

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ по дисциплине

«Инженерная и компьютерная графика»

для студентов направления подготовки

27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль): «Стандартизация, метрология и управление качеством»

Ставрополь, 2026

Оглавление

Введение.....	3
Практическое занятие 1. Проекция точки. Проецирование на три плоскости проекций	5
Практическое занятие 2. Проецирование прямой.....	12
Практическое занятие 3. Взаимное положение прямых в пространстве.....	16
Практическое занятие 4. Главные линии плоскости.....	19
Практическое занятие 5. Пересечение плоскостей. Пересечение прямой и плоскости ..	21
Практическое занятие 6. Параллельность прямой линии и плоскости, двух плоскостей. Перпендикулярность прямой и плоскости, двух плоскостей ..	27
Практическое занятие 7. Метод замены плоскостей проекций. Метод плоскопараллельного перемещения.....	32
Практическое занятие 8. Пересечение многогранников плоскостью и прямой линией	40
Практическое занятие 9. Взаимное пересечение многогранников.....	46
Практическое занятие 10. Введение в компьютерную графику	49
Практическое занятие 11. Аппаратное обеспечение компьютерной графики.....	53
Практическое занятие 12. Общие сведения о системе Компас-График	56
Практическое занятие 13. Основные команды программы Компас-График. Работа с панелями инструментов.....	74
Практическое занятие 14. Работа с видами и слоями. Основные приёмы редактирования объектов.....	78
Практическое занятие 15. Создание и настройка чертежа	82
Практическое занятие 16. Основные виды	85
Практическое занятие 17. Разрезы простые. Совмещение части вида и части разреза ..	89
Практическое занятие 18. Разрезы сложные. Ступенчатые разрезы	94
Практическое занятие 19. Разрезы сложные. Ломанные разрезы.....	97
Практическое занятие 20. Сечения.....	100
Практическое занятие 21. Резьбы. Их условное изображение и обозначение.....	105
Практическое занятие 22. Шпоночные и шлицевые соединения.....	110
Практическое занятие 23. Соединения сварные	117
Практическое занятие 24. Сборочный чертеж изделия.....	123
Практическое занятие 25. Спецификация	127
ПРИЛОЖЕНИЕ А	132
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	139

Введение

Целью изучения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» является формирование профессиональной компетенции будущего бакалавра по направлению подготовки 27.03.01 – Стандартизация и метрология.

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 в соответствии с требованиями ЕСКД и чтения конструкторской, проектной и рабочей технической документации;
- овладение методами и современными компьютерными средствами выполнения и редактирования изображений и чертежей, и подготовки конструкторско-технологической документации.

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» относится к дисциплинам вариативной части. Ее освоение происходит в 1-ом и 2-ом семестрах.

Изучение дисциплины способствует формированию фундаментальных и прикладных знаний, навыков и умений, необходимых для решения конкретных прикладных задач по проектированию и конструированию, способствует формированию логики и пространственного мышления.

Изучение разделов, связанных с основами проецирования различных геометрических объектов, включая многогранники, а также результатов рассечения объектов сложной геометрической формы плоскостью, в совокупности со знанием требований единой системы конструкторской документации (ЕСКД) являются базой для выполнения проектных работ.

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» состоит из 3-х разделов. Практические занятия по разделу «Начертательная геометрия» основаны на решении пространственных задач с помощью комплексных чертежей (эпюров). Прежде чем приступить к решению задачи на чертеже, надо понять ее условие, представить в пространстве заданные геометрические образы и пространствен-

ное расположение, и четко представить схему решения, т. е. установить последовательность выполнения операций. При решении задач очень полезно прибегать к моделированию заданных геометрических форм и их сочетаний с помощью бумаги, пластилина, чертежных инструментов и любых подходящих подручных предметов и материалов.

Решение задач выполняется на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420 мм). Площадь, занятая построениями, должна составлять не менее 75% листа. Все построения проводятся с возможно большей точностью и аккуратностью простым карандашом марки ТМ (НВ) и М (В). На эюре должны быть сохранены вспомогательные линии построений, выполненные сплошными тонкими линиями. Все надписи должны выполняться стандартным шрифтом № 5 или 7 типа Б с наклоном в соответствии с ГОСТ 2.304–81.

Разделы «Инженерная графика» и «Компьютерная графика» базируются на изучении основных требований и положений ЕСКД и применении их при выполнении конструкторской документации, в том числе и с помощью средств компьютерной графики. Практические занятия по этим разделам выполняются на компьютере с использованием системы автоматизированного проектирования Компас-График и проводятся в компьютерном классе, оснащённом необходимым программным обеспечением и средствами мультимедиа.

Студент выполняет задания по индивидуальному варианту, определённому преподавателем.

Практическое занятие 1. Проекции точки. Проецирование на три плоскости проекций

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

- знание правил и видов проецирования, способов задания точки на чертеже (ПК-2);
- умение изображать пространственные объекты на плоскости (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владение методами построения обратимых чертежей пространственных объектов (ПК-2).

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 1.1).

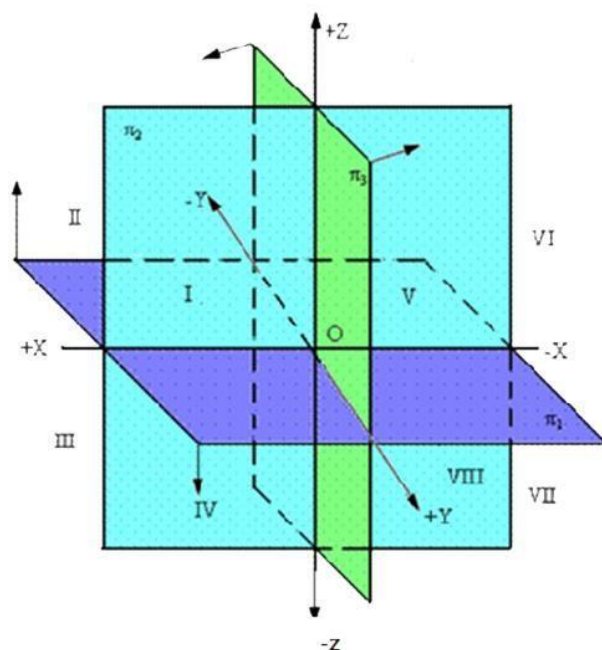


Рисунок 1.1 – Октанты пространства

$X_a = OA_x$ - абсцисса точки А, или ширина точки А, или расстояние точки А