизонтальные проекции треугольников сечения 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 П1 то можно использовать способ граней. Через грань AC проводим горизонтально-проецирующую плоскость T (горизонтальный след T1 совпадает с проекцией A1C1). 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.

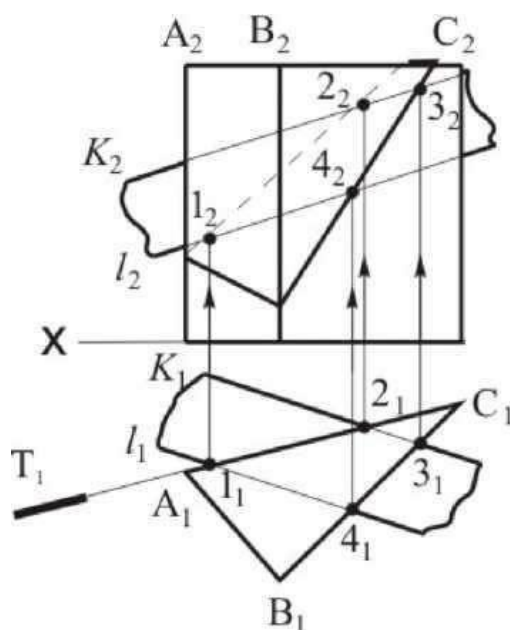


Рисунок 6.2 — Прямая призма (способ граней)

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

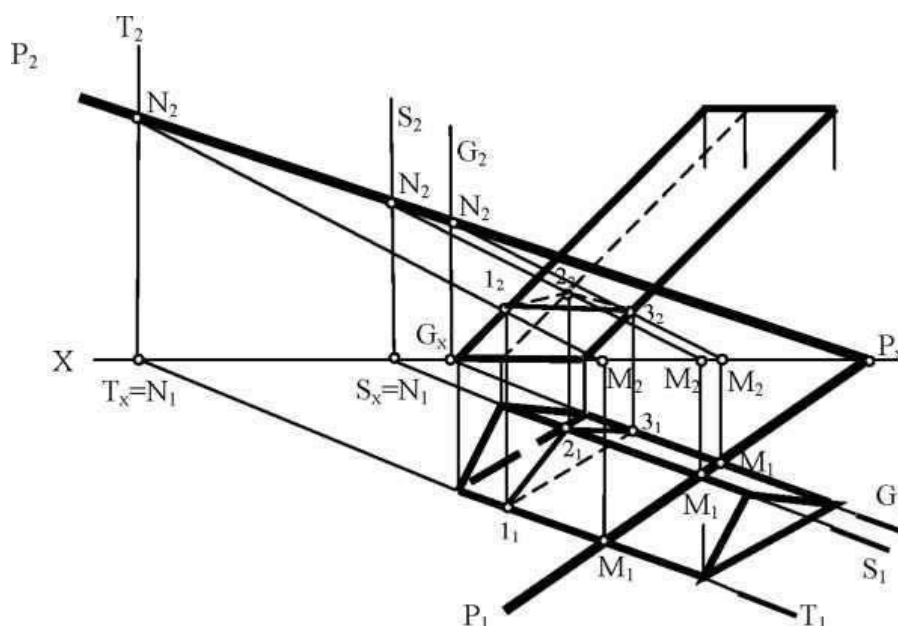


Рисунок 6.3 - Призма наклонная (способ ребер)

Решение. Так как грани призмы наклонены к плоскостям проекций, то можно использовать только способ рёбер. Через каждое ребро призмы проводим вспомогательные горизонтально-проецирующие плоскости T , S и G . Затем, строим линию пересечения MN (M_1N_1 , M_2N_2) каждой из этих плоскостей с заданной плоскостью P . В пересечение фронтальных проекций M_2N_2C соответствующими рёбрами призмы получим точки 12, 22 и 32; зная их, находим горизонтальные проекции 1i, 2i и 3i на соответствующих рёбрах. Соединив эти точки, получим проекции треугольника сечения.

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

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

При построении ломаной линии пересечения двух многогранников используются совместно уже знакомые и способ ребер, и способ граней. В первом случае определяют точки пересечения рёбер первого многогранника с гранями второго и рёбер 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 проникание одного многогранника другим (полное пересечение) или боковое врезание (неполное пересечение). При проникании получаются две замкнутые ломанные линии пересечения. Они могут быть плоскими (при проникании одной грани) или пространственными (при проникании 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 рёбрах 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 рёбер. Через ребро D проводим горизонтально-проецирующую плоскость Р, параллельную рёбрам 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 учётом 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.

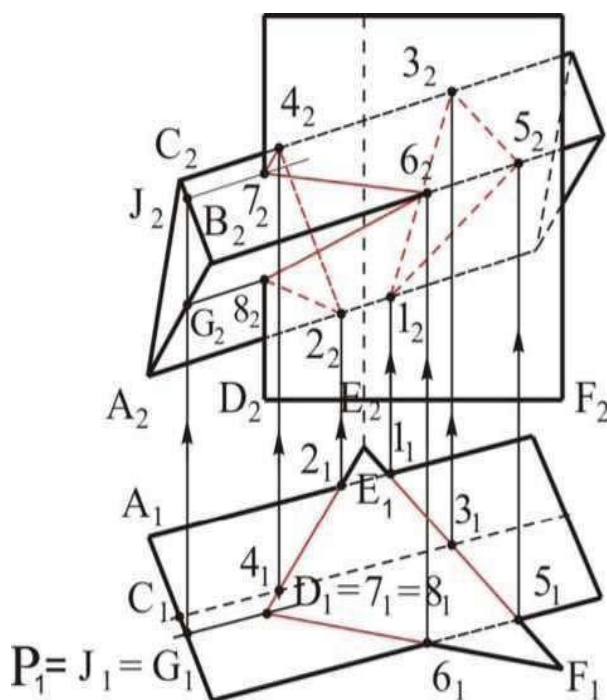


Рисунок 6.5 – Пересечение двух призм

Оборудование и материалы

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

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).

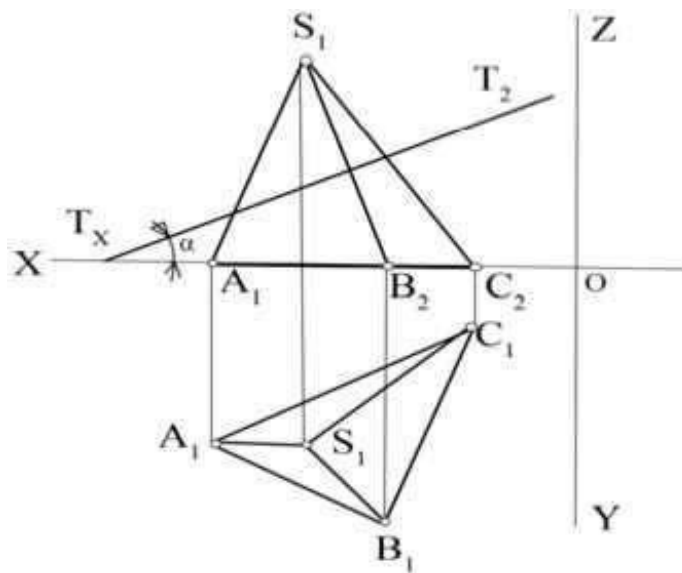


Рисунок 6.6 — Наклонная пирамида и секущая плоскость

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

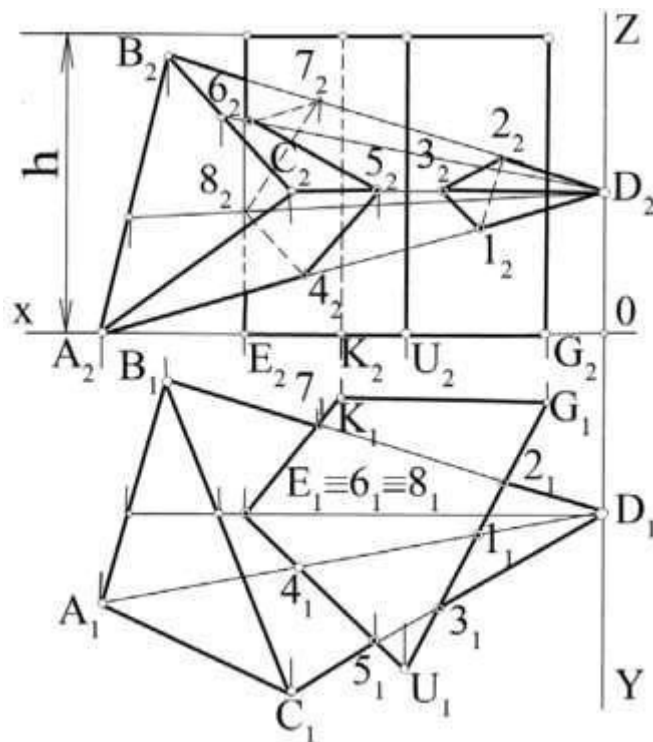


Рисунок 6.7 – Пересечение призмы и пирамиды

Содержание отчёта

Выполненная работа должна быть представлена в формате А3, согласно предъявленным требованиям.

Контрольные вопросы.

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

Как строится сечение многогранника проецирующей плоскостью?

Как строится сечение многогранника плоскостью общего положения?

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

Как строится линия пересечения одной гранной поверхности другой?

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

Какой характер может иметь линия пересечения поверхностей двух многогранников?

Как определяется видимость проекций линии пересечения двух многогранников?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

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

5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

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

2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

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

Практическоезанятие15

Пересечение поверхностей вращения плоскостью и прямой.

Цель :развитие пространственного представления и воображения.

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Актуальность темы: Многие пространственные фигуры представлены в виде тел вращения. Они широко распространены в архитектуре, строительстве, технике. Многие детали машин и механизмов, станков, инструментов и приборов имеют форму тел вращения или их сочетаний. В следствии, этого

получение практических навыков по проектированию и решению задач с телами вращения является важнейшей задачей.

Теоретическая часть

Сечение тел вращения плоскостью

При пересечении поверхности плоскостью получается плоская фигура, называемая **сечением**. Основными поверхностями вращения являются: цилиндр, конус, сфера (шар) и тор(кольцо).

При пересечении **конуса** различными плоскостями образуется **пять** плоских фигур (рисунок 15.1): **окружность**—если секущая плоскость перпендикулярна оси вращения (рисунок 15.1. 1); **треугольник** (две прямые) — если плоскость проходит через вершину конуса (рисунок 15.1. 2); **эллипс** — если плоскость пересекает все образующие (рисунок 15.1.3); **гипербола**—если плоскость параллельна двум образующим (рисунок 15.1.4); **парабола**—если плоскость параллельна одной образующей (рисунок 15.1.5).

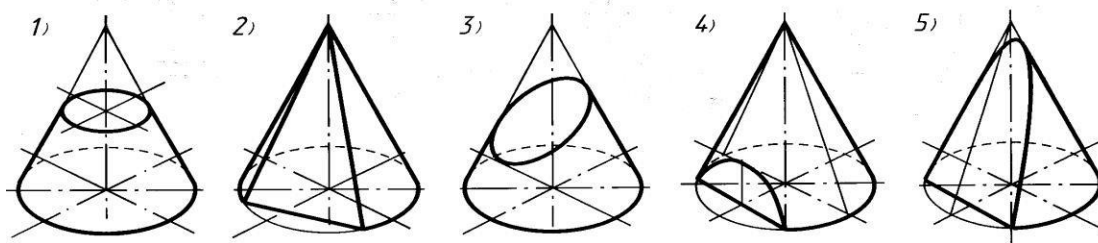


Рисунок 15.1.—Сечения конуса

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

Пример. Построить проекции и натуральную величину фигуры сечения конуса плоскостью общего положения Р (рисунок 15.2).

Решение. Вводим через ось конуса S горизонтально-проецирующую плоскость Т, перпендикулярную к плоскости Р. Плоскость Т пересекает конус по треугольнику 1S2, а плоскость Р — по линии наибольшего ската MN. На пересечении $1_2S_22_2$ и M_2N_2 получаем низшую C_2 и высшую D_2 точки линии пересечения, их горизонтальные проекции C_1 и D_1 определяем на

проекций M_1N_1 . Для нахождения точек видимости А и В через ось конуса S вводим фронтальную плоскость Q, которая пересечёт конус по крайним образующим, а плоскость Р – по фронтали (f_1, f_2). На их пересечении получаем ещё две точки (A_1, A_2) и (B_1, B_2) линии пересечения. Для нахождения промежуточных точек вводим горизонтальные плоскости L и R, которые пересекают конус по окружностям, а плоскость Р – по горизонталям $4h$ и $5h$. На их пересечении получаем точки E, F, G и Н. Через одноимённые проекции точек с учётом видимости проводим плавные кривые – эллипсы. Участок A_2, E_2, G_2, D_2, B_2 – невидимый.

Натуральная величина эллипса может быть найдена методом совмещения плоскости Р с горизонтальной плоскостью проекций Π_1 (вращение вокруг горизонтального следа; смотри пример 15 части 1). Точки $C_1, D_1, \bar{E}_1, \bar{F}_1$ получены совмещением горизонталей. Промежуточные точки построены по большой CD и малой EF осям.

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

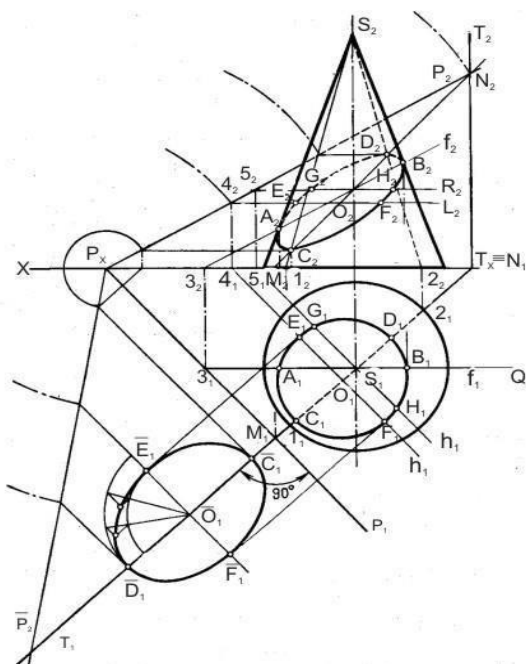


Рисунок 15.2.—Пересечение конуса плоскостью

Построение сечения цилиндра и сферы плоскостью общего положения осуществляется аналогично.

Пересечение тел вращения прямой линией

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

Пример. Найти точки пересечения прямой АВ с поверхностью прямого конуса(рисунок15.3).

Решение. Закljučаем прямую АВ в плоскость Р, проходящую через вершину S конуса(рисунок15.3,а). Эта плоскость пересекает конус по треугольнику $1S2$, определяемому по горизонтальному следу P_1 . В пересечении треугольника и прямой определяем искомые точки К и Е.

При решении на эюре (рисунок15.3,б) плоскость задаем двумя пересекающимися прямыми АВ и SC. В данном примере прямая SC это горизонталь(можно и любую прямую общего положения).

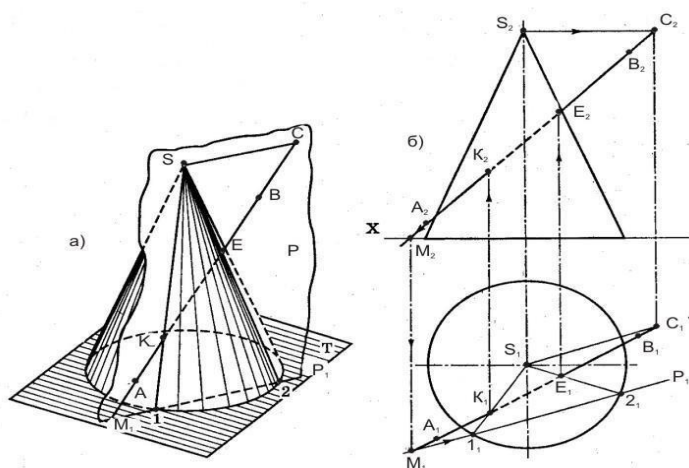


Рисунок15.3—Пересечение конуса прямой

Затем находим горизонтальный след M_1 прямой АВ и через него проводим горизонтальный след P_1 плоскости Р параллельно горизонтальной проекции горизонтали S_1C_1 . Точки 1_1 и 2_1 , пересечения следа P_1 с основанием конуса определяют образующие 1_1S_1 и 2_1S_1 , по которым вспомогательная

плоскость P пересекает конус (треугольник сечения). На пересечении этих образующих с A_1B_1 находим искомые точки K (K_1, K_2) и E (E_1, E_2). Если бы след P_1 не пересекает основание, то следует вывод, что прямая не пересекает конус.

Пример. Найти точки пересечения прямой AB с поверхностью наклонного цилиндра (рисунок 15.4).

Решение. Заключаем прямую AB в плоскость P , параллельную оси цилиндра. Для этого проводим прямую BC (B_1C_1, B_2C_2), параллельную оси цилиндра. Плоскость P задана двумя пересекающимися прямыми AB и BC .

Затем находим горизонтальные следы M_1^1 и M_2^1 этих прямых и через них проводим горизонтальный след P_1 . Точки 1_1 и 2_1 определяют образующие, по которым плоскость P пересекает цилиндр (прямоугольник сечения). Пересечение этих образующих с прямой AB определяет искомые точки K и E .

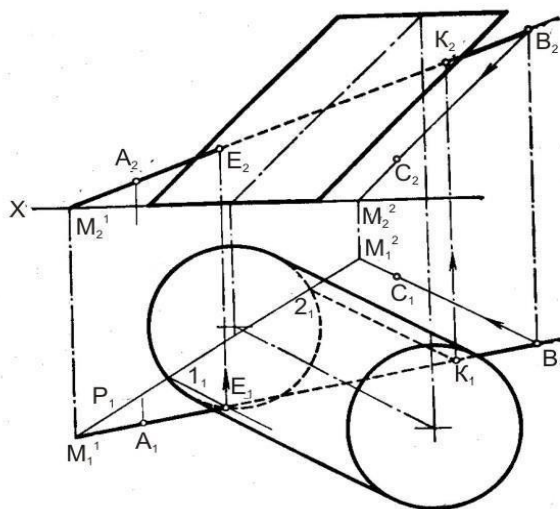


Рисунок 15.4—Пересечение цилиндра прямой

Вопросы и задания

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

при построении сечений?

Задача 15.1. На рисунке 15.5 построить сечение цилиндра плоскостью P и найти натуральную величину фигуры сечения (данные из таблицы 21).

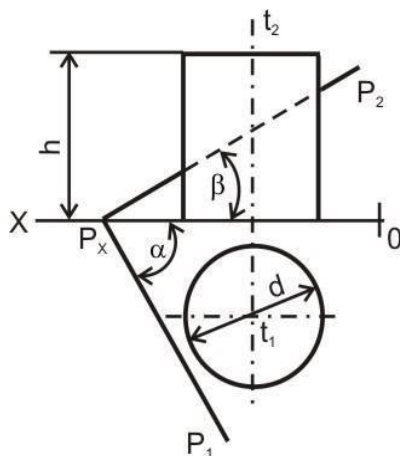


Рисунок 15.5—Сечение цилиндра плоскостью

Задача 16.2. На рисунке 15.6 построить сечение конуса плоскостью, заданной горизонталью AC и фронталью AB . Диаметр основания конуса равен 50 миллиметров. При решении использовать метод перемены плоскостей проекций (данные из таблицы 22 приложения А).

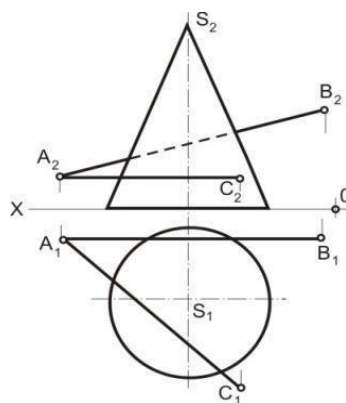


Рисунок 15.6—Сечение конуса плоскостью

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек.МО.–Библиогр.:с. 465-466.–ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю.И. Сборник задач по начертательной геометрии: учеб. пособие / Ю. И. Королев, С.Ю. Устюжанина. – СПб.: Питер, 2008. – 320 с. ил. –

(Учебное пособие).–Библиогр.:с.318.–ISBN978-5-91180-020-8.

3. Павлова, А.А. Начертательная геометрия: учебник/А.А.Павлова.–2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов).– Гриф:Рек.МО.–Библиогр.:с.301.-ISBN5-691-01389-0.
4. <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

Способ секущих плоскостей. Способ концентрических сфер.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Актуальность темы: Многие пространственные фигуры представлены в виде тел вращения. Они широко распространены в архитектуре, строительстве, технике. Многие детали машин и механизмов, станков, инструментов и приборов имеют форму тел вращения или их сочетаний. В следствии, этого получение практических навыков по проектированию и решению задач с телами вращения является важнейшей задачей.

Теоретическая часть

Линией пересечения двух кривых поверхностей второго порядка является пространственная кривая четвёртого порядка. Для её построения нужно найти ряд общих точек, принадлежащих им, и соединить их плавной кривой с учётом

видимости. При построении точек сначала находят *характерные* точки.

Этот способ применяют тогда, когда секущие плоскости, пересекая поверхности тел, дают прямые линии, окружности или простейшие сечения. Секущие плоскости могут быть как плоскостями общего положения (при пересечении двух наклонных цилиндров, или двух наклонных конусов, или наклонных конуса и цилиндра), так и плоскостями частного положения, параллельными Π_1, Π_2 или Π_3 , (при пересечении тел вращения с проецирующими осями).

Для того чтобы найти произвольную точку линии пересечения (рисунок 17.1) вводят горизонтальную вспомогательную плоскость P , перпендикулярную к их осям (рис.16.1а), или им параллельную (рис.16.1б). Плоскость P пересекает цилиндр и конус по окружностям A и B , а сферу и цилиндр по окружности C и прямым D . Точки M и N пересечения этих линий являются искомыми точками линии пересечения. Вводя несколько вспомогательных плоскостей, можно найти необходимое количество точек.

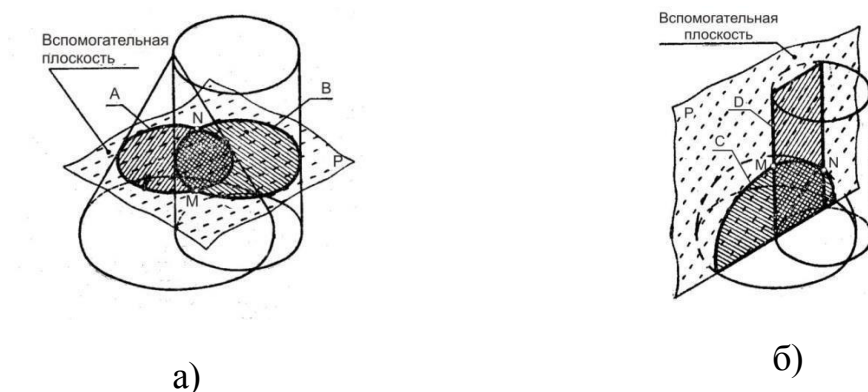


Рисунок 16.1—Вспомогательные секущие плоскости

Построить проекции линии пересечения цилиндра и тора при их неполном проницании (*врезка*) (рисунок 16.2).

Решение. Фронтальная проекция линии пересечения совпадает с окружностью цилиндра. Для построения горизонтальной проекции в этом примере, как и в предыдущем, необходимо использовать горизонтальные секущие плоскости P , T и Q . Каждая из них пересекает тор по окружности, а цилиндр по прямым (образующим). Точки $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1, 7_1$ и 8_1 пересечения окружностей и прямых, лежащих в одной плоскости, определяют искомую

проекцию линии пересечения. При этом плоскость P делит цилиндр на видимую (верхнюю) и невидимую (нижнюю) части, а точки 3 и 4 являются точками видимости. Участок $3_1, 1_1, 4_1$ видимый.

Построить проекции линии пересечения цилиндра и тора при их неполном проникании (*врезка*) (рисунок 16.2).

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

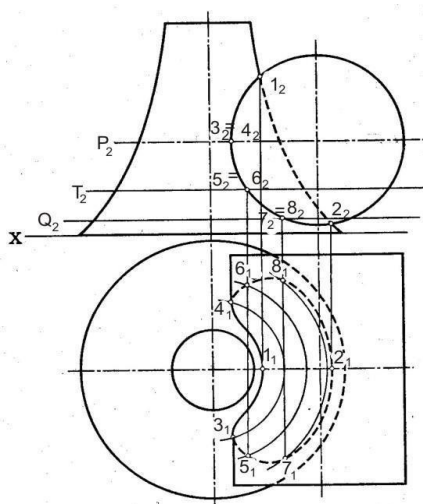


Рисунок 16.2—Пересечение цилиндра и тора

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

Этот способ применяют тогда, когда оба тела являются телами вращения; оси этих тел пересекаются и параллельны одной из плоскостей проекций; тела имеют общую плоскость симметрии (рисунок 16.3). В этом случае сфера 1, описанная из точки O пересечения осей, имеет общую ось вращения с

каждым телом (конус, цилиндр, сфера и тор) и образует с каждым из них **соосную поверхность**. А соосные поверхности всегда пересекаются по окружности, перпендикулярной оси вращения и проходящей через точки пересечения меридианов. Эта окружность проецируется на плоскость проекций, параллельную осям, в виде прямой линии (на рисунке это окружности пересечения). Взаимное пересечение этих окружностей на сфере 1 определяет искомые точки пересечения заданных тел. Проекции линии пересечения получаются всегда в пределах общей части проекций обеих поверхностей. На рисунке 16.4 показан вариант неполного пересечения поверхностей Γ и Φ , называемый *врезка*.

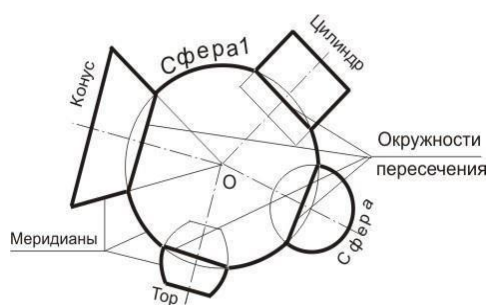


Рисунок 16.3 —Соосные тела

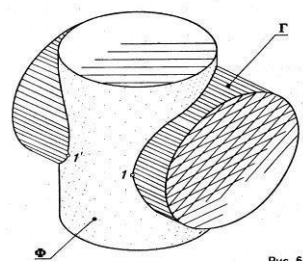


Рисунок 16.4—линия пересечения двух цилиндров

Вопросы и задания.

1. Какова последовательность построения проекций линии пересечения двух поверхностей вращения в общем случае?
2. Когда используется способ секущих сфер?
3. Как определяется видимость линии пересечения поверхностей на проекциях?
4. Построить проекции линии пересечения конуса и цилиндра методом вспомогательных концентрических сфер(рисунки 16.5).

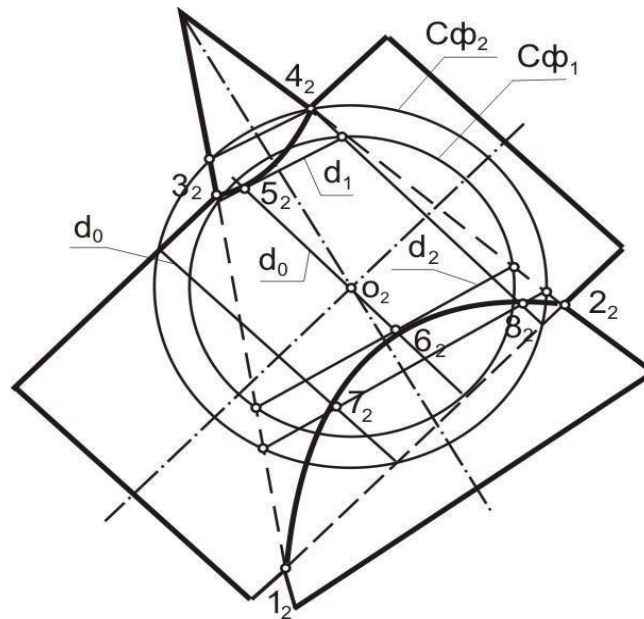


Рисунок 16.5—Пересечение конуса и цилиндра

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

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

Вопросы и задания.

1. Какова последовательность построения проекций линии пересечения двух поверхностей вращения в общем случае?

2. Когда целесообразно использовать в качестве посредников плоскости общего положения?
3. Когда используются для решения задач плоскости частного положения?
4. Какова последовательность построения проекций линии пересечения двух поверхностей вращения в общем случае?
5. Когда используется способ секущих сфер?
6. Как определяется видимость линии пересечения поверхностей на проекциях?

Задача 16.1. На рисунке 16.6 построить проекции линии пересечения заданных поверхностей методом вспомогательных секущих плоскостей и определить их видимость (данные из таблицы 23 приложения А).

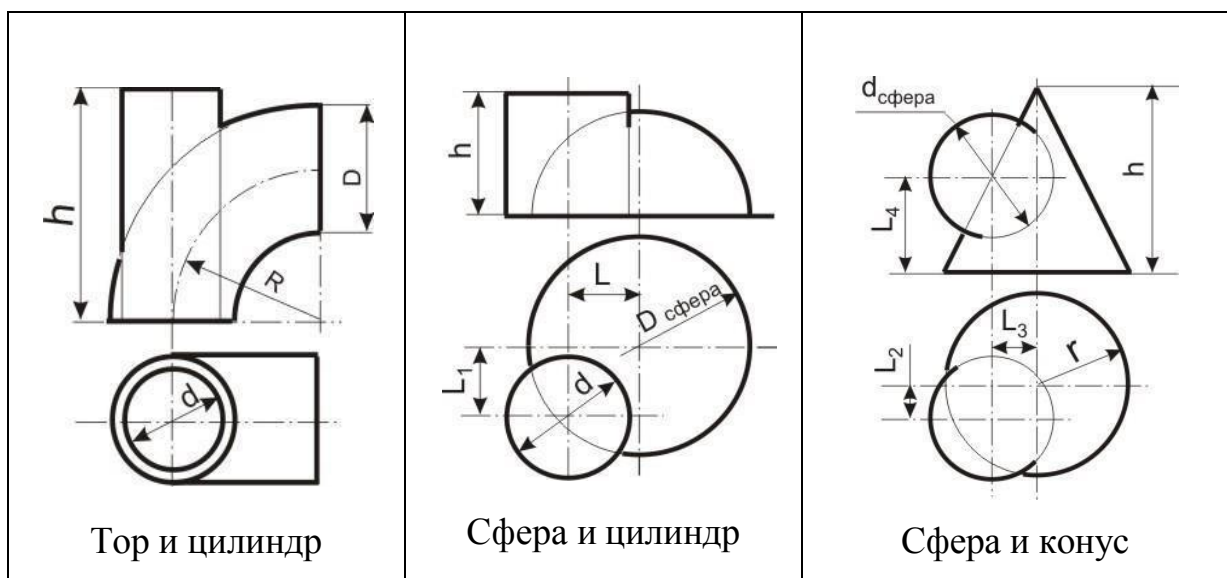
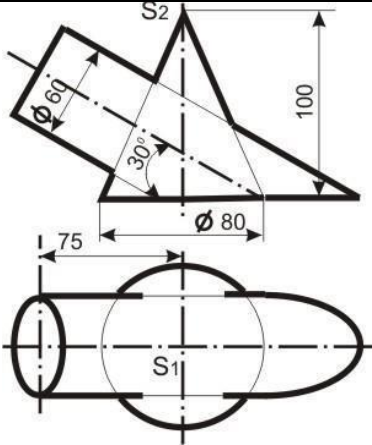
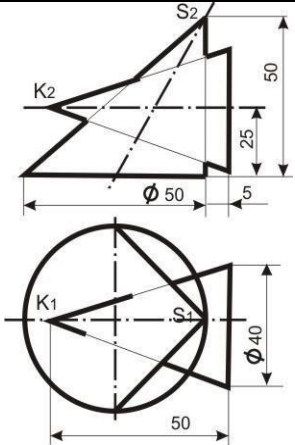
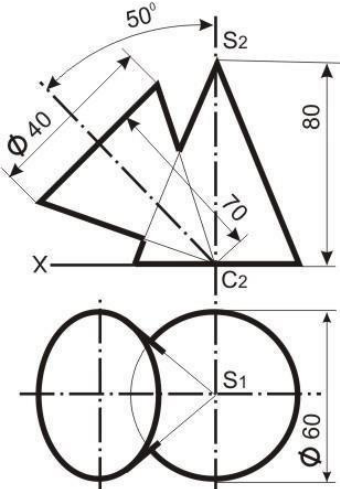
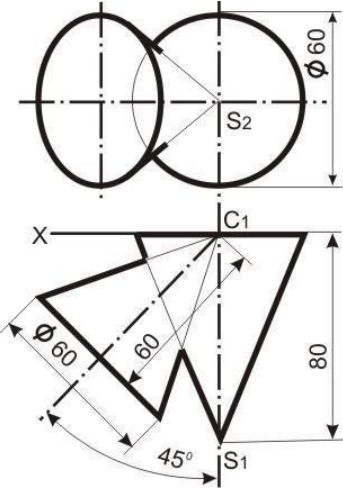
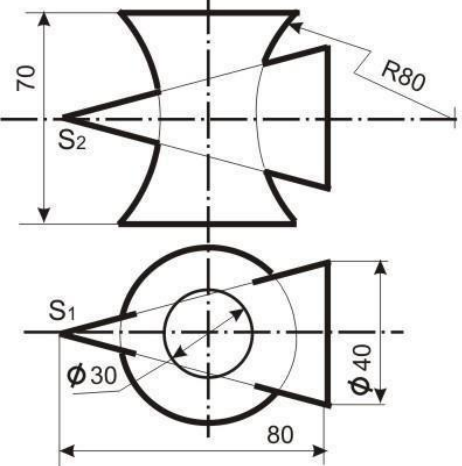
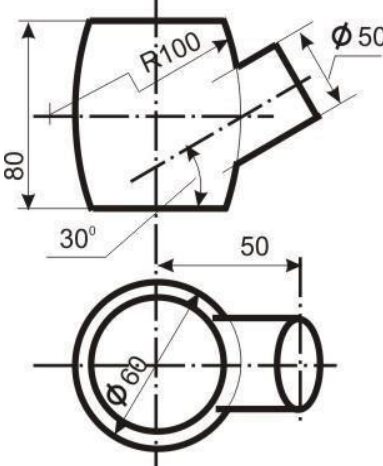


Рисунок 16.6—Пересечение поверхностей вращения

Задача 16.2. На рисунках 16.7 – 16.12 построить проекции линии пересечения заданных поверхностей методом вспомогательных секущих концентрических сфер и определить их видимость. Оси тел пересекаются.

Варианты: 1,7,13,19,25	Варианты: 2,8,14,20,26
 Рисунок 16.7—Цилиндр и конус	 Рисунок 16.8 — Два конуса
Варианты: 3,9,15,21,27  Рисунок 16.9—Оси конусов//П₂	Варианты: 4,10,16,22,28  Рисунок 16.10— Оси конусов// П₁
 Варианты: 5,11,17,23,29 Рисунок 16.11 — Тор (глобоид) и конус	 Варианты: 6,12,18,24,30 Рисунок 16.12 — Тор (бочка) и цилиндр

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю.И. Сборник задач по начертательной геометрии: учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. – 300, [1] с. : ил. ; 24. – (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. – ISBN 5-691-01389-0.
4. <http://www.propro.ru/graphbook/> – электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 17

Схемы

Цель : получение навыков и умений при построении схем.

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

- Знать методы построения схем (УК-1, ОПК-1, ПК-4);
- знать элементы технического обозначения элементов схем (УК-1, ОПК-1, ПК-4);
- знать виды проектно-конструкторской документации (УК-1, ОПК-1, ПК-4);
- владеть навыками технически грамотного выполнения схем (УК-1, ОПК-1, ПК-4);
- уметь читать, выполнять чертежи и составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД (УК-1, ОПК-1, ПК-4).

Актуальность темы: При проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Схемой называется конструкторский документ (чертеж), содержащий условные графические обозначения составных частей изделия, их взаимное расположение и связи между ними.

ГОСТ 2.701–84 устанавливает виды и типы схем.

В зависимости от характера элементов и связей, входящих в состав изделия, схемы подразделяются на **виды**, каждый из которых обозначается буквой: кинематические (**К**), гидравлические (**Г**), пневматические (**П**), электрические (**Э**), оптические (**О**).

В зависимости от основного назначения, схемы делятся на **типы**, каждый из которых обозначается цифрой: структурные (1), функциональные (2), принципиальные (3), монтажные (4), подключения (5) и др.

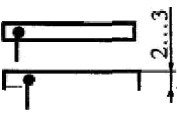
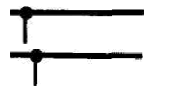
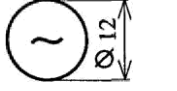
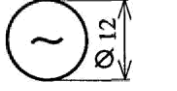
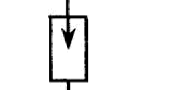
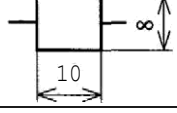
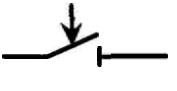
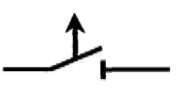
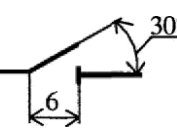
Код схемы, состоящий из буквы и цифры, записывается меньшим шрифтом в основную надпись чертежа, например: схема электрическая принципиальная–Э3.

Правила выполнения **электрических схем** устанавливает ГОСТ 2.702–75. Все схемы выполняются для изделий, находящихся в отключённом состоянии.

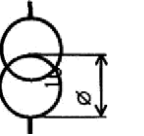
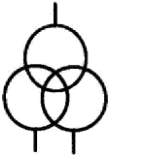
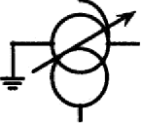
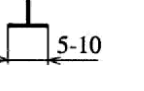
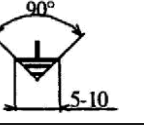
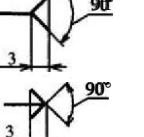
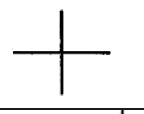
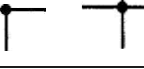
Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений (УГО), установленных ГОСТ. Некоторые из них приведены в таблице 17.1. Графические обозначения и линии связи выполняются линиями толщиной **0,3 – 0,4 мм**.

Каждый элемент схемы должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, которое проставляется *справа от него или над ним*. Порядковые номера одинаковым элементам присваиваются *сверху вниз и слева направо*, как на рисунке 17.1

Т а б л и ц а 17.1 — Обозначение элементов в электрических принципиальных схемах

#	Наименование элемента	Обозначение
А	Сборные шины распределительных устройств высокого напряжения	 или 
G	Генератор	
GC	Синхронный компенсатор	
FV	Разрядник	
LR	Реактор	
LR	Сдвоенный реактор	
Q	Выключатель в силовых цепях	
QN	Короткозамыкатель	
QR	Отделитель	
QS	Разъединитель (рубильник)	
QW	Выключатель нагрузки	

Продолжение таблицы 1)

Код	Наименование элемента	Обозначение
	Трансформатор двухобмоточный	
T	Трансформатор пшовой, дв-моточный с расщеплением обмотки низшего напряжения на две	
T	Трансформатор трехфазный трех-обмоточный с регулированием напряжения под на-	
T	Авто трансформатор силовой с встроенным регулированием напряжения под нагрузкой	
	Корпус	
	Заземление	
	Соединение разъёмное	
	Соединение разборное	
	Линии связи пересекающиеся, электрически не соединенные	
	Линия электрически связана с ответвлениями	

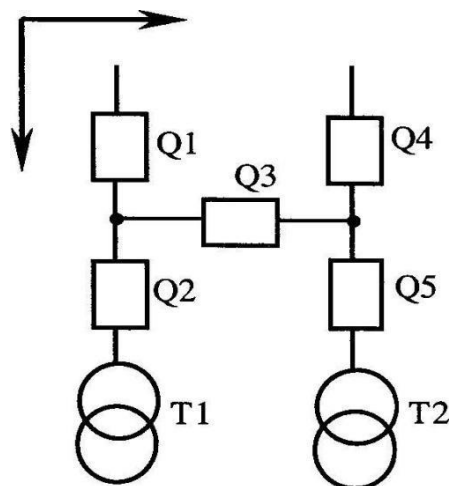


Рисунок 17.1 – Позиционные обозначения. Полные сведения об элементах записывают в их перечень, который выполняют в форме таблицы (рис. 17.2). Перечень элементов можно помещать на первом листе схемы или оформлять как самостоятельный документ на формате А4 с основной надписью по форме 2 (как для спецификации).

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	15
	Выключатели ВМТ ТУ 16 - 674.047- 85			
Q1, Q2	ВМТ- 220Б- 40 / 1600Т1	2		
Q3	ВМТ-110Б-25 / 1250	1		
QS1...QS8	Разъединитель РНД-35/1000У1	8		
	ТУ 16-520.102-79			
20	110	10		8
185				

Рисунок 17.2 – Перечень элементов

Элементы вносят в перечень группами в алфавитном порядке буквенно-цифровых обозначений и по возрастанию порядковых номеров. Между группами элементов рекомендуется оставлять незаполненные строки для внесения изменений.

Для сокращения перечня элементы одного вида с одинаковыми параметрами допускается записывать одной строкой с указанием их количества. При записи одинаковых по наименованию элементов рекомендуется объединять их в группы сообщим заголовком(запись «ВыключателиВМТТУ...»).

Перечнюэлементов,каксамостоятельному документу,присваиваетсякод, который должен состоять из буквы «П» и кода схемы. В основной надписиперечняпод наименованиемизделияделаютзапись«Переченьэлементов».

Контрольныевопросы

1. Как образуется буквенно-цифровое обозначение элементов принципиальной электрической схемы?
2. Какие условные буквенные и графические обозначения элементовиспользуютсяна принципиальных электрическихсхемах?

НаформатеА3оформитьэлектрическуюпринципиальнуюсхемуипереченьэлементовпопредложеннойзаготовкесхемыиописаниюокнейсогласно вариантуиз рисунка 17.3.

Для этого, **формат А3 разделить на два формата А4**. В правой частилиста подготовить основную надпись по форме 1 (для чертежей), а в левой – поформе2(для текстовыхдокументов).

На формате **А4 правой части** выполнить принципиальную электрическую схему. Для этого элементы, показанные на заготовке схемы в упрощённых очертаниях (в виде пронумерованных окружностей), нужно заменить условными графическими обозначениями из таблицы17.1.Наформате**А4 левой части** разместить перечень элементов.

Образецзадания17дляварианта11приведеннарисунке17.4.

На чертеже формата А3 выполнить рабочие чертежи двух деталей. Номера позиции детали из сборочного чертежа соответствующего варианта указывается преподавателем. Масштаб изображения выбирается самостоятельно. На рабочем чертеже проставить все размеры и шероховатость поверхностей. Данные варианта взять из таблицы 24 приложения А

Образец рабочего чертежадеталипозаданиюпредставлен вПриложении

Б,рисунок9.

Список литературы,рекомендуемый к использованию поданнойтеме:

1. Чекмарев,А.А.Начертательная геометрия и черчение:учебник для вузов /А. А. Чекмарев.—4-еизд.,испр. идоп.—М. :Юрайт,2013. —471с.
:ил. —(Бакалавр. Базовыйкурс).— Гриф:Рек. МО.— Библиогр.: с. 465-466.— ISBN978-5-9916-2231-8.
2. Бобин,Н.Е.Инженерная графика. Начертательная геометрия:учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю.А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос.горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). — 4-е изд., стер. — СПб. :Издательство СПбГГИ, 2008. — 73, [1] с. : ил. — Библиогр.: с. 72. — ISBN978-5-94211-362-9.
3. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>-каталогстандартовЕСКД.
4. <http://www.propro.ru/graphbook/>-электронныеучебныепособияпокурсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения»,«Геометрические основы построения чертежа».

Практическоезанятие18

Оформление конструкторских документов с помощью графических редакторов Введение в интерфейс.

Цель: получение навыков оформления конструкторских документов с помощью графических редакторов

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

-знать методы построения чертежей с помощью графических редакторов (УК-1,ОПК-1, ОПК-4);

- - знать методы построения графических объектов, методы редактирования графических объектов; (УК-1,ОПК-1, ОПК-3);

Знать виды проектно-конструкторской документации с использованием графических редакторов (УК-1,ОПК-1, ОПК-3);

- -владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей с

Использованием графических редакторов (УК-1,ОПК-1, ОПК-3);

- -уметь читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД УК-1,ОПК-1, ОПК-3);

Владеть навыками конструирования деталей и узлов при различных условиях работы машин с использованием графических редакторов (УК-1,ОПК-1, ОПК-3);

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо получить навыки работы с использованием графических редакторов при выполнении рабочих чертежей.

Теоретическая часть

Обучение работе на компьютере с использованием графических редакторов является **самостоятельной задачей и требует больших временных затрат.**

Освоение функций графических редакторов студентами рекомендуется вести в такой последовательности:

1. Подготовить область вычерчивания (электронный формат) и выполнить рамку для выбранного формата.
2. Освоить способы задания координат точек (абсолютные, относительные, полярные), их определения на экране.
3. Изучить панель инструментов вычерчивания графических примитивов (рисунок 18.1).

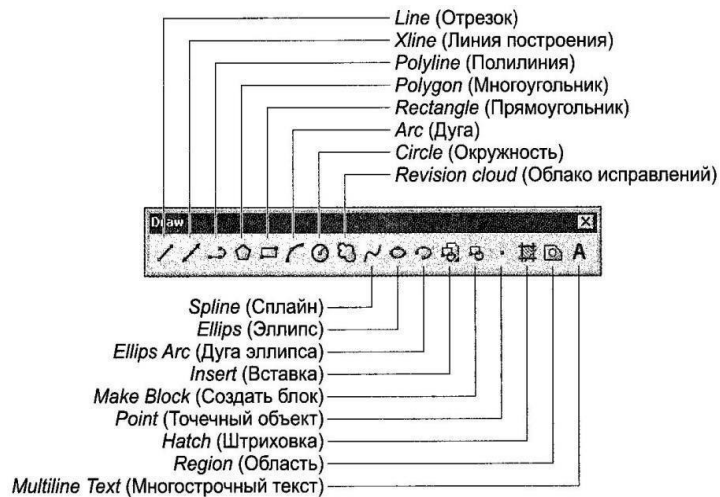


Рисунок 18.1–Панель рисования(примитивы)

4. Научиться управлять изображением на экране.
5. Освоить панель инструментов, позволяющих редактировать геометрические примитивы и созданные объекты

(рисунок 18.2).

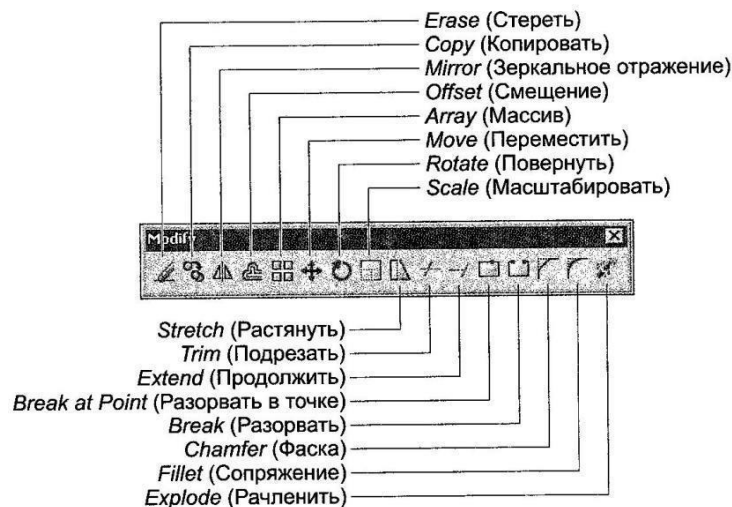


Рисунок 18.2–Панель редактирования

6. Выполнить основную надпись и чертеж соединения.
7. Проставить необходимые размеры на чертеже с помощью специальной панели инструментов.

Практически все команды редактирования представлены в меню Modify (Редактирование), а их кнопки – на панели инструментов Modify. В большинстве случаев можно воспользоваться одним из двух вариантов:

- запустить команду, а затем выделить объекты, которыми эта команда будет оперировать;
- Сначала выделить объекты, а затем запустить команду, которая выполнит однотипные преобразования выделенных объектов.

Стирание объектов. Без удаления (стирания) объектов не обходится ни один чертёж. Команда ERASE(Стереть)  очень проста—у неё нет параметров. Чтобы удалить объект, достаточно выделить его и щёлкнуть на кнопке Erase панели инструментов Modify. Можно сделать и наоборот—щёлкнуть на кнопке Erase, а затем выделить объект.

Перемещение объектов. Перемещение объектов выполняется с помощью команды MOVE (Перемещение) . Это более сложная операция, чем стирание, так как необходимо указать расстояние и направление перемещения объекта.

Для перемещения объекта выделите его и щёлкните на кнопке Move панели инструментов Modify. Можно сделать и наоборот: щёлкнуть на кнопке Move, а затем выделить объект. Команда ответит приглашением

Specify base point or displacement:

(Задайте базовую точку или

смещение:). Возможны два варианта ответа на

приглашение. Метод смещения. В ответ на

приглашение Specify base point or displacement:

можно ввести смещение в виде координат точки (например, 2,3 в прямоугольной). Появится приглашение Specify second point of displacement or <use first point as displacements>: (Задайте вторую точку смещения или <используйте первую точку в качестве смещения>).

Поскольку вся необходимая информация уже введена, для перемещения объекта достаточно нажать клавишу <Enter>. Команда использует первую указанную вами точку в качестве смещения (по умолчанию) и перемещает объект

.

Метод "базовая точка/вторая точка".

Вот ответ на приглашение Specify base point or displacement:

укажите базовую точку в любом месте чертежа.

Затем вот ответ на приглашение Specify second point of displacement or <use first point as displacement>:

Определите расстояние и угол поворота или задайте вторую точку. В последнем случае можно либо воспользоваться прицелом, либо непосредственно ввести относительные координаты с префиксом @.

Для перемещения объектов чертежа можно использовать и привычную технологию перетаскивания, но только в случае, если особая точность перемещения не требуется. Для этого выполните перечисленные ниже действия.

- Выделите объект.
- Продолжайте выделять объекты, которые собираетесь перемещать. Количество объектов ограничивается только вашим желанием. На всех выделенных объектах появляются маркеры ручек.
- Теперь "захватите" любой из выделенных объектов, но только не за маркер ручки. Удерживайте нажатой левую кнопку мыши до тех пор, пока указатель не примет вид стрелки с маленьким прямоугольником. Этим программа подтверждает, что ваше желание перетаскивать выделенные объекты воспринято.

Теперь можно перетаскивать объекты в новое место. В AutoCAD можно использовать и ещё один традиционный прием – вырезку/вставку объектов с помощью системного буфера Windows. Выделите объекты, которые собираетесь переместить. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню команду Cut (Вырезать). Еще раз выведите на экран контекстное меню щелчком правой кнопки мыши, но теперь выберите команду Paste (Вставить). Команда спросит вас о точке вставки. Ее можно либо указать, воспользовавшись одним из режимов объектной привязки, либо ввести координаты точки в командную строку. Самое неприятное в том, что невозможно задать точку, которую команда будет использовать в качестве базовой.

Копирование объектов. Процесс копирования подобен процессу перемещения. Единственное отличие в том, что при копировании объект не

переносит с из его исходного положения, а создаётся копия, поэтому в результате на экране будут присутствовать два объекта вместо одного.

Для создания копии объекта выделите его и щёлкните на кнопке  Copy Object (Копировать объект) панели инструментов Modify. Можно сделать и наоборот: щёлкнуть на кнопке CopyObject, а затем выделить объект. Все остальные действия схожи с командой ПЕРЕМЕЩЕНИЕ.

Технологии "перетащить и опустить". При её использовании и для копирования необходимо в процессе перетаскивания объектов на новое место удерживать нажатой клавишу <Ctrl>. Признаком того, что программа правильно поняла ваше намерение использовать этот метод и меню для копирования, является появление значка "плюс" в прямоугольнике указателя. В AutoCAD для копирования можно использовать и системный буфер Windows, работая по стандартной методике: выделить объект (объекты), выполнить операцию Copy (Копировать), выбрав соответствующую команду в контекстном меню, и выполнить операцию Paste (Вставить). Таким способом можно также копировать объекты с одного чертежа на другой.

Программы AutoCAD позволяют легко поворачивать объект или объекты вокруг базовой точки на заданный угол поворота. Обычно базовая точка расположена на объекте. Часто используется и объектная привязка. Отсчёт значения угла выполняется от горизонтальной линии, направленной вправо. Положительное значение угла соответствует повороту против часовой стрелки. Если ввести отрицательное значение угла, то объекты поворачиваются по часовой стрелке.

Для поворота объекта достаточно выбрать его и щёлкнуть на кнопке Rotate  (Повернуть) панели инструментов Modify. В ответ на приглашение Specify base point: (Укажите базовую точку:) введите точку, вокруг которой необходимо выполнить поворот. В ответ на приглашение Specify rotation angle or [Reference]: (Задайте угол поворота или [Ссылка]:) введите угол в командной строке. Можно сделать и наоборот: щёлкнуть на кнопке Rotate и затем выделить объект.

Параметр Reference(Ссылка)позволяет определить угол путём ссылки на другой угол или другой объект.В ответна приглашение

Specifythereferenceangle<0>:
(Задайтессылочныйугол<0>:.)

Вводится значение угла или, что предпочтительнее, угол определяется указанием двух точек. Чаще всего для этого используются точки, выделенные объектной привязкой на объекте.В ответ на приглашение

Specifythe newangle:
(Задайтеновыйугол:.)

вводится или указывается новый угол. Этот угол также может быть указан с помощью объектной привязки на другом объекте чертежа. Параметр Reference можно применять для выравнивания объекта относительно другого объекта чертежа.

Изменение размеров объектов. Изменение размеров объектов – ещё одна из типовых задач редактирования.На объекте указывается базовая точка (обычно с помощью объектной привязки). Базовая точка остаётся единственной неподвижной точкой на объекте, т.е. не меняет своего положения во время этой операции. Универсальный способ изменения размеров объекта–задание масштабного коэффициента.

Объект на чертеже имеет масштабный коэффициент, равный 1, поэтому для увеличения размеров объекта вводится число, большее 1.

Например, масштабный коэффициент, равный 2, увеличивает размеры объекта в два раза. Для уменьшения размеров объекта масштабныйкоэффициент должен быть меньше 1. Масштабный коэффициент, равный 0,25,создаёт объект,вчетыреразаменьшийисходного.

Как и при использовании команды ROTATE, для изменения размеров можно применять параметр Reference. При этом нужно ввести некоторый ссылочный линейный размер,как правило, длин у какого-либо объекта.Выполнить такую операцию можно, либо непосредственно вводя значения Командную строку, либо используя объектную привязку. В ответ на приглашение

Specify new
length:(Определитенуюд

лину:)

можно либо ввести новую длину, либо указать точку. Для определения новой длины команда измерит расстояние от указанной точки до базовой.

Для изменения размеров объекта щёлкните на кнопке  Scale (Масштаб) панели инструментов Modify и выделите объект. Можно поступить и на оборот.

Изменение параметров объектов. Команда CHANGE(Изменить)перемещает конечную точку отрезка или изменяет радиус окружности.

Чтобы изменить объект, введите в командную строку changed и выделите объект. Можно также с начала выделить объект, а затем ввести указанную команду. После этого необходимо ввести точку изменения.

Вопросы и задания

1. С какими объектами работает компьютерная графика?
2. В чём заключается разница векторной и растровой графики?
3. Какие знаете графические редакторы? Какой тип информации они обрабатывают?
4. Можно ли файлы векторной графики редактировать в программе растровой графики? А наоборот?
5. Для решения каких задач применяется компьютерная графика при оформлении конструкторской документации?
6. Что такое графический примитив?

Используя теоретические знания полученные по использованию программы AutoCAD выполнить вычерчивание детали.

Список литературы,рекомендуемый к использованию по данной теме:

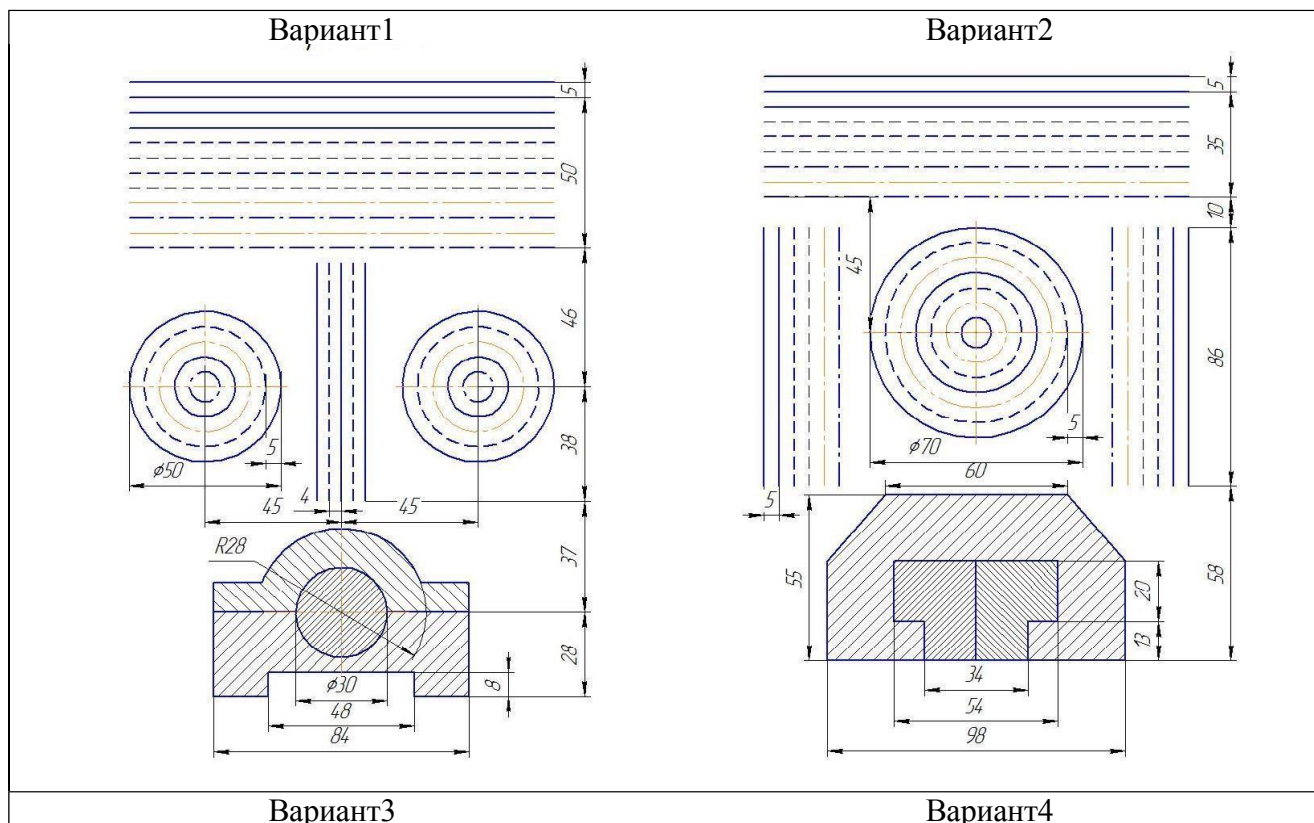
5. Чекмарев,А.А.Начертательна геометрия и черчение: учебник для вузов /А. А. Чекмарев.—4-еизд.,испр.идоп.—М. :Юрайт,2013. —471с.
:ил. —(Бакалавр. Базовыйкурс).— Гриф:Рек. МО.— Библиогр.: с. 465-466.— ISBN978-5-9916-2231-8.
6. Бобин,Н.Е.Инженерная графика.Начертательная геометрия:учеб.пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю.А. Эйст ;

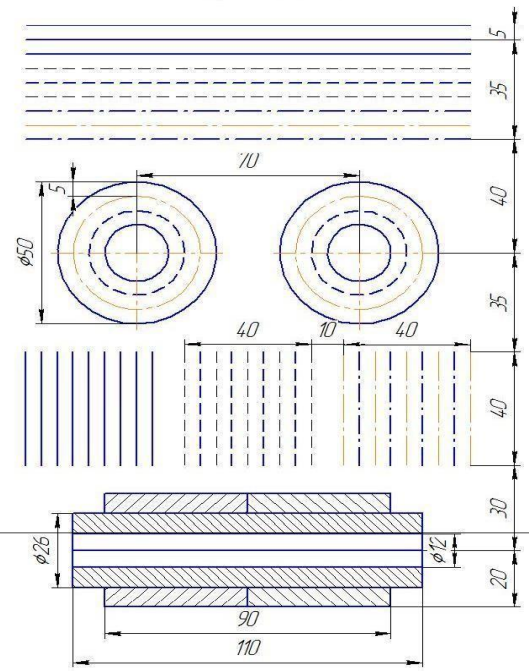
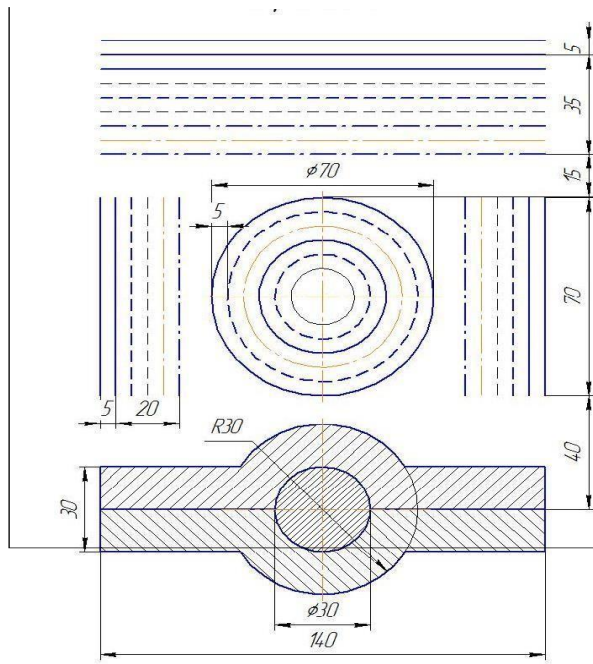
Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный институт. Г.В.Плеханова(техн.ун-т).—4-е изд., стер.—СПб.:

Издательство СПбГГИ, 2008.—73,[1]с.: ил.—Библиогр.: с.72.—ISBN 978-5-94211-362-9.

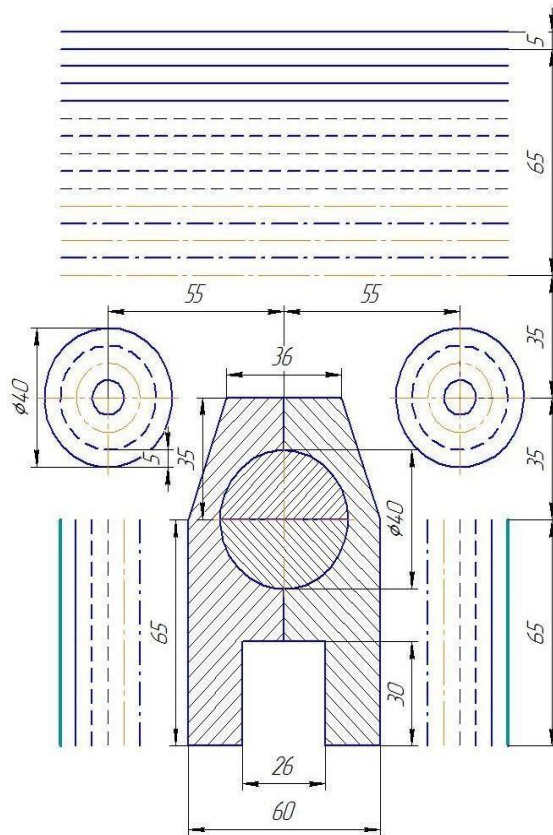
7. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>-каталог стандартов ЕСКД.
8. <http://www.propro.ru/graphbook/>-электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Таблица 1—Данные для практического занятия 1

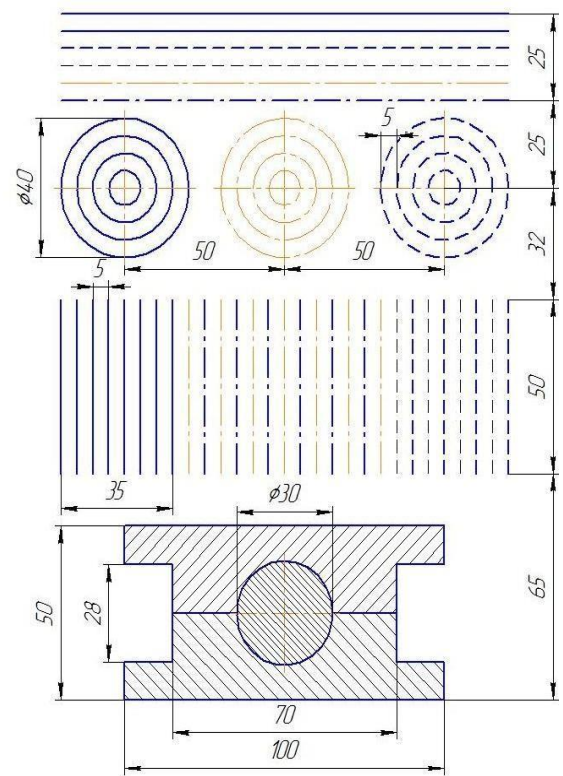




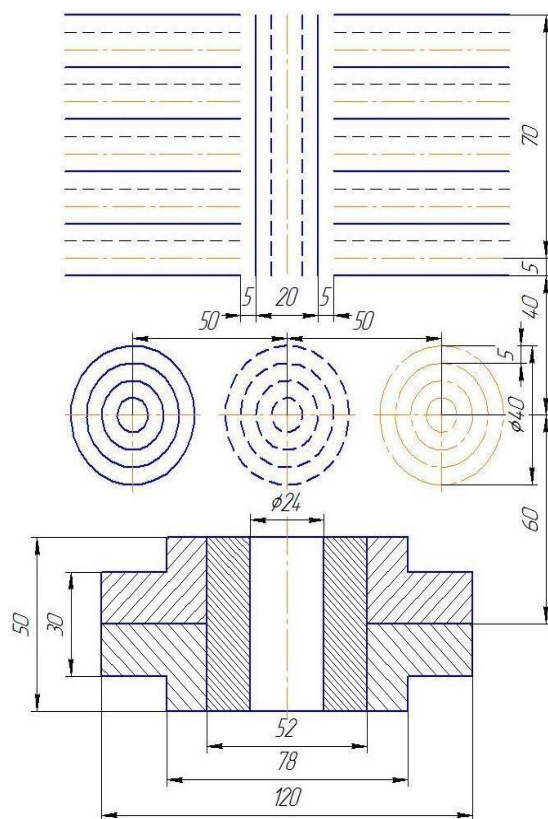
Вариант5



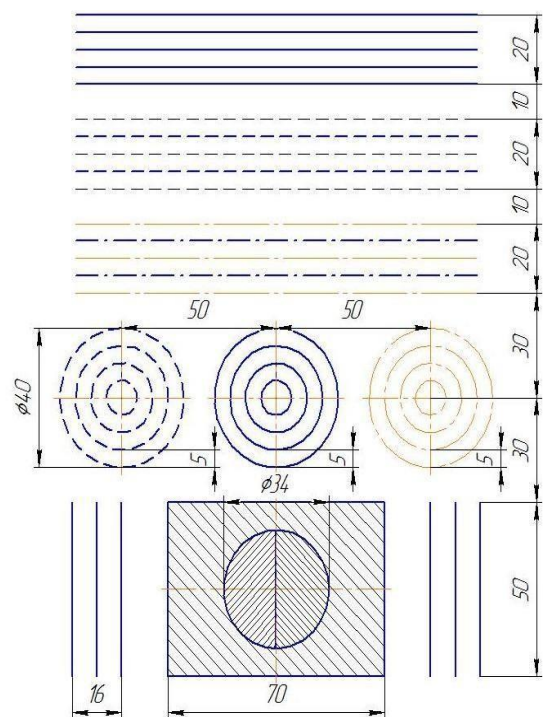
Вариант6



Вариант7



Вариант8



Вариант9	Вариант10
Technical drawing of Variant 9 showing three views: front, top, and side. The front view shows a stepped block with a central vertical slot. The top view shows two circular holes with diameters of 50 and 55. The side view shows a stepped profile with a total width of 138 and a height of 50.	Technical drawing of Variant 10 showing three views: front, top, and side. The front view shows a stepped block with a central vertical slot. The top view shows two circular holes with diameters of 50 and 55. The side view shows a stepped profile with a total width of 120 and a height of 36.
Вариант11	Вариант12
Technical drawing of Variant 11 showing three views: front, top, and side. The front view shows a stepped block with a central vertical slot. The top view shows two circular holes with diameters of 40 and 50. The side view shows a stepped profile with a total width of 98 and a height of 65.	Technical drawing of Variant 12 showing three views: front, top, and side. The front view shows a stepped block with a central vertical slot. The top view shows two circular holes with diameters of 70 and 60. The side view shows a stepped profile with a total width of 134 and a height of 50.

Таблица2- Данные к задачам2.1.-2.4

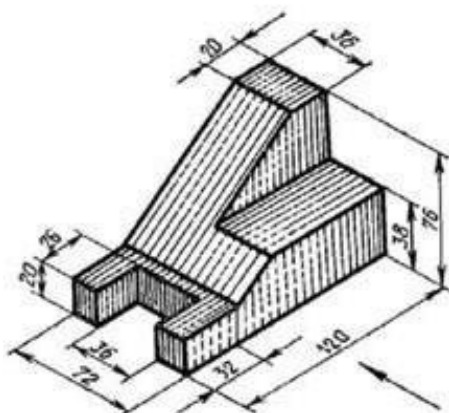
Вариант			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
координаты	А	x	50	75	55	50	80	-68	85	78	55	40	48	65
		y	-15	29	23	-40	45	9	25	44	20	5	-10	10
		z	30	-38	45	46	-20	28	35	-20	35	50	35	27
	Б	x	10	20	-10	10	10	10	10	12	-15	5	5	10
		y	-35	5	13	5	20	30	-25	6	38	30	-25	25
		z	40	6	5	-20	45	12	65	40	15	5	15	10
	С	x	30	15	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
	Г	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 задаче2.4

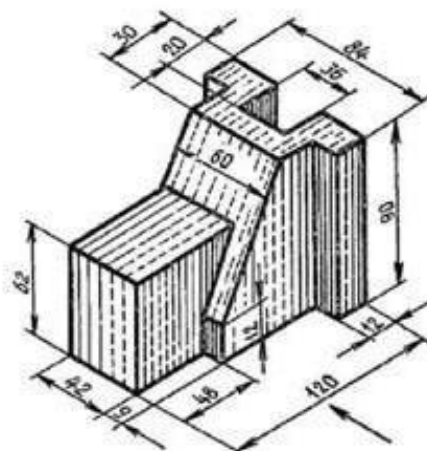
вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
элемент	пл.	пл.	Ось	пл.	пл.	пл.	Ось	пл.	пл.	Ось	пл.	пл.
	П ₁	П ₂	X ₁	П ₃	П ₂	П ₁	X	П ₁	П ₂	X	П ₃	П ₁

Таблица 4—Данные для практического занятия 3

Вариант 1

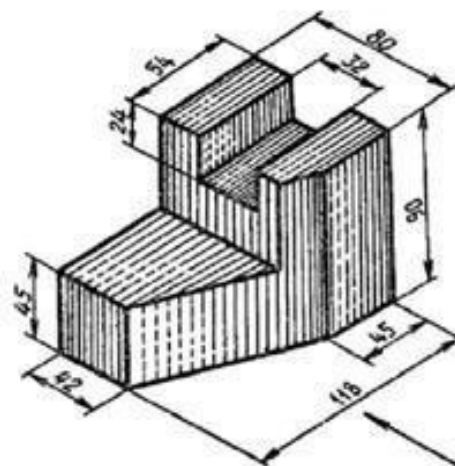
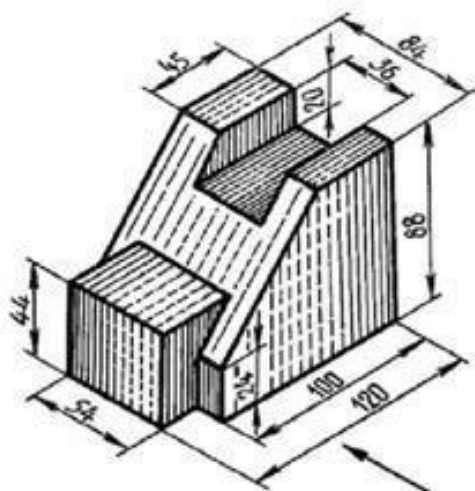


Вариант 2

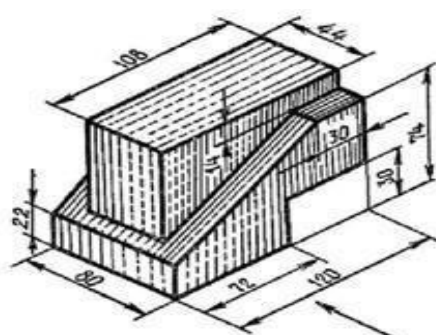


Вариант 4

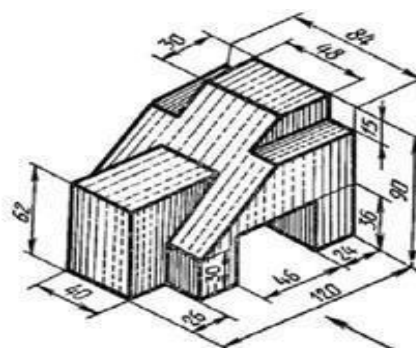
Вариант 3



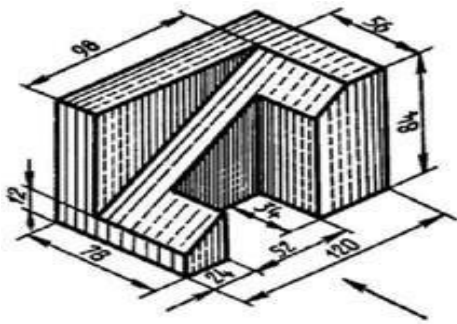
Вариант 5



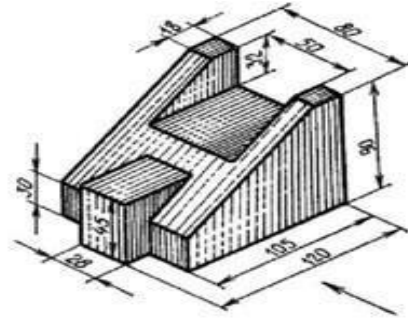
Вариант 6



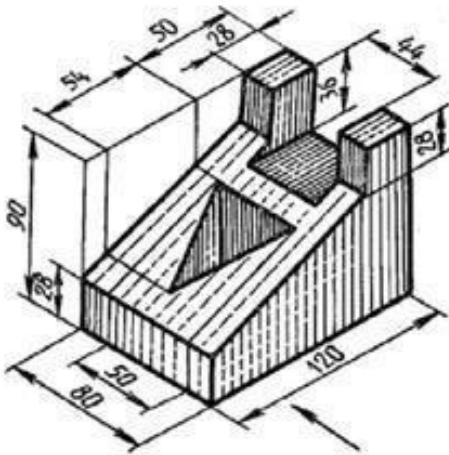
Вариант7



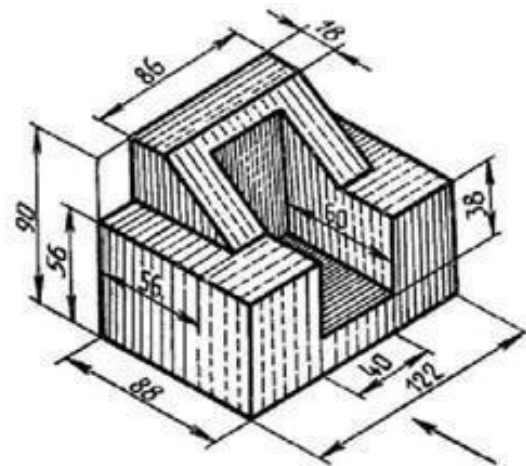
Вариант8



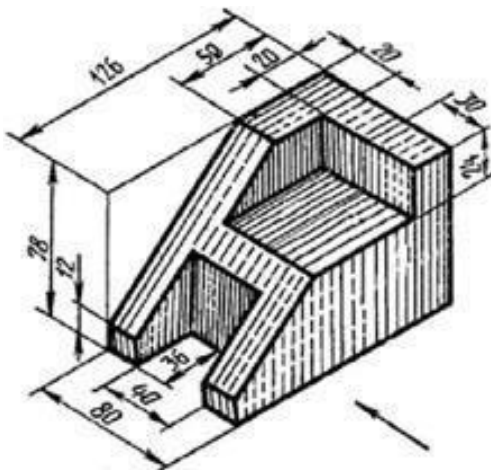
Вариант9



Вариант10



Вариант11



Вариант12

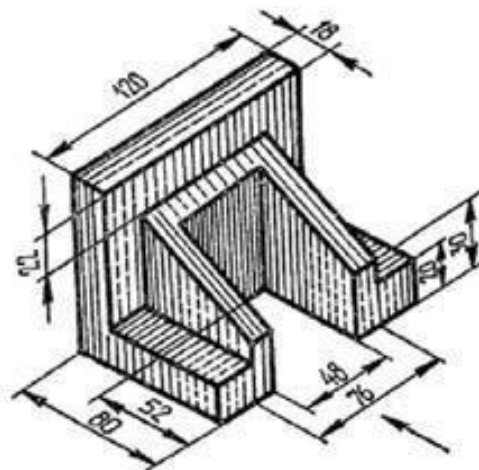


Таблица 5—Данные к задачам 4.1 -4.7

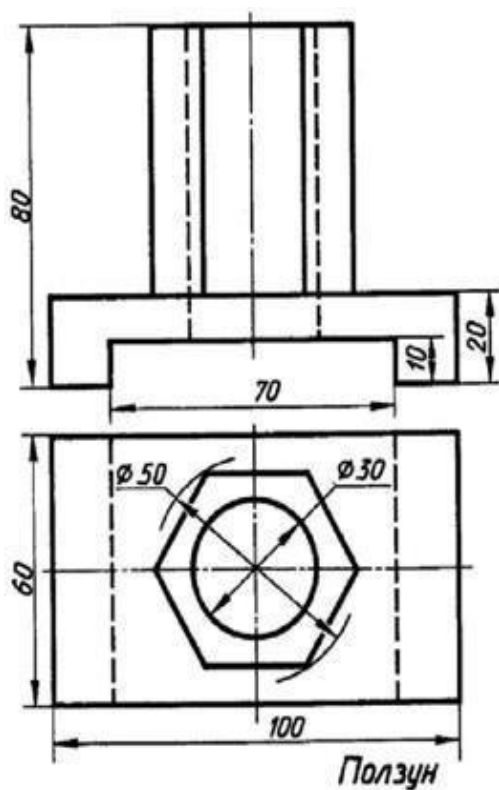
Координаты	A			B			C			D		
Вариант	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	37	28	-5	19	9	14	-6	10	8	-27	32	-32
2	40	16	8	-8	40	40	19	19	-22	-30	33	11
3	35	-34	9	12	34	32	-10	-28	-12	-24	20	18
4	9	36	38	35	-12	5	15	-13	-10	-10	29	23
5	9	12	34	-35	-36	10	26	-36	-11	-24	-9	28
6	42	-41	-5	15	13	32	6	-23	-23	-18	22	9
7	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 6—Данные к задаче 4.1

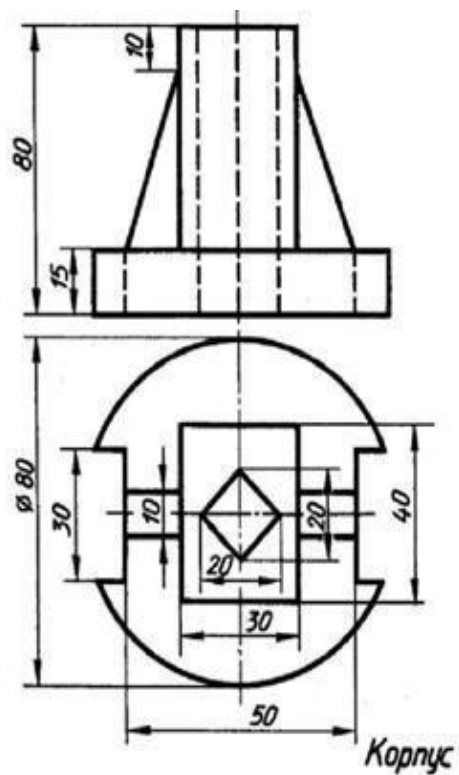
вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АККВ	2:3	4:1	5:3	3:4	2:3	5:1	2:5	7:2	8:3	2:3	1:7	2:5

Таблица 7- Данные для практического занятия 5

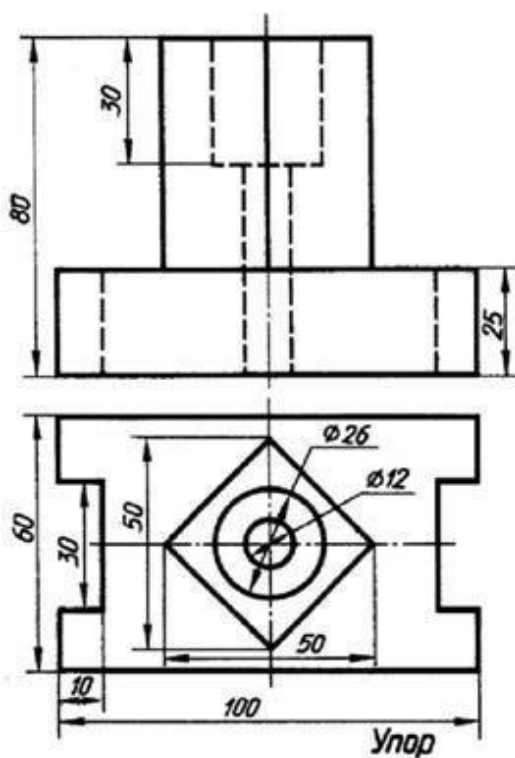
Вариант1



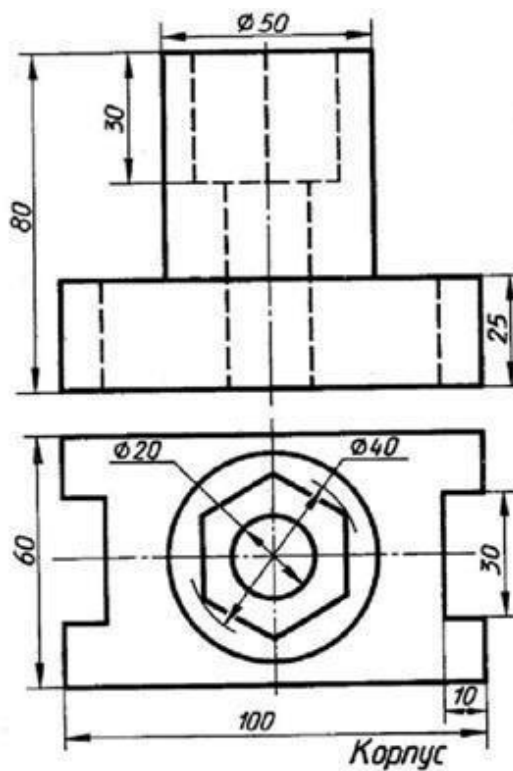
Вариант2



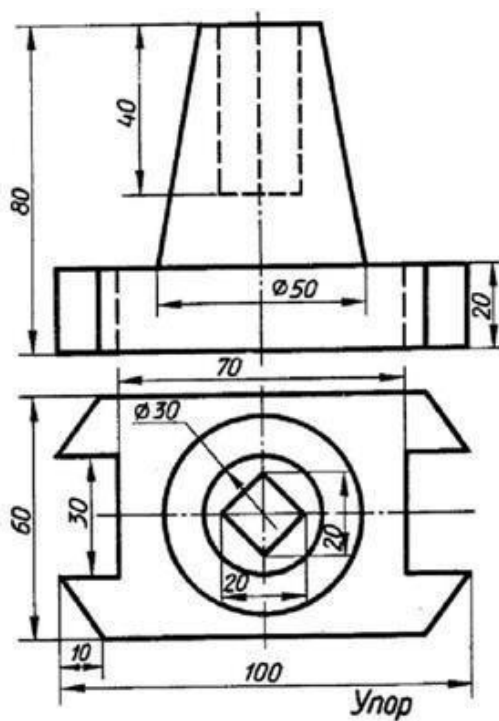
Вариант3



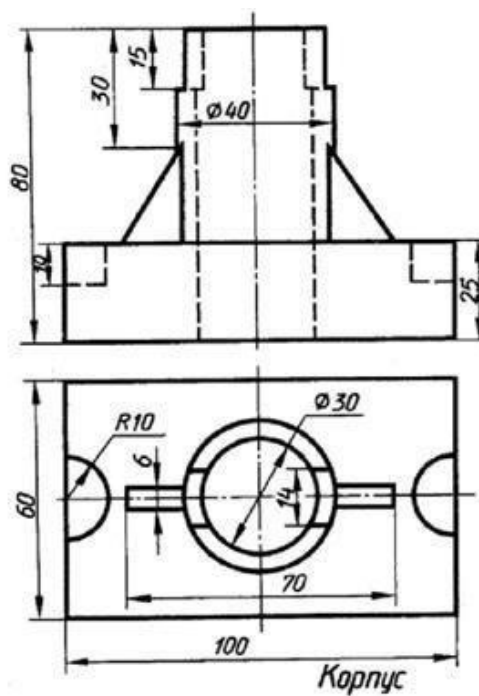
Вариант4



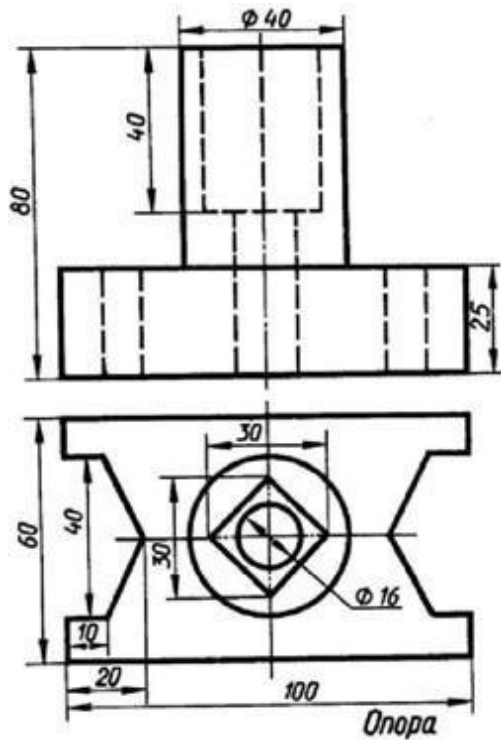
Вариант5



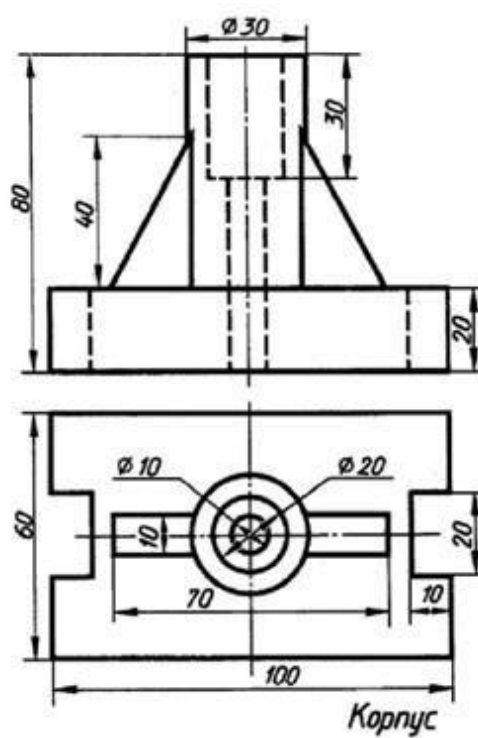
Вариант6



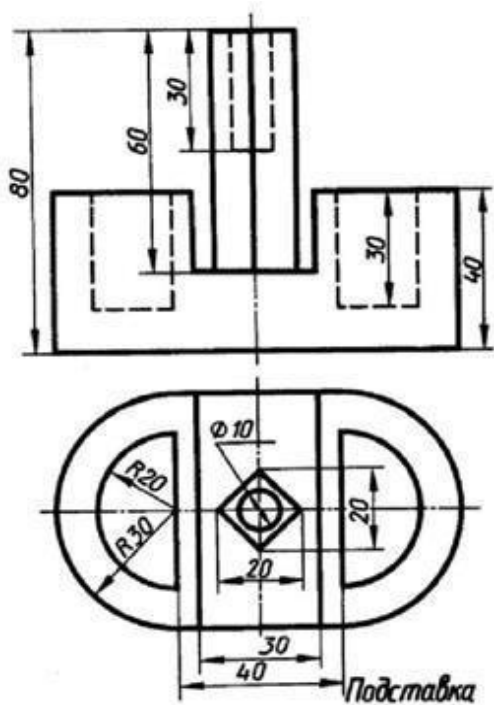
Вариант7



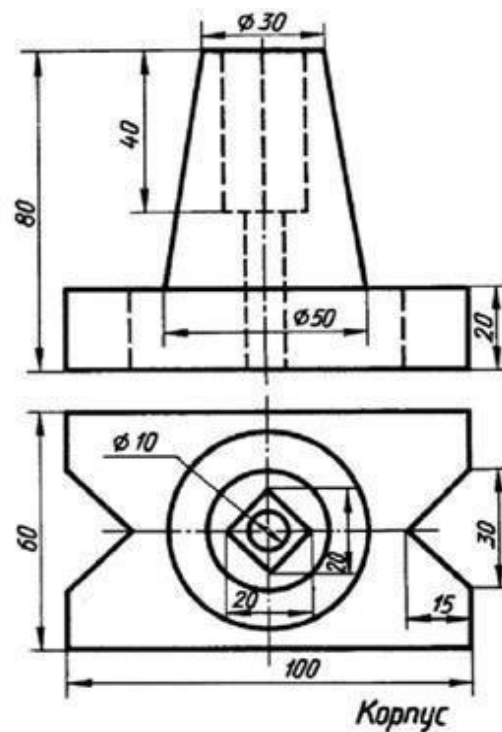
Вариант8



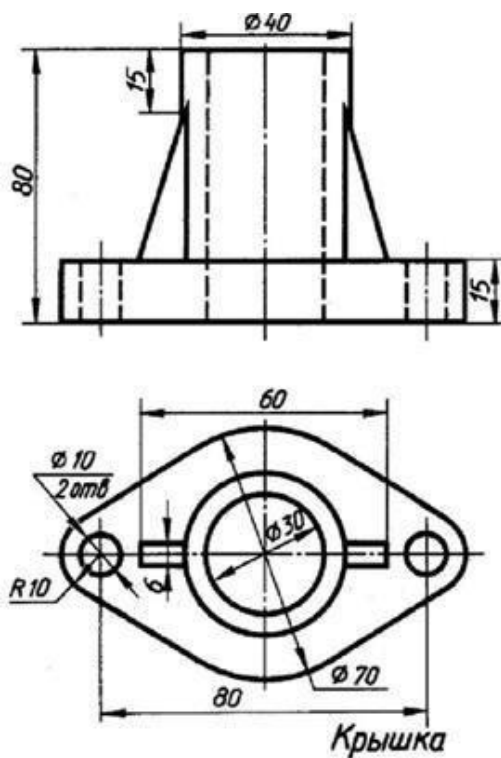
Вариант9



Вариант10



Вариант11



Вариант12

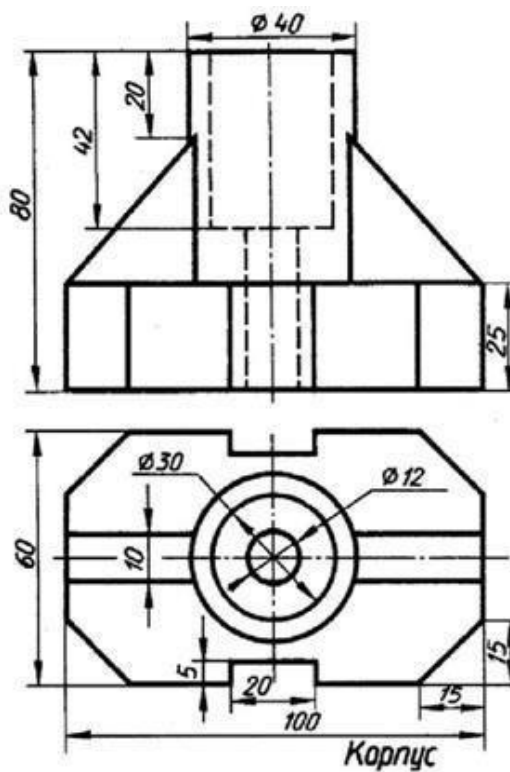


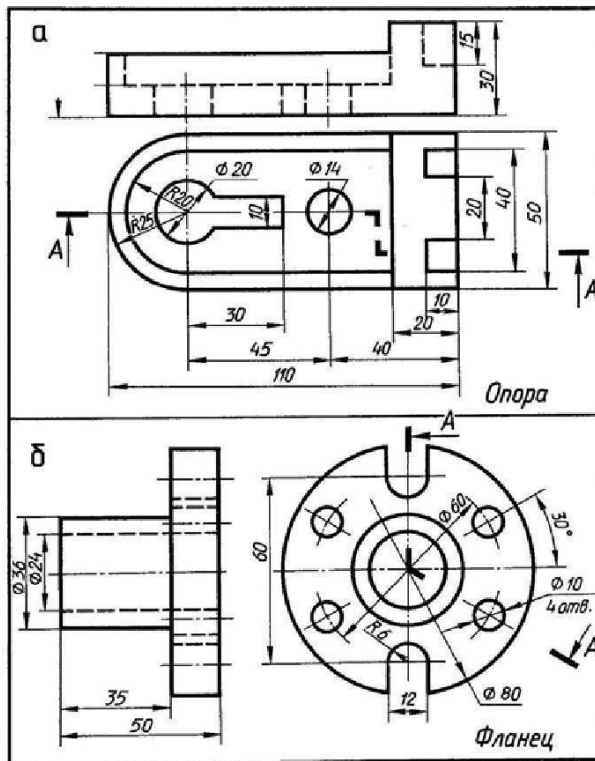
Таблица 8–Данные к задачам 6.2– 6.6, 8.1–8.3, 6.1-6.2, 10.1–10.6

№ варианта	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		120	100	80
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	-	110	0	36		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

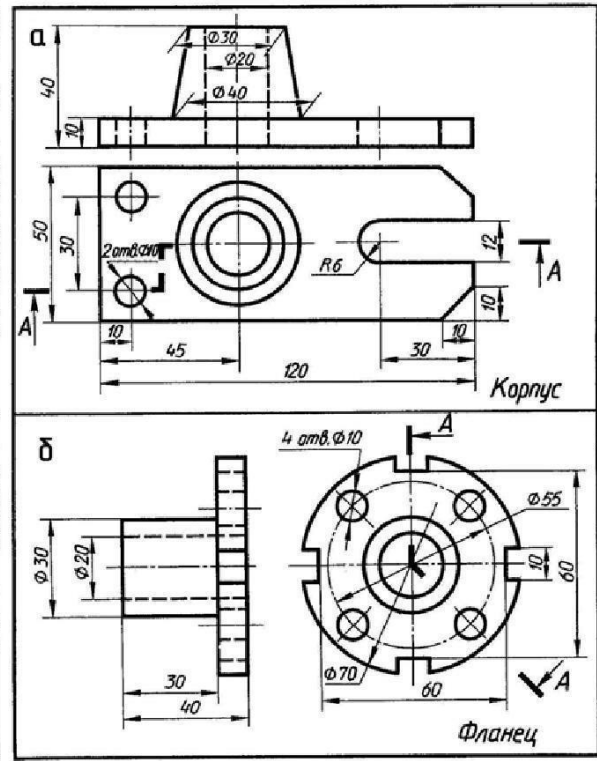
Таблица 9 –Данные к задачам 12.1–12.2

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

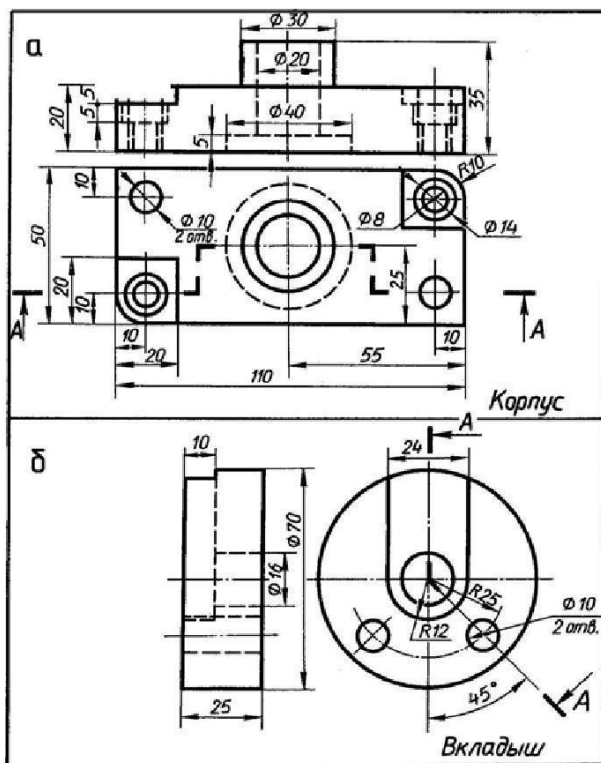
Вариант5



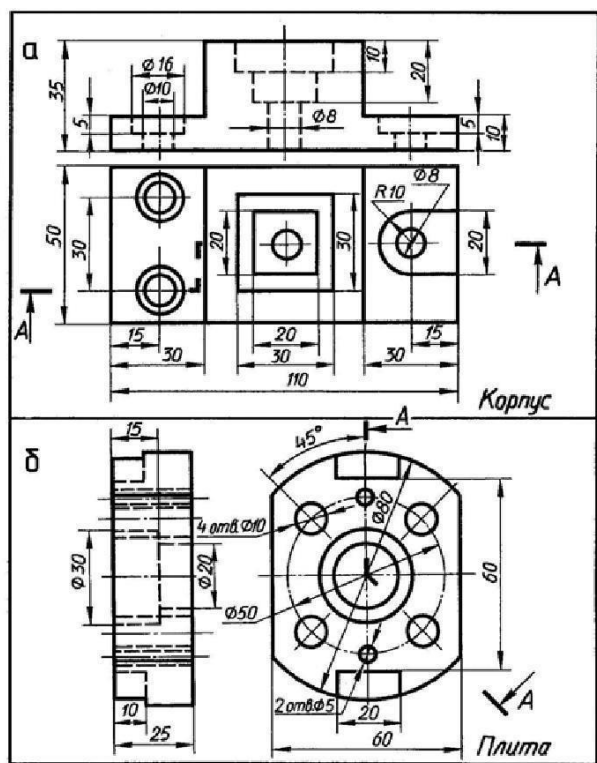
Вариант6



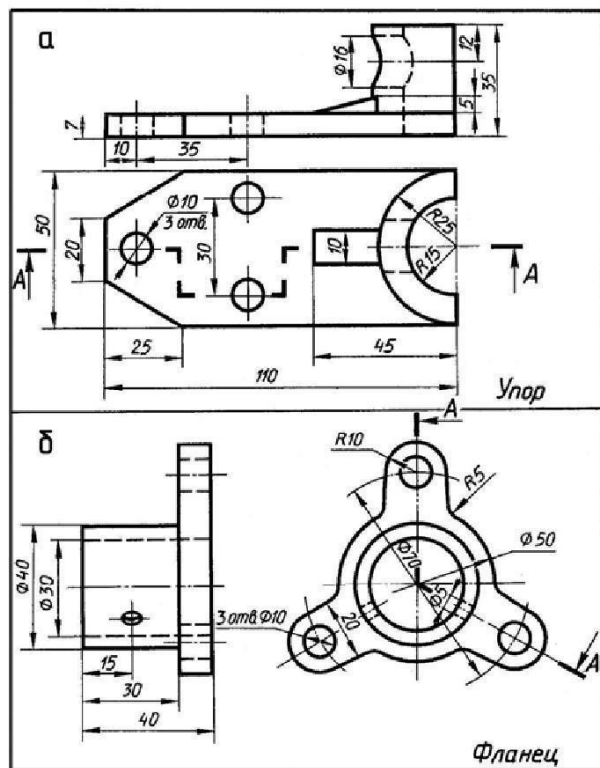
Вариант7



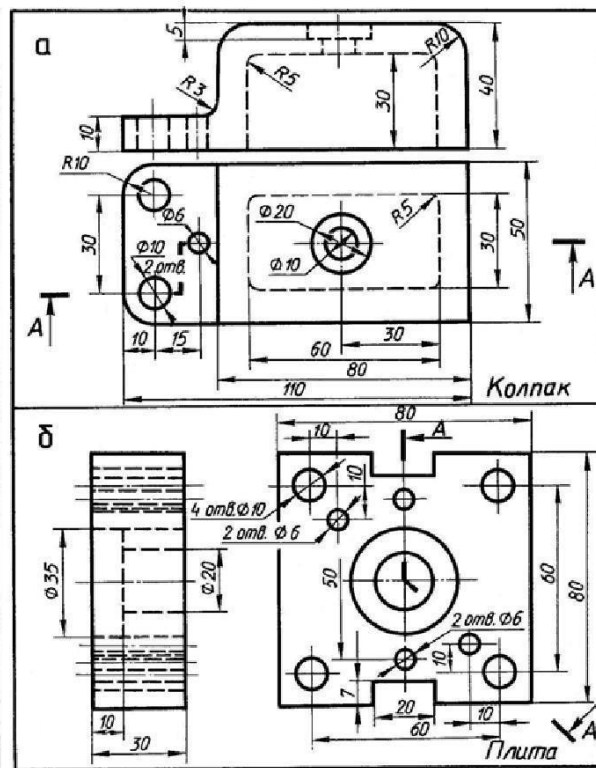
Вариант8



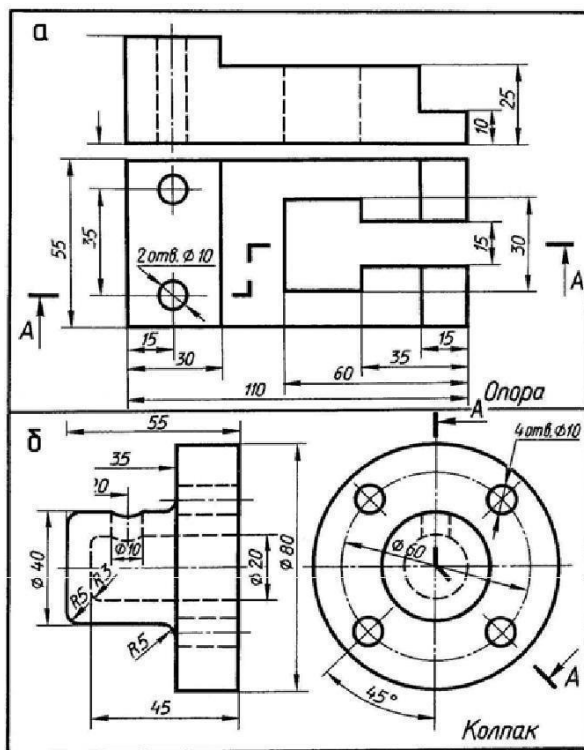
Вариант9



Вариант10



Вариант11



Вариант12

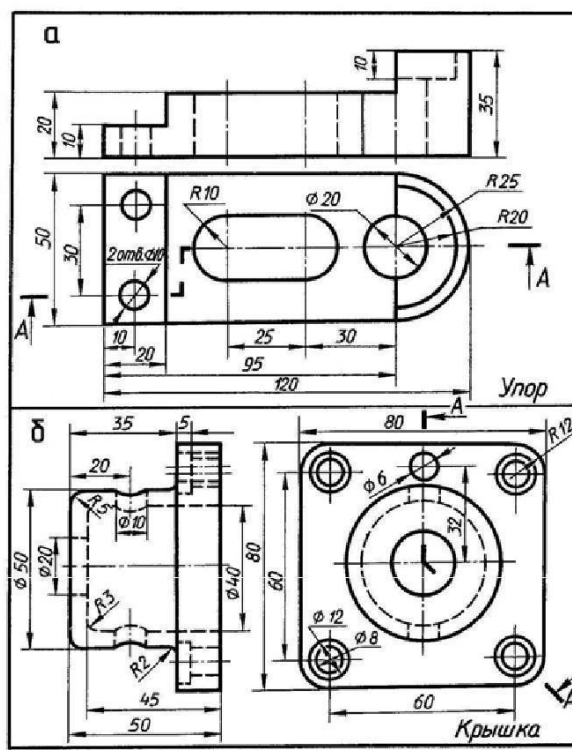


Таблица 11–Данные к задачам12.3–12.5

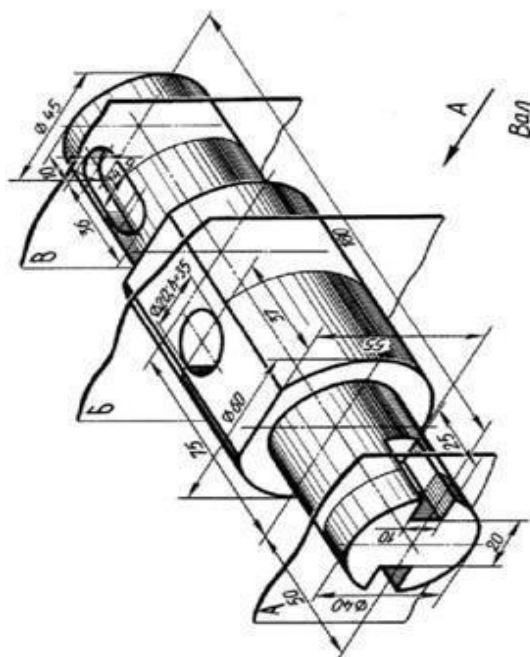
Варианты	А			В			С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	71	59	9	30	18	81	0	26	56
2	73	58	10	32	26	80	0	27	43
3	70	57	10	31	31	70	0	28	50
4	72	56	70	28	28	10	0	29	40
5	74	12	75	27	42	20	0	64	35
6	68	9	90	26	39	10	0	69	61
7	67	13	65	25	29	20	0	54	44
8	66	10	80	24	61	26	0	36	53
9	18	11	72	70	59	24	0	34	44
10	20	11	70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

Таблица12 –Углы наклона следов P_1 и P_2 к оси X(в градусах) задача12.6-12.7

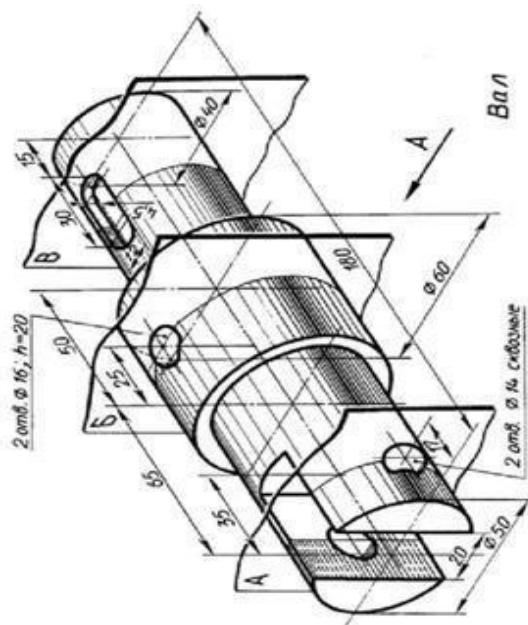
Углы наклона	вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
β для P_x	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55		65
α для P_2	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65		75

Таблица 13- Данные для практического занятия 7

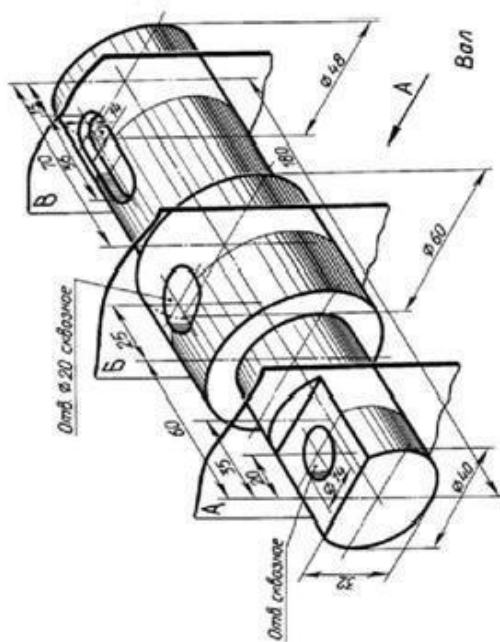
Вариант 1



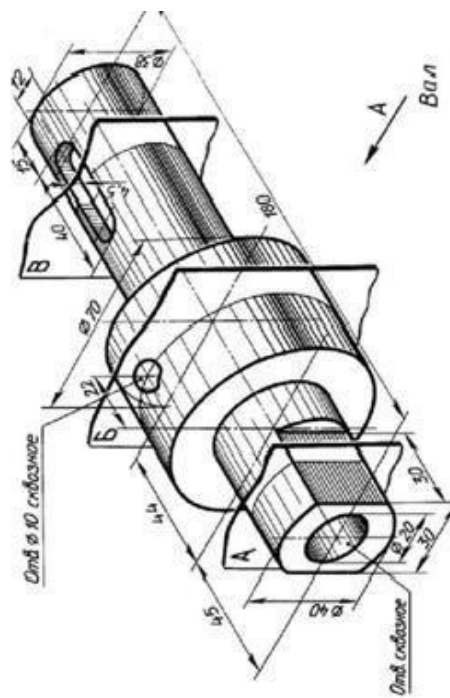
Вариант 2



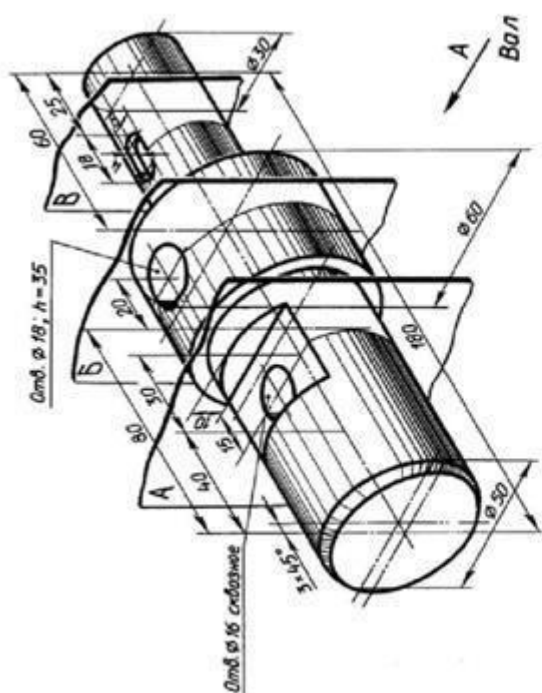
Вариант 3



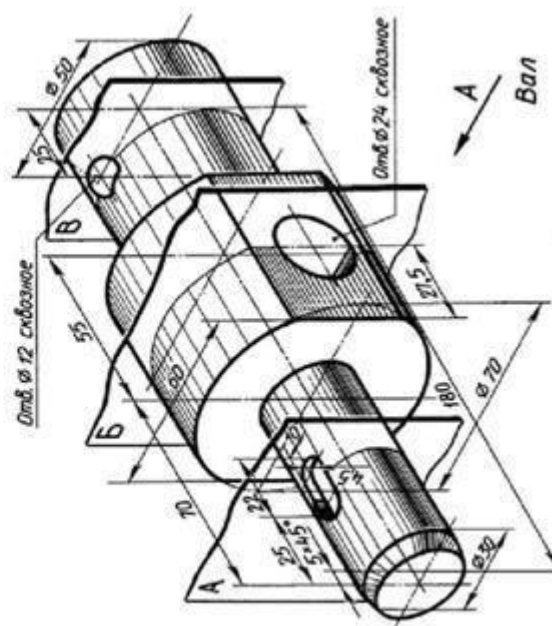
Вариант 4



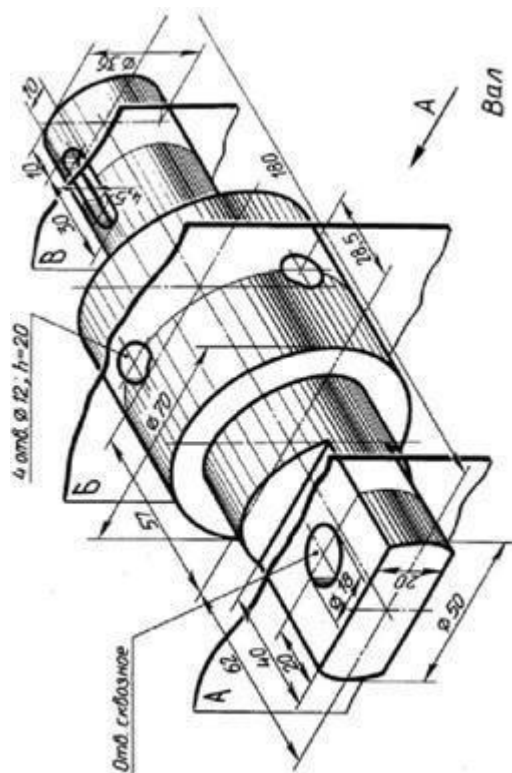
Вариант 5



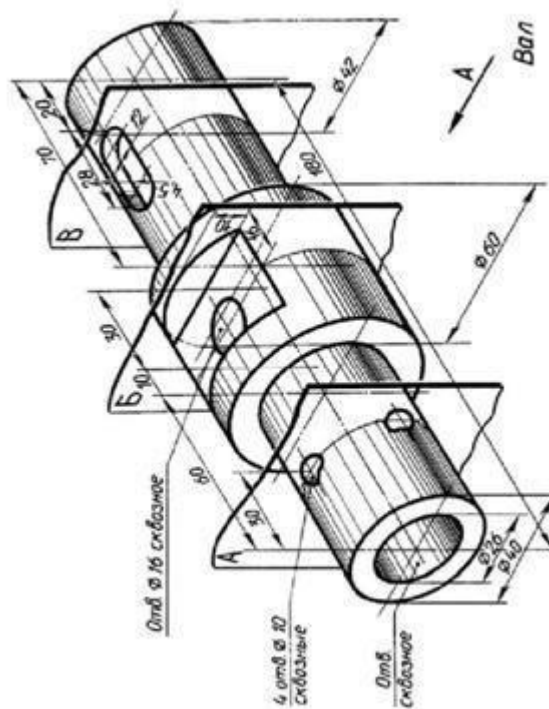
Вариант 6



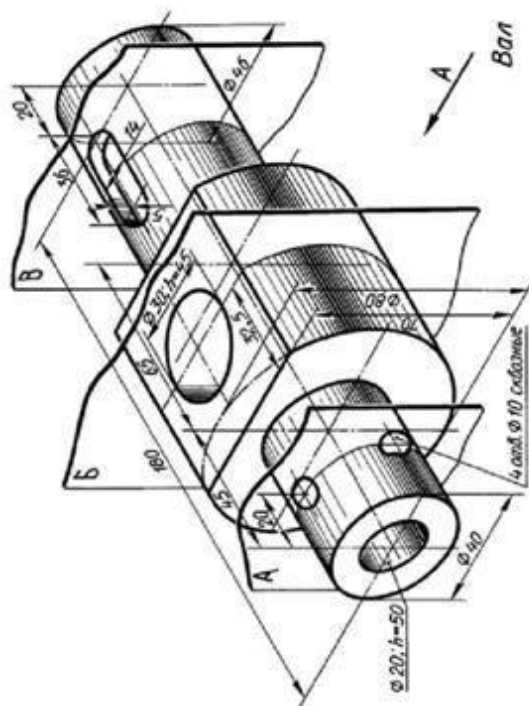
Вариант 7



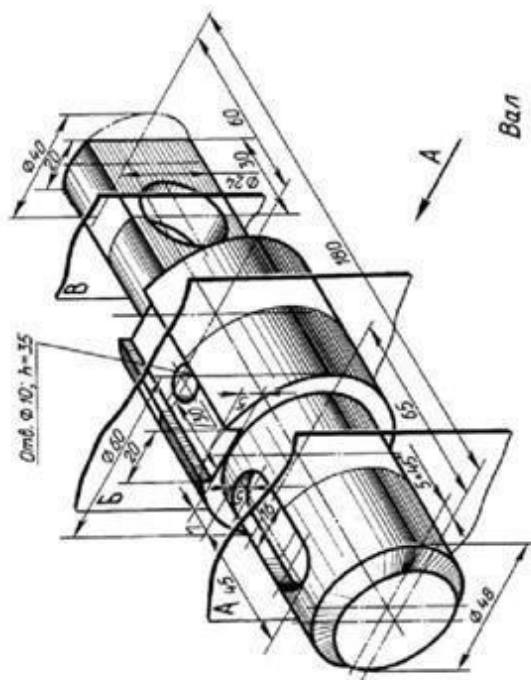
Вариант 8



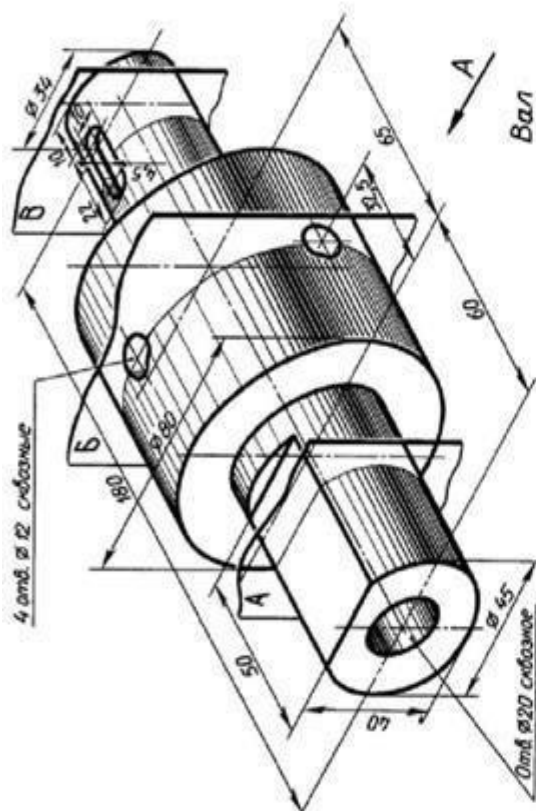
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

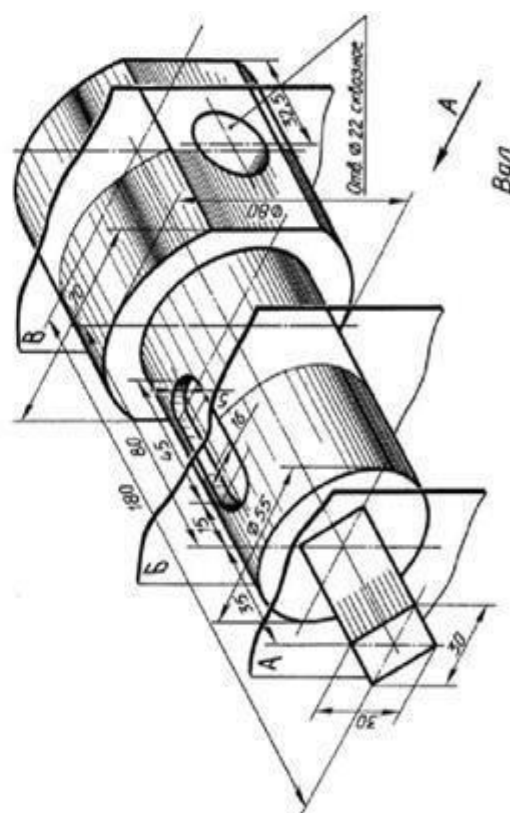


Таблица14–Данные к задачам12.8

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

Таблица15 –Углы наклона следов P_1 и P_2 к осиХ (в градусах) задача12.9-12.10

Углы наклона	вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
βдляP ₁	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25
αдляP ₂	50	45	40	35	70	65	60	30	70	65		40

Таблица16–Данные к задачам13.1-13.4

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

Таблица17–Данные к задачам13.5-13.7

вариант	А			В			С			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 ⁰	75 ⁰

2	70	15	50	20	20	40	45	30	10	10	40	55	90	45 ⁰	75 ⁰
3	45	60	55	10	40	25	60	25	15	60	30	40	90	60 ⁰	60 ⁰
4	60	60	15	40	15	55	30	35	25	15	15	35	90	75 ⁰	60 ⁰
5	25	35	10	60	10	20	10	20	50	10	10	15	90	30 ⁰	45 ⁰
6	10	45	45	25	10	10	65	20	15	50	15	35	90	45 ⁰	45 ⁰
7	55	15	10	15	10	40	10	30	25	10	45	25	90	30 ⁰	30 ⁰
8	70	10	10	30	45	25	10	20	15	10	20	20	90	45 ⁰	30 ⁰
9	40	10	45	10	30	55	50	60	10	60	50	50	90	60 ⁰	45 ⁰
10	55	60	25	35	15	10	10	50	55	10	30	20	90	75 ⁰	45 ⁰
11	20	20	25	35	60	60	60	45	35	60	10	40	90	75 ⁰	75 ⁰
12	55	15	15	20	50	10	10	10	30	30	50	10	90	75 ⁰	30 ⁰

Таблица 18–Данные к заданию 14.1

вариант	А			В			С			S			Z _R	α_{T2}^0
	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 19–Данные к заданию 14.2

№	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	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

Таблица20—Данные к задаче14.3

Координ Вариан	X _s	Y _s	Z _s	X _A	Y _A	X _B	Y _B	X _C	Y _C	X _D	Y _D	Z ABCD	α°	β°
1,16	60	65	50	70	30	40	50	10	35	45	10	0	10	10
2,17	65	60	55	75	35	35	50	10	35	45	15	0	15	15
3,18	60	60	60	70	30	35	45	5	30	40	10	0	20	20
4,19	60	55	65	80	30	40	40	5	35	45	10	0	25	25
5,20	55	60	70	65	25	40	40	10	35	45	15	0	30	30
6,21	55	60	55	65	25	35	45	5	30	40	10	0	35	25
7,22	50	55	65	70	25	30	45	5	20	40	5	0	40	20
8,23	60	65	60	85	30	35	40	0	30	45	10	0	45	15
9,24	70	65	50	60	35	30	45	0	25	40	15	0	10	30
10,25	65	70	55	75	35	35	50	10	40	45	15	0	15	30
11,26	70	65	60	80	30	40	45	15	45	50	5	0	20	25
12,27	55	75	65	65	40	30	55	5	35	40	20	0	25	20
13,28	75	60	70	85	30	35	50	15	35	45	10	0	30	15
14,29	80	55	75	90	25	35	40	15	30	50	5	0	35	20
15,30	55	60	55	65	35	25	45	0	40	35	20	0	40	10

Таблица21—Данные к задаче15.1

Варианты	1 16	2 17	3 18	4 19	5 20	6 21	7 22	8 23	9 24	10 25	11 26	12 27	13 28		15 30
X _t	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20	25	30
Y _t	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20		30
d	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30		50
h	40	45	50	55	60	40	45	50	55	60	40	45	50		60
X _p	50	65	80	50	65	80	50	65	80	50	65	80	50	65	80
α	60	45	50	60	45	50	60	45	50	60	45	50	60		50
β	30	35	45	30	35	45	30	35	45	30	35	45	30		45

Таблица22—Данные к задаче15.2

Варианты	1 16	2 17	3 18	4 19	5 20	6 21	7 22	8 23	9 24	10 25	11 26	12 27	13 28	14 29	15 30
X _A	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		60
Y _A	15	20	25	0	0	0	15	20	25	0	0	0	20		30
Z _A	0	0	0	5	10	15	25	20	15	0	0	0	10	15	20
X _B	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		5
Y _B	15	20	25	0	0	0	15	20	25	0	0	0	20		30
Z _B	30	25	20	40	35	30	45	30	25	25	20	40	45	30	25
X _C	20	10	25	5	15	10	25	5	15	10	10	25	5		10
Y _C	65	70	80	90	95	65	70	80	90	95	65	70	80		95

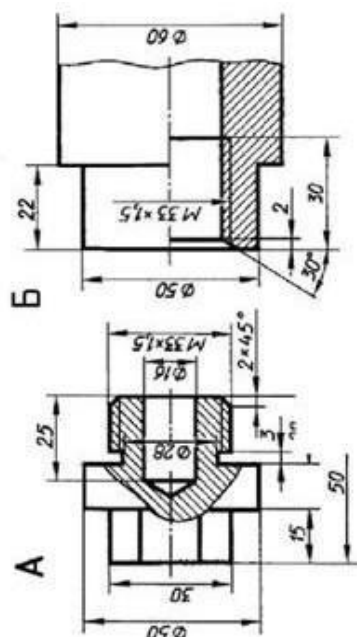
Z_C	0	0	0	5	10	15	25	20	15	0	0	0	10	15	20
X_S	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Y_S	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35		35
Z_S	60	50	40	60	50	40	60	50	40	60	50	40	60		40

Таблица 23—Данные к задаче 16.1 (секпл)

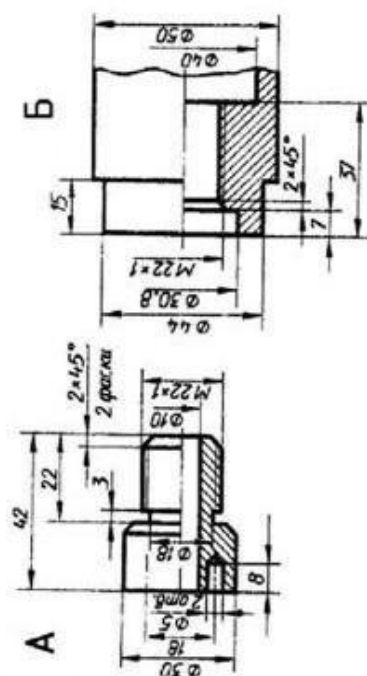
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		15
и	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		30
ы															
Тор и цилиндр															
R	50	54	50	52	55	48	50	54	50	52	55	48	50		50
D	40	44	38	42	44	36	40	44	38	42	44	36	40	44	38
d	36	40	34	38	40	36	36	40	34	30	40	36	36		34
h	80	90	80	80	90	78	80	90	80	80	90	78	80	90	80
Сфера и цилиндр															
D_{сф}	78	76	80	72	74	70	78	76	80	72	74	70	78	76	80
d	40	38	42	36	34	36	40	38	42	36	34	36	40	38	42
L	25	27	26	22	20	22	25	27	26	22	20	22	25	27	21
L₁	22	25	28	24	22	24	22	25	28	24	22	25	28	24	22
h	50	48	50	45	46	40	50	48	50	45	46	40	50	48	50
Сфера и конус															
d_{сф}	80	70	70	60	50	50	40	40	40	50	60	70	70	60	90
r	45	45	40	40	35	35	30	35	35	40	40	45	45		40
L₂	5	10	15	20	15	10	5	15	10	15	20	20	15		20
L₃	25	20	20	15	10	15	20	25	20	25	15	10	15		25
L₄	50	45	45	40	40	35	35	35	40	40	45	45	50		45
h	95	90	85	80	75	70	65	70	75	80	85	90	95		85

Таблица 24- Данные для практического занятия

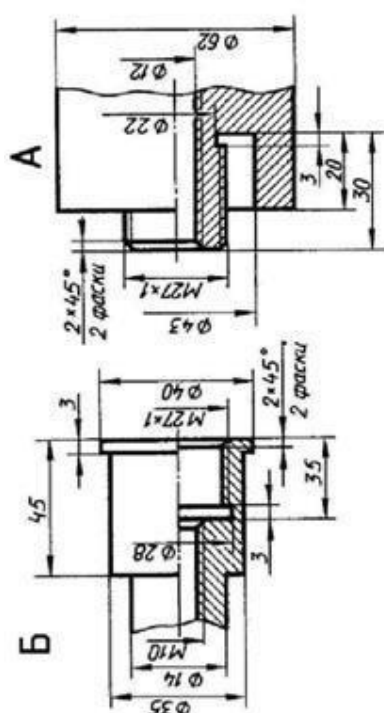
Вариант1



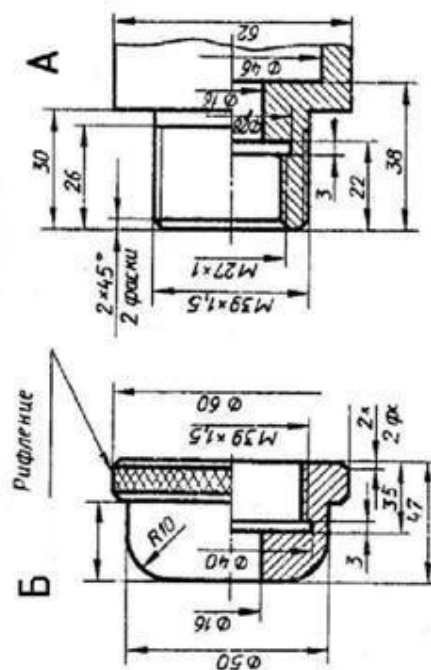
Вариант2



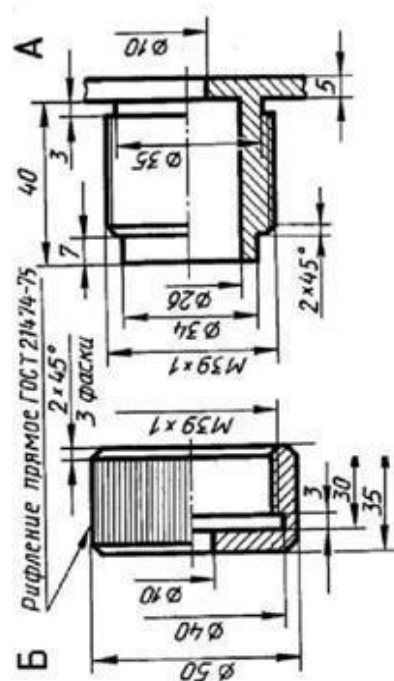
Вариант3



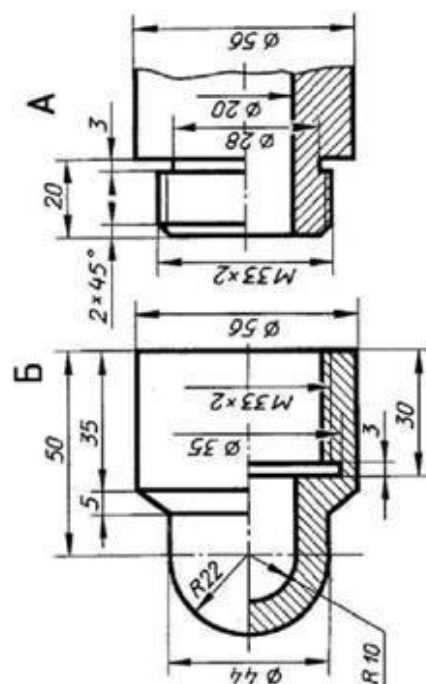
Вариант4



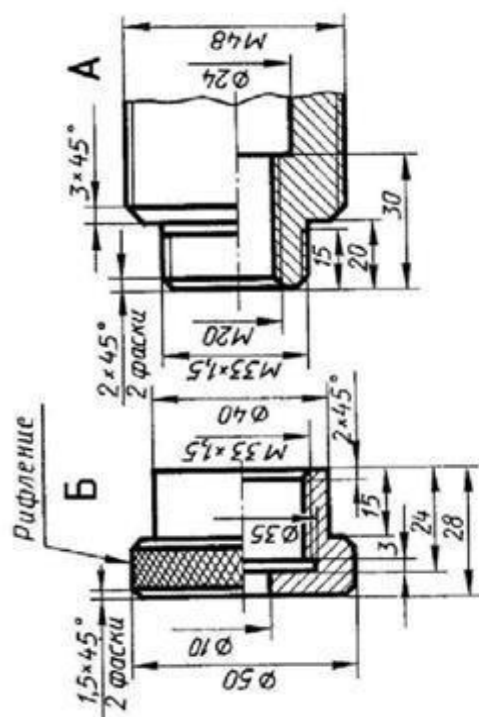
Вариант5



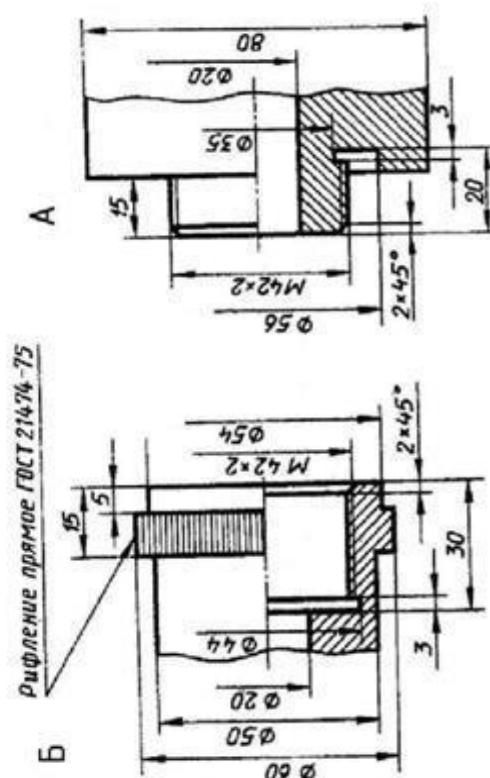
Вариант6



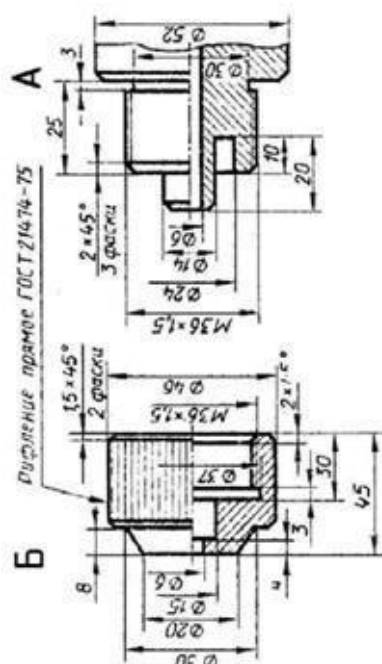
Вариант7



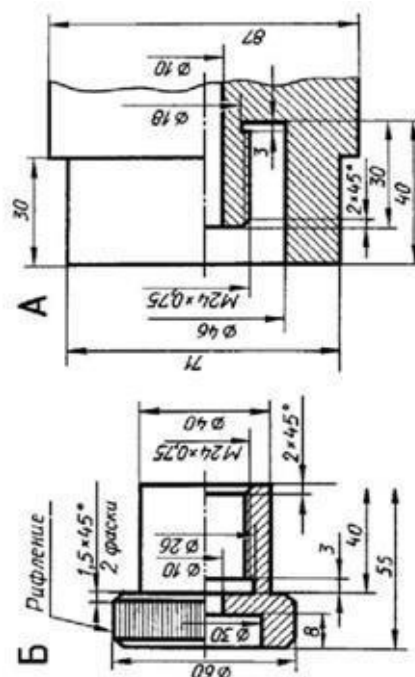
Вариант8



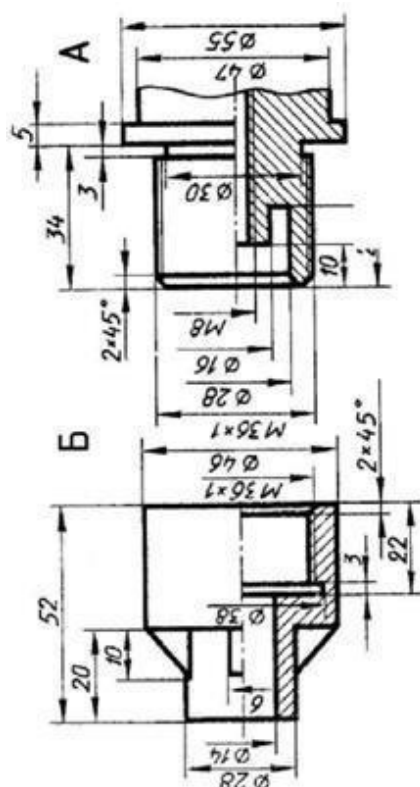
Вариант9



Вариант10



Вариант 11



Вариант12

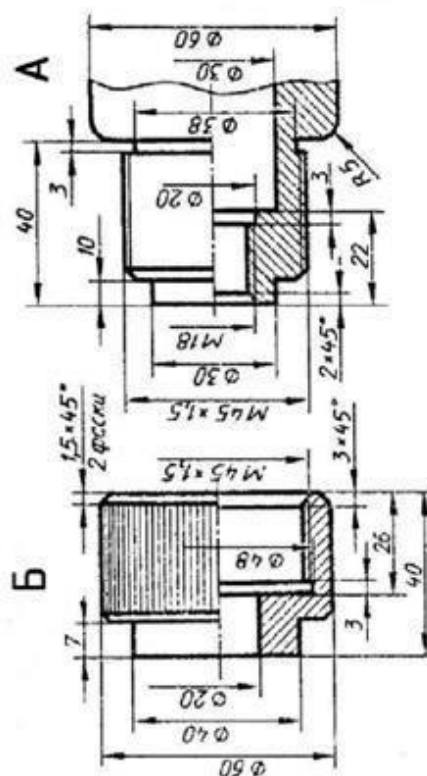
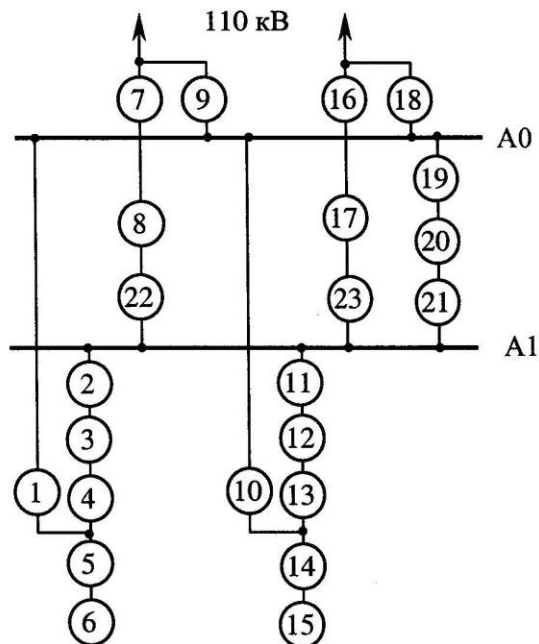


Таблица 25 Заготовка электрической схемы

Вариант 1
Схема ТЭС (теплоэлектростанция)

На тепловой электрической станции установлены два блока «генератор-трансформатор». Блоки, состоящие из генераторов (6, 15) и повышающих трансформаторов (5, 14), подключены к распределительному устройству (РУ) 110 кВ, которое выполнено по схеме одиночной системы сборных шин с обходной системой шин. Все присоединения подключены к рабочей системе сборных шин через выключатели (3, 8, 12, 17) и соответствующие разъединители (2, 11, 22, 23) и к обходной системе сборных шин – обходными разъединителями (1, 9, 10, 18). Сборные шины соединены между собой шинносоединительным выключателем 20. Такая схема позволяет проводить ремонты оборудования без перерыва нормальной работы присоединений.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
5,14	Трансформатор ТДЦ-125000/110	ГОСТ 12965-93
1,2,4,7,9, 10,11,13, 16,18,19, 21-23	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ 16-520.102-79
3,8,12, 17, 20	Выключатель ВМТ 110Б-25/1250	ТУ 16-674.047-85
6,15	Генератор ТВФ-110-2ЕУ3	ТУ 16-651.008-84



Вариант 2
Схема узловой подстанции

На узловой подстанции установлены автотрансформаторы 1, 7. Для ограничения токов короткого замыкания на стороне низшего напряжения 10 кВ автотрансформаторов предусмотрены сдвоенные реакторы 2, 8. Распределительное устройство 10 кВ выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин». Секции шин соединяются между собой секционными выключателями 5, 6. Распределительное устройство 110 кВ выполнено по схеме мостика с выключателями 12, 15, 18 и соответствующими разъединителями 11, 13, 14, 16, 17, 19.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,7	Автотрансформатор АТДЦТН63000/220/110	ГОСТ 17544-93
12,15,18	Выключатель ВМТ 110Б-25/1250	ТУ 16-674.047-85
3-6,9,10	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
2,8	Реактор РБС-10-2×630-0.25У3	ГОСТ 14794-79
11,13,14, 16,17,19, 20,21	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ 16-520.102-79

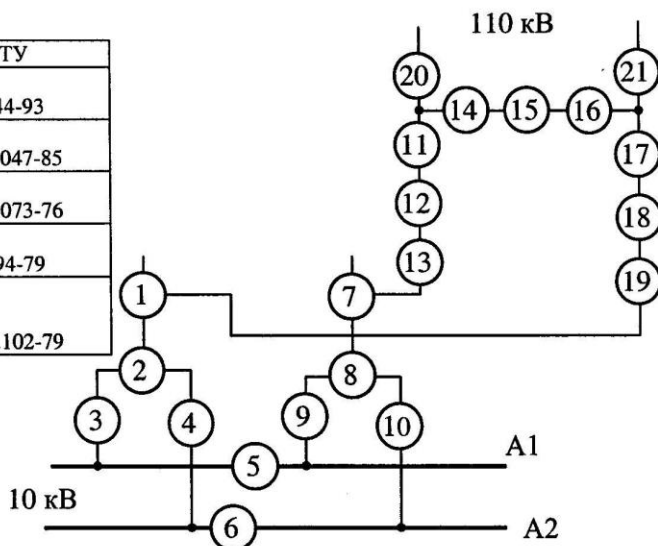
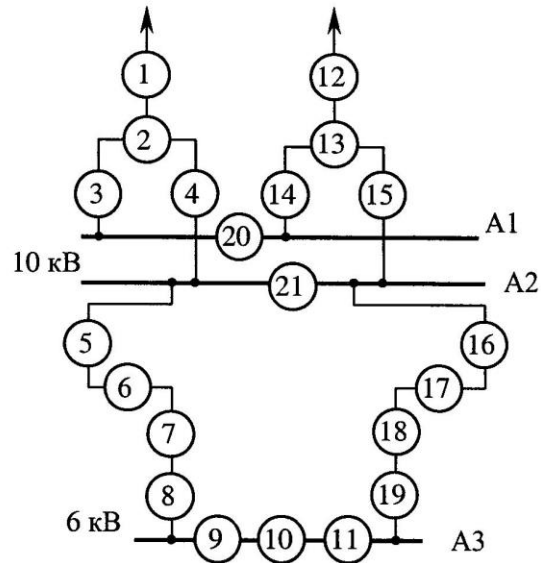


Рисунок 17.3 – Заготовка электрической схемы

Вариант 3
Схема узловой подстанции

На узловой подстанции установлены автотрансформаторы 1, 12. Для ограничения токов короткого замыкания на стороне низшего напряжения 10 кВ автотрансформаторов предусмотрены сдвоенные реакторы 2, 13. Распределительное устройство 10 кВ выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин». Секции шин соединяются между собой секционными выключателями 20, 21. К шинам 10 кВ подключены понижающие трансформаторы 6 и 17 через выключатели соответственно 5 и 16. Со стороны низшего напряжения трансформаторов установлены выключатели 7 и 18. Распределительное устройство 6 кВ выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин» с секционным выключателем 10.

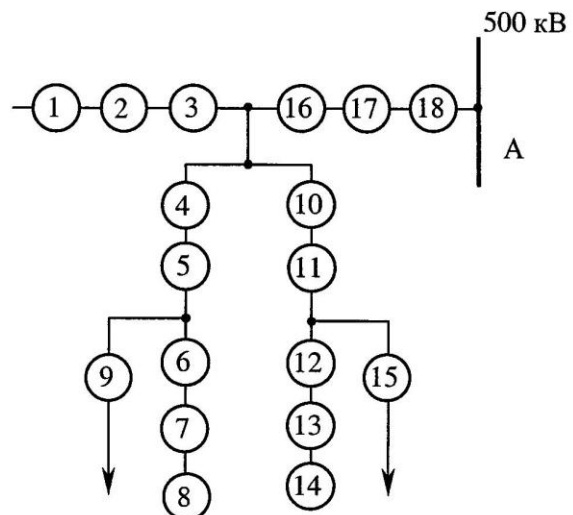
Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,12	Автотрансформатор АТДЦТН63000/220/110	ГОСТ 17544-93
6,17	Трансформатор ТМ-1600/10	ГОСТ 11929-87Е
7, 10, 18	Выключатель ВЭС-6-40/2500У3	ТУ 16-520.223-79
3,4,5,14, 15,16,20,21	Выключатель МГГ-10-3150-45Т3	ТУ 16-520.114-73
2,13	Реактор РБС-10-2х630-0.25У3	ГОСТ 14794-79
8,9,11,19	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ 16-520.151-83



Вариант 4
Схема ТЭС с двумя блоками генератор-трансформатор

На тепловой электростанции установлен объединенный блок, состоящий из двух генераторов 8, 14 и двух повышающих трансформаторов 5, 11. Блок подключен к распределительному устройству 500 кВ. Отключение блока со стороны 500 кВ осуществляется выключателями 2, 17. Собственные нужды станции получают питание от рабочих трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения 9, 15, которые подключены как ответвление к участку между генераторными выключателями 7, 13 и повышающими трансформаторами 5, 11. На трансформаторах 5 и 11, 9 и 15 предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

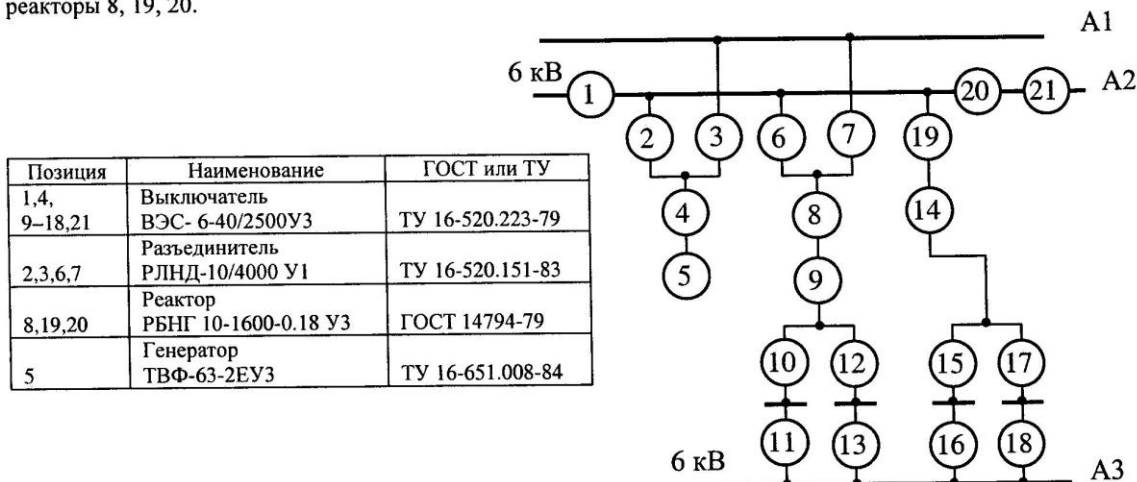
Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
5,11	Трансформатор ТНЦ-1000000/500	ГОСТ 17544-93
9,15	Трансформатор ТРДНС-40000/35	ГОСТ 11920-93
2,17	Выключатель ВНВ-500Б-60/3150У1	ТУ 16-520.222-79
7,13	Выключатель ВВЭ-35-20/1600У3	ТУ 16-520.221-79
1,3,4,10, 16,18	Разъединитель РПД-500-1/3150У1	ТУ 16-520.209-78
6,12	Разъединитель РНД-35/1000У1	ТУ 16-520.102-79
8,14	Генератор ТВВ-800-2ЕУ3	ТУ 16-87 (ИАЕГ.651 133.014ТУ)



Продолжение рисунка 17.3

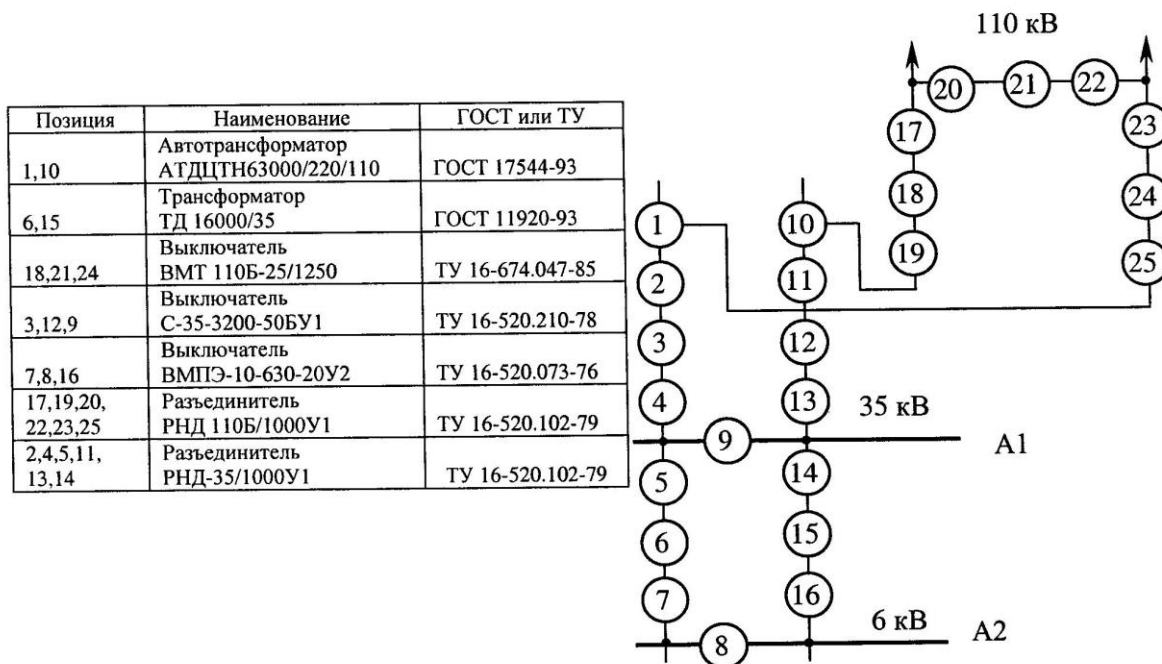
Вариант 5
Схема ТЭЦ на напряжение 6 кВ

На станции установлен турбогенератор 5, выдающий энергию в распределительное устройство (РУ) 6 кВ. К сборным шинам 6 кВ турбогенератор 5 подключен через выключатель 4 и развилку из двух разъединителей 2, 3. РУ 6 кВ выполняется по схеме «две системы сборных шин», одна из которых секционирована. Секции шин соединяются между собой секционными выключателями 1, 21. Собственные нужды ТЭЦ получают питание от сборных шин 6 кВ через выключатели 9–18. Для ограничения токов короткого замыкания предусмотрены реакторы 8, 19, 20.



Вариант 6
Схема узловой подстанции 220/110/35 и 6 кВ

На подстанции установлены два автотрансформатора 1, 10. Распределительное устройство 110 кВ выполнено по схеме мостика с выключателями 18, 21, 24. С двух сторон каждого выключателя предусмотрены разъединители 17, 19, 20, 22, 23, 25 для вывода выключателей в ремонт. Распределительное устройство 35 кВ выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин» с секционным выключателем 9. К шинам 35 кВ, кроме нагрузки, подключены трансформаторы 6, 15, которые понижают напряжение от 35 кВ до 6 кВ. Распределительное устройство 6 кВ также выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин». Секции шин соединяются между собой секционным выключателем 8.



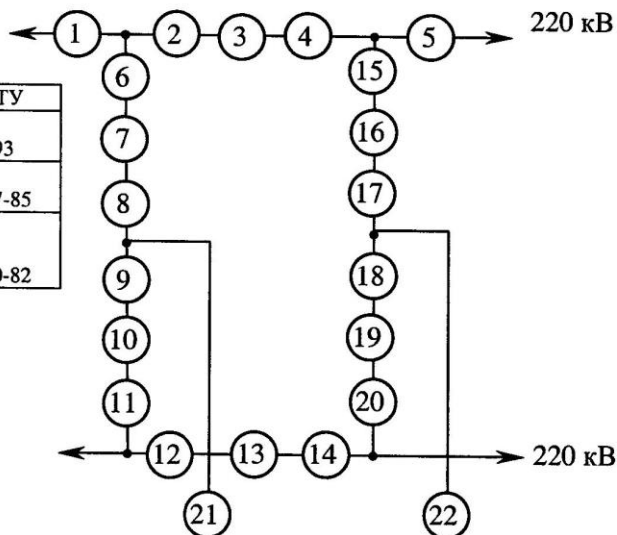
Продолжение рисунка 17.3

Вариант 7

Схема проходной подстанции

На подстанции установлены автотрансформаторы 21, 22. Распределительное устройство 220 кВ выполнено по схеме шестиугольника. В схеме осуществляется секционирование каждой линии двухцепной передачи секционными выключателями 3, 13. С двух сторон каждого выключателя предусматривается установка разъединителей для вывода выключателей в ремонт.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
21,22	Автотрансформатор АТДЦТН-125000/220/110	ГОСТ 17544-93
3,7,10, 13,16,19	Выключатель ВМТ-220Б-40/1600Т1	ТУ 16-674.047-85
1,2,4,5,6,89, 11,12,14,15, 17,18,20	Разъединитель РНД-220Б/1250Т1	ТУ 16-520.240-82

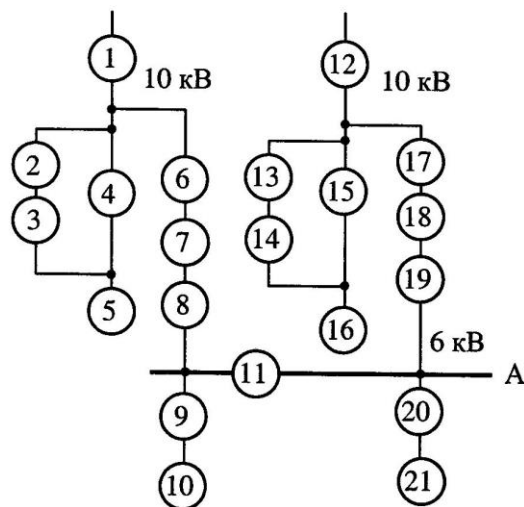


Вариант 8

Схема узловой подстанции

На подстанции установлены два автотрансформатора 1, 12. К обмотке низшего напряжения 10 кВ автотрансформаторов через выключатели 6 и 17 подключены понижающие трансформаторы 7, 18 для питания местной нагрузки. Схема питания местной нагрузки выполнена как одиночная секционированная (секционный выключатель 11). На подстанции установлены синхронные компенсаторы 5, 16, для которых предусмотрен пуск через реакторы 3, 14. К сборным шинам 6 кВ через выключатели 9, 20 присоединены трансформаторы 10, 21, понижающие напряжение до 0,4 кВ.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,12	Автотрансформатор АТДЦТН63000/220/110	ГОСТ 17544-93
7,18	Трансформатор ТМ-1000/10 Т	ГОСТ 11920-93
10,21	Трансформатор ТСЗ-630/10	ТУ 16-672.168-87
8,9,11, 19,20	Выключатель ВЭС-6-40/2500 УЗ	ТУ 16-674.037-85
2,4,6, 13,15,17	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
3,14	Реактор РБНГ-10-1600-0.35У1	ГОСТ 14794-79
5,16	Компенсатор КС 10-10У3	ГОСТ 609-84



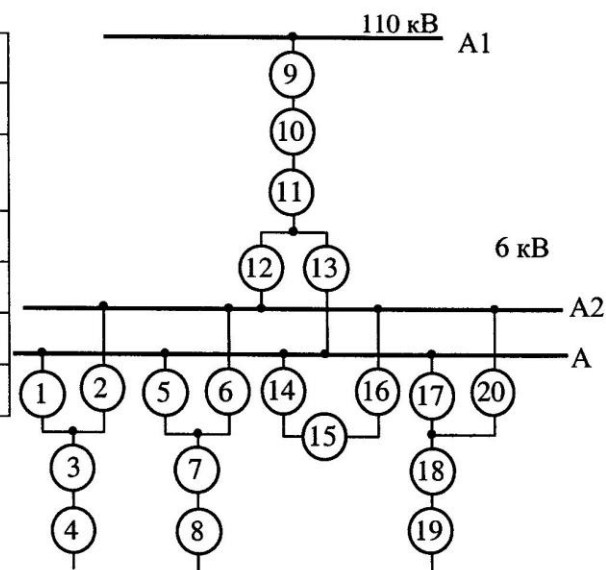
Продолжение рисунка 17.3

Вариант 9

Схема ТЭЦ

На станции установлен турбогенератор 8, выдающий энергию в распределительное устройство (РУ) 6 кВ. Схема РУ 6 кВ выполнена по схеме «две системы сборных шин». Все присоединения РУ 6 кВ подключены к сборным шинам через выключатели 4, 7, 11, 19 и развилки из двух разъединителей соответственно 1 и 2, 5 и 6, 12 и 13, 17 и 20, позволяющие использовать ту или иную сборную шину. Питание собственных нужд ТЭЦ осуществляется от сборных шин 6 кВ через реактированные кабельные линии (реакторы 3, 18). В схеме предусмотрен шиносоединительный выключатель 15. Связь РУ 6 кВ с РУ 110 кВ осуществляется через трехобмоточный трансформатор 10, на котором предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
10	Трансформатор ТДТН-25000/110	ГОСТ 12965-93
1,2,5,6,12, 13,14,16, 17,20	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ 16-520.151-83
9	Выключатель ВМТ 110Б-25/1250	ТУ 16-674.047-85
4,7,11,15, 19	Выключатель ВЭ-6-40/3150Т3	ТУ 16-520.223-79
3,18	Реактор РБНГ 10-1600-.35У1	ГОСТ 14794-79
8	Генератор ТВФ-63-2ЕУ3	ТУ 16-651.008-84

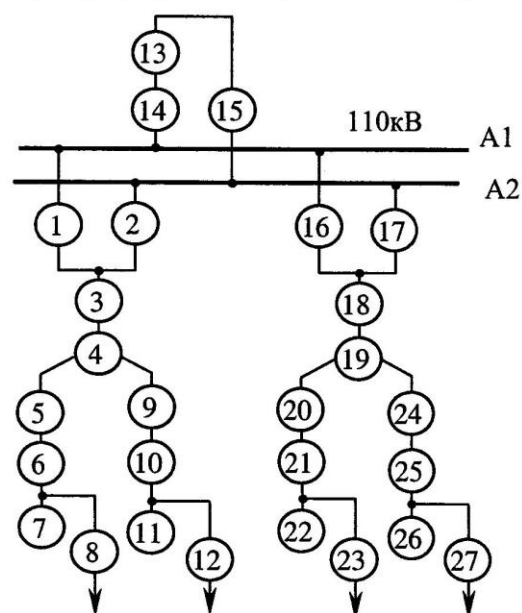


Вариант 10

Схема ГЭС

На гидроэлектростанции установлены генераторы 7, 11, 22, 26, подключенные к повышающим трансформаторам 4, 19 через соответствующие выключатели 6, 10, 21, 25 и разъединители 5, 9, 20, 24. Каждое присоединение подключено к сборным шинам 110 кВ через выключатели 3, 18 и развилки из двух разъединителей соответственно 1 и 2, 16 и 17. В схеме 110 кВ предусмотрен шиносоединительный выключатель 13. Для питания местной нагрузки и собственных нужд станции установлены трансформаторы 8, 12, 23, 27. На трансформаторах с расщепленными обмотками низшего напряжения 4, 19 предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
4,19	Трансформатор ТРДН-80000/110	ГОСТ 12965-93
8,12,23,27	Трансформатор ТСЗ 400/10	ТУ 16-672.168-87
1,2,14-17	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ 16-520.102-79
5,9,20,24	Разъединитель РЛНД- 10/400У1	ТУ 16-520.151-83
3,13,18	Выключатель ВМТ-110Б-25/1250	ТУ 16-674.047-85
6,10,21,25	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
7,11,22,26	Генератор СВ-840/95-80УХЛ4	ГОСТ 5616-89

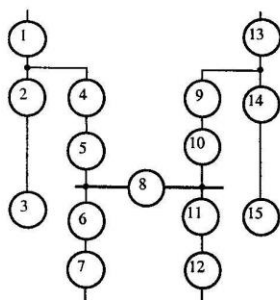


Продолжение рисунка 17.3

Вариант 11

Схема узловой подстанции

Схема крупной узловой подстанции на напряжение 220/110/6 кВ. К обмотке низшего напряжения автотрансформаторов 1, 13 через выключатели 2, 14 подключены синхронные компенсаторы 3, 15. С целью ограничения токов короткого замыкания местная нагрузка питается через реакторы 4, 9, подключенные к обмотке низшего напряжения 6 кВ автотрансформаторов. Схема 6 кВ выполнена как одиночная секционированная система сборных шин. Секции шин соединяются между собой секционным выключателем 8. К сборным шинам 6 кВ через выключатели 6, 11 подключены понижающие трансформаторы 7, 12 для питания нагрузки 0,4 кВ.



Поз.	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,13	Автотрансформатор АТДЦТН 63000/220/110	ГОСТ 17544-93
4,9	Реактор РБ-10-1000-0.14У3	ГОСТ 14794-79
2,5,6,8,11	Выключатель ВЭС-6-40/2500 У3	ТУ 16-520.223-79
10,14	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
7,12	Трансформатор ТСЗ-400/10	ТУ 16-672168-87
3,11,15	Компенсатор КС 16-10У3	ГОСТ 609-84

Продолжение рисунка 17.3

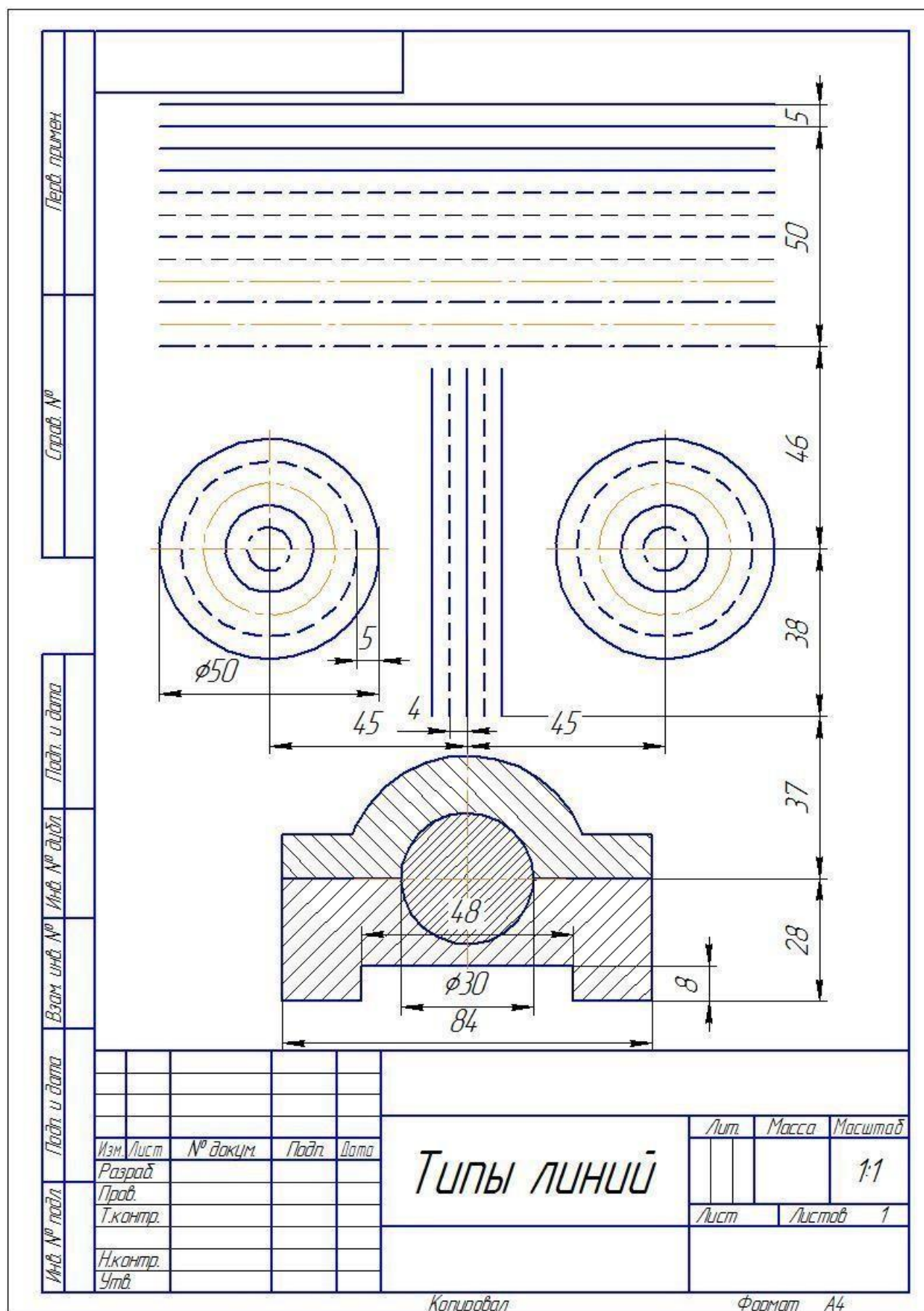


Рисунок2–Примервыполненияпрактическогозанятия1

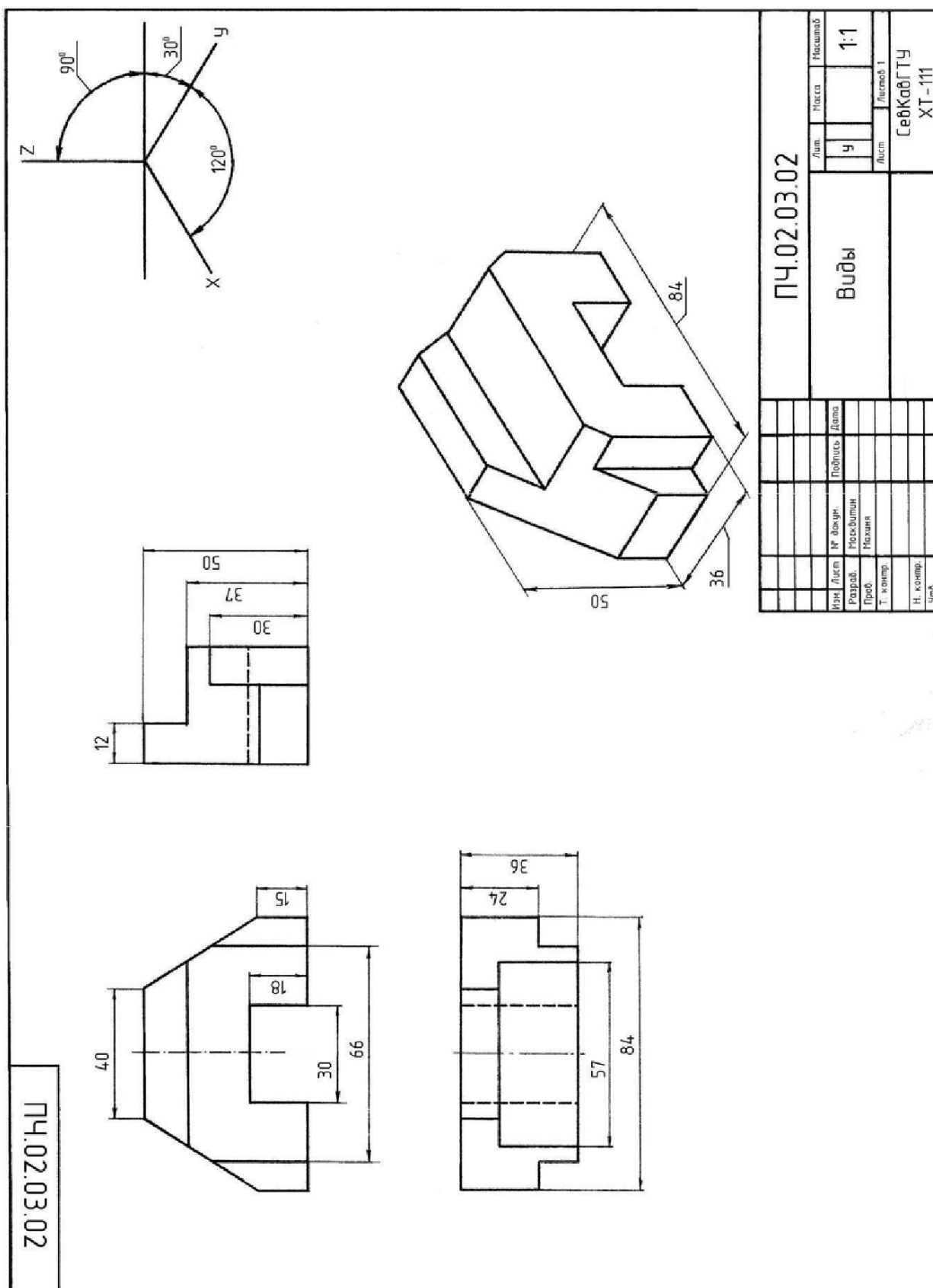


Рисунок 3 – Пример выполнения практического занятия 3

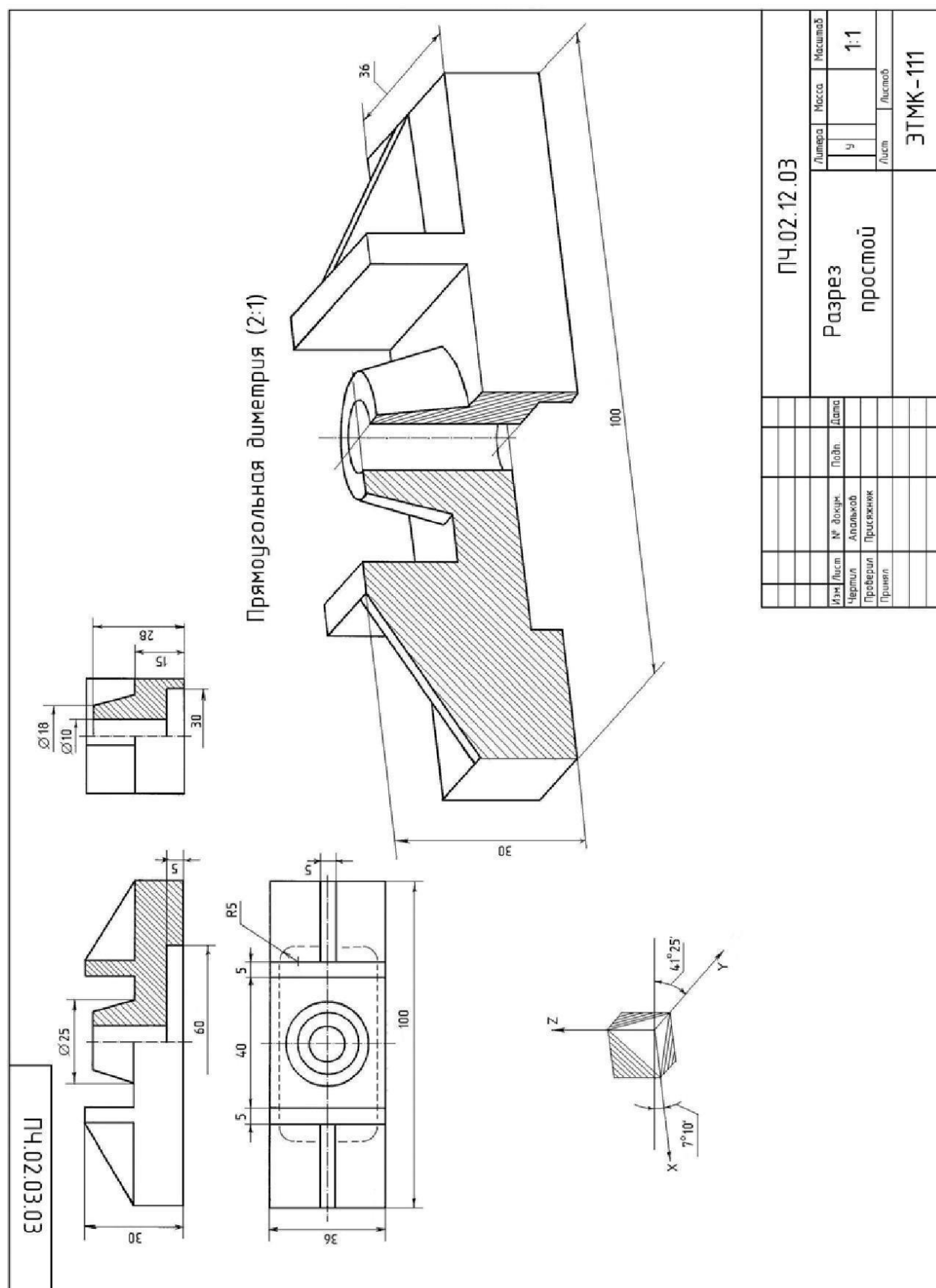


Рисунок4–Примервыполненияпрактическогозанятия5

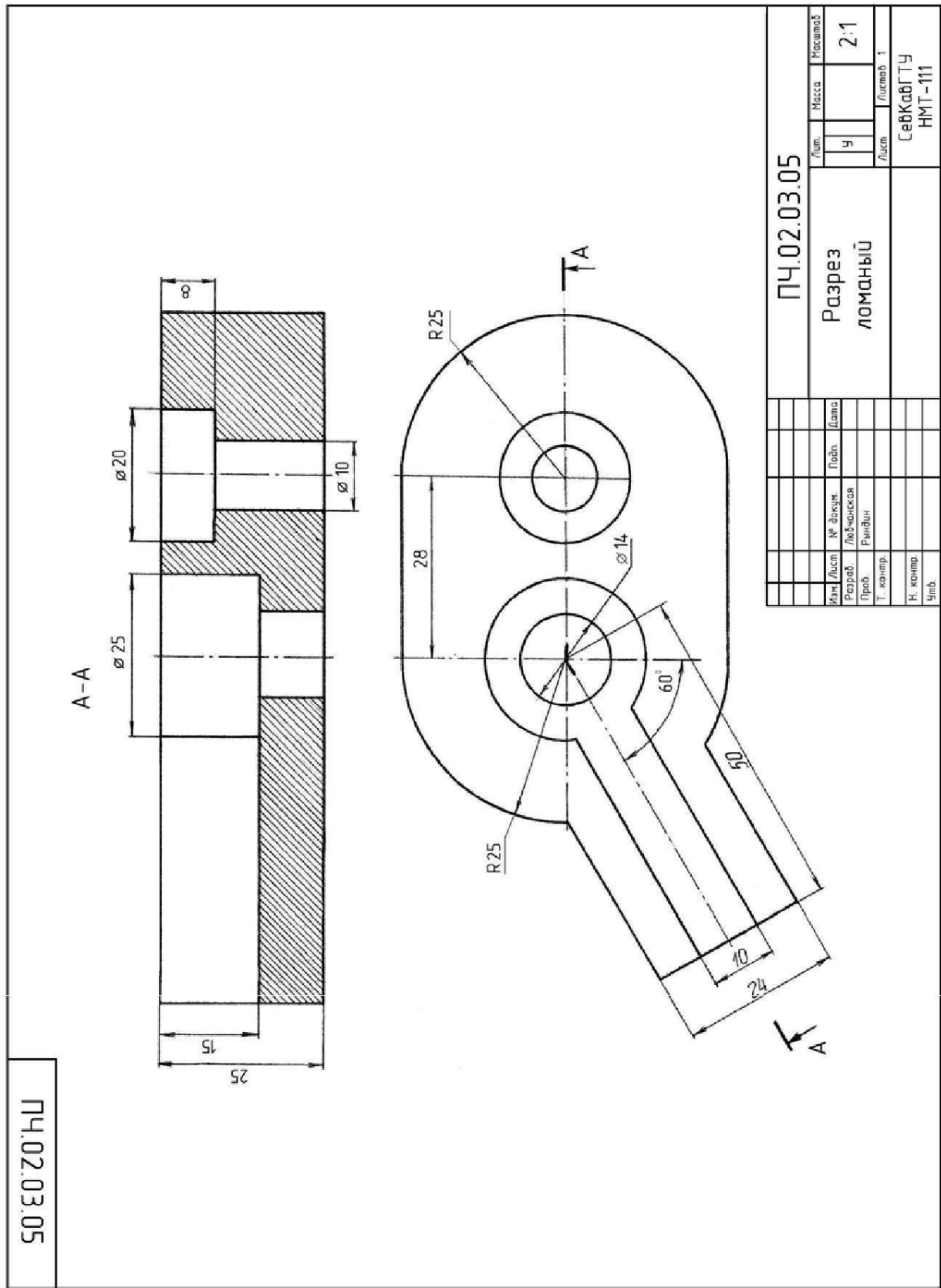


Рисунок5–Примервыполненияпрактическогозанятия7

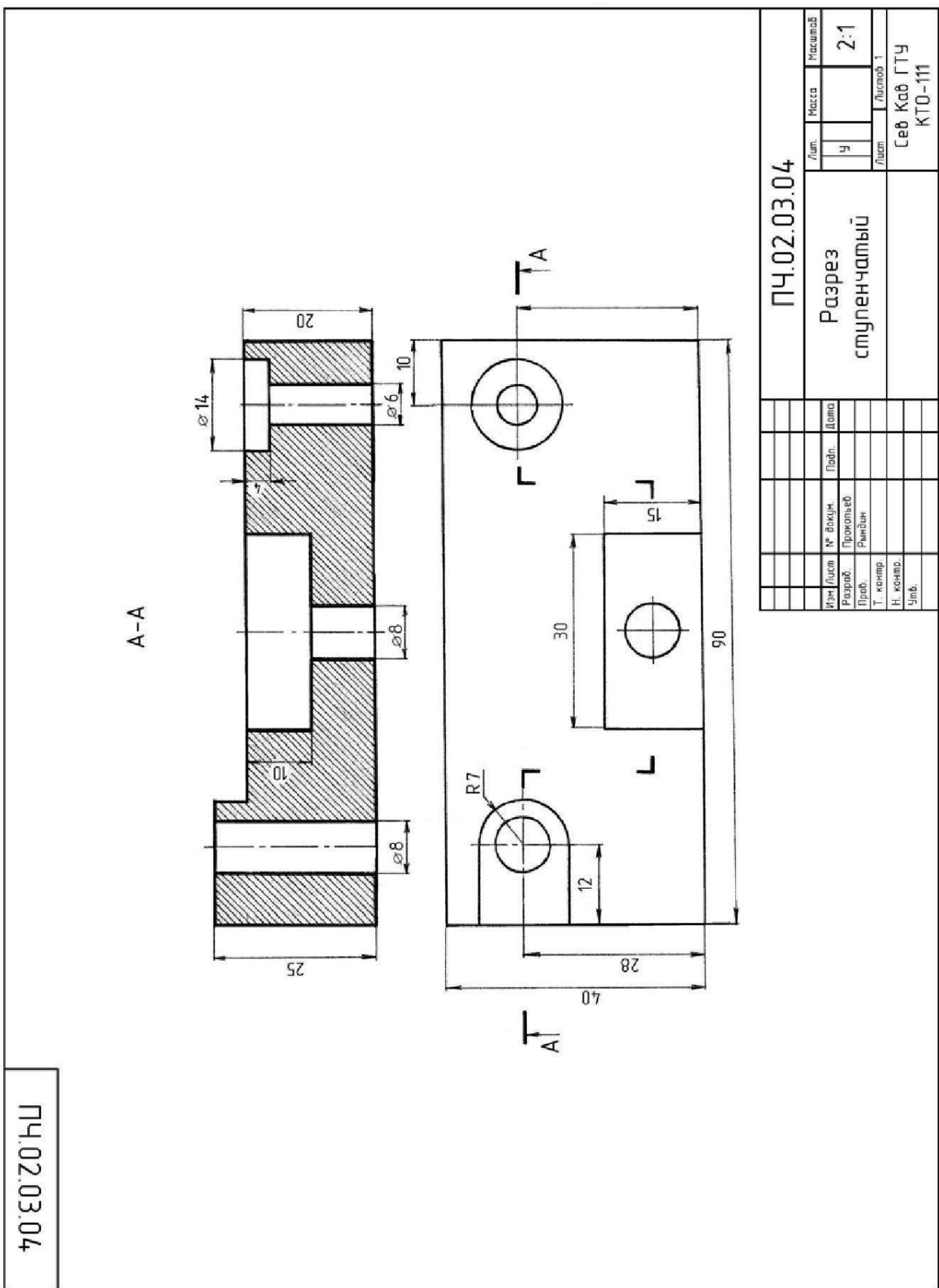


Рисунок 6—Пример выполнения практического задания 7

МЧ.03.11.15. ЭЗ

МЧ.03.11.15. ЭЗ

Лист	Масштаб	Масштаб
4		

Подстанция узловая
220/110/6

Лист 1
Листов 1

СевКаб ГТУ
ЭЗ-111

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

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы

Направление подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»
Направленность (профиль)
«Нанотехнологии и наноматериалы»

Ставрополь
2026

1 УДК
2 ББК
3 Рецензенты:

4
5 Врублевская С.С. Инженерная и компьютерная графика. Методические рекомендации (по
6 организации самостоятельной работы). Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет,
7 2026. – 13с.

8
9 Методические рекомендации предназначены для изучения дисциплины
10 «Инженерная и компьютерная графика». Содержат методику самостоятельного
11 изучения материалов. Предназначены для студентов по направлению подготовки:
12 28.03.02 – Наноинженерия, направленность (профиль): Нанотехнологии и
13 наноматериалы Квалификация выпускника: Бакалавр
14

УДК

ББК

©Шпак М.А., Врублевская С.С.

©Северо-Кавказский федеральный университет

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

Целью изучения дисциплины является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 28.03.02 – Наноинженерия.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 Общая характеристика самостоятельной работы	7
2 План-график выполнения самостоятельной работы	9
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним	163
Список рекомендуемой литературы	168

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» относится к обязательной части дисциплин. Её освоение происходит в 3-ем семестре.

Изучение дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» 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 «Инженерная и компьютерная графика» состоит из 2-х разделов. Раздел «Начертательная геометрия» основан на решении пространственных задач с помощью комплексных чертежей (эпюров). Прежде чем приступить к решению задачи на чертеже, надо понять ее условие, представить в пространстве заданные геометрические образы и пространственное расположение, и четко представить схему решения, т. е. установить последовательность выполнения операций. При решении задач очень полезно прибегать к моделированию заданных геометрических форм и их сочетаний с помощью бумаги, пластилина, чертёжных инструментов и любых подходящих подручных предметов и материалов.

Раздел «Инженерная графика» базируется на изучении основных требований и положений ЕСКД и применении их при выполнении конструкторской документации. Инженерная графика несёт основную нагрузку в графической подготовке бакалавров, являясь одним из важнейших компонентов его общетехнической подготовки.

.

1 Общая характеристика самостоятельной работы

Целью изучения дисциплины является формирование набора общепрофессиональных и профессиональных (И-2 УК-1, ИД-4ОПК-1, ИД-2ОПК-4) компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 28.03.02 – Нанотехнологии.

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;
- формирование комплекса знаний для изложения технических идей с помощью чертежа созданного электронным способом, умений и навыков, определяющих графическую подготовку, необходимых и достаточных для осуществления всех видов профессиональной деятельности;
- формирование умений использовать чертёж и техническую документацию в любой ее форме, а также технический рисунок для графического представления информации.

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

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

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

Виды самостоятельной работы

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

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

	литературы по темам 1-8				
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 отчёт 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-2_{УК-1} Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.

ИД-2_{ОПК-4} Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учётом требований информационной безопасности

ИД-4_{ОПК-1} Имеет опыт в разработке и использования графической технической документации в профессиональной сфере.

2. План-график выполнения самостоятельной работы

Правильная организация самостоятельной работы и её 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
3 семестр		
1	Введение в дисциплину. Конструкторская документация. Правила оформления чертежей в соответствии с ЕСКД.	1 неделя
2	Проецирование точки.	3 неделя
3	Проецирование прямой. Взаимное положение прямых в пространстве.	5 неделя
4	Проецирование плоскости.	7 неделя
5	Взаимное расположение плоскостей, прямой и плоскости. Пересечение плоскостей, прямой и плоскости.	9 неделя
6	Методы преобразования эпюра Монжа.	
7	Проецирование многогранников.	13 неделя
8	Изображения на чертеже – виды, разрезы, сечения.	14 неделя
9	Выполнение схем.	16 неделя
10	Введение в компьютерную графику. Интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображений.	18 неделя

3. Контрольные сроки отчётности по темам

При изучении дисциплины в соответствии с рабочей программой требуется сдать представленные

ниже контрольные точки:

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения
1.	Практические занятия 1-5	8 неделя
2.	Практические занятия 6-11	12 неделя
3.	Практические занятия 12-18	18 неделя
Итого за 3 семестр		

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

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

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

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

Чертёж может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

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

Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Вопросы для собеседования

Базовый уровень

1. Назовите основные форматы и их размеры.
2. Назовите стандартные масштабы.
3. Перечислите типы линий, используемые при создании чертежа.
4. Чем определяется номер шрифта?
5. Что называется сопряжением?
6. Перечислите основные требования при нанесении размеров.
7. Как рекомендуется располагать размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу?
8. На каком расстоянии друг от друга и от контурной линии проводятся размерные линии?
9. Где наносят на чертеже размер числа относительно размерной линии?
10. Что называют постоянной Монжа на эпюре?
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 проекциям?
15. Сколько проекций точки определяют ее пространственное положение?
16. Что такое ширина, глубина и высота точки?
17. Какие прямые называют линиями уровня? Проецирующими прямыми?
18. Какие точки называют следами прямой?
19. Как находятся следы прямой?
20. Сформулируйте правило прямоугольного треугольника для определения натуральной величины отрезка.
21. Как определяется принадлежность точки заданной прямой?
22. Как изображаются на эпюре параллельные прямые, пересекающиеся и

скрещивающиеся прямые?

23. По каким точкам определяется видимость объектов?
24. Как задаётся 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 П1?
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 одноимённых следа пересекаются, а два других параллельны?
38. Как построить проекции линии пересечения плоскостей, не заданных следами?
39. Приведите алгоритм определения точки пересечения прямой и плоскости.
40. Какую вспомогательную плоскость необходимо использовать при определении точки пересечения прямой и плоскости?
41. Как проверить на эюре, параллельны ли заданные плоскости?
42. Как проверить на эюре, параллельны ли прямая и плоскость?
43. Как провести через точку плоскость, параллельную заданной плоскости?
44. Как определить на эюре перпендикулярность прямой и плоскости?
45. Какими пересекающимися прямыми задаётся плоскость, перпендикулярная к прямой общего положения?
46. Как изображается на эюре положение новой плоскости проекций?
47. Как обозначается система плоскостей проекций при их замене?
48. Как располагаются линии связи в новых системах плоскостей?
49. Сколько дополнительных плоскостей проекций надо ввести, чтобы прямую общего положения преобразовать в линию уровня?
50. Какая проекция объекта не изменяет своего размера, если все его точки перемещаются во фронтальных плоскостях?
51. Какую прямую выбирают в плоскости общего положения при преобразовании её 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 $\perp$ перпендикулярна П2?
56. По каким линиям перемещаются проекции точки, вращаемой вокруг оси, параллельной плоскости проекций?
57. Как построить совмещённое 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 развёрткой поверхности?
64. Назовите способы построения развёрток.
65. В чем суть способа триангуляции и область его применения?
66. Какие свойства поверхности сохраняются на её развёртке?
67. Что называется видом?
68. Как называются основные виды?
69. Как правильно выбрать главный вид?
70. Правила компоновки изображений на поле чертежа.
71. Что называется простым разрезом?
72. Как называются простые разрезы?
73. В каких случаях обозначают секущую плоскость?
74. Какие разрезы называются сложными?
75. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
76. В каких случаях сечение не обозначается?
77. Где располагают вынесенное сечение?
78. Какие виды аксонометрических проекций вы знаете?
79. Под каким углом расположены оси в изометрии?
80. Какую фигуру представляет изометрическая проекция окружности?
81. Какие приняты коэффициенты искажения по осям X, Y, Z для построения диметрической проекции?
82. Под какими углами расположены оси в диметрии?
83. Основные правила нанесения штриховки в аксонометрических проекциях.
84. Как классифицируются резьбы по профилю?
85. Как изображается резьба на стержне?
86. Как изображается резьба в отверстии?
87. Как выполняется штриховка в разрезах резьбовых изделий?
88. Какие резьбовые соединения вы знаете?

Повышенный уровень

1. Какие данные содержит чертёж детали?
2. С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?
3. Сколько листов формата A4 содержится в листе формата A1?
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 A (20,0,30), B(0,15,10), C(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 одноимённые 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 «подъём 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 развёртываемыми, а какие неразвёртываемыми? Приведите примеры.
36. Как строятся условные развёртки?
37. Какими линиями на чертеже изображаются линии сгиба развёрток?
38. Как получается аксонометрический чертёж?
39. Каков масштаб изображения в стандартной прямоугольной изометрии? Почему?
40. Как в изометрии расположена большая ось эллипса для окружности, принадлежащей профильной плоскости проекций?
41. Какой фигурой будет являться диметрическая проекция квадрата?
42. Как построить диметрическую проекцию окружности, расположенной во фронтальной плоскости проекций?
43. Как располагают на чертеже изображения деталей тел вращения?
44. Какие условности позволяют сократить количество изображений?
45. С какого вида берут ширину детали при построении вида слева?
46. Чем отличается сечение от разреза?
47. Как выполняют совмещение вида с разрезом?
48. Как изображается внутреннее ребро детали на разрезе?
49. Сколько плоскостей используют при выполнении сложного разреза?
50. Где располагают наложенное сечение?
51. В чем состоит разница между шагом и ходом резьбы?
52. Охарактеризуйте метрическую резьбу и приведите пример условного обозначения.
53. В каком случае шаг метрической резьбы не указывается?
54. Что такое номинальный диаметр резьбы?
55. Какие допускаются упрощения на чертеже резьбового соединения?

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он исчерпывающе, чётко 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 вопроса 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 И-2 УК-1, ИД-1ОПК-4, ИД-4ОПК-1 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 И-2 УК-1, ИД-1ОПК-4, ИД-4ОПК-1 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 И-2 УК-1, ИД-1ОПК-4, ИД-4ОПК-1 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 И-2 УК-1, ИД-1ОПК-4, ИД-4ОПК-1 в рамках данной дисциплины не освоены.

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы:

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

Перечень дополнительной литературы:

1. Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>
2. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшее образование, 2009. — 471 с. : ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37
3. Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике : учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А. А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373
4. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2007. — 382 с. : ил. — (Общетехнические дисциплины). — Библиогр. с. 370. — Предм.указ.: с. 371-377. — ISBN 978-5-06-00543-2.

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

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсу «Начертательная геометрия».
2. <http://studopedia.ru/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».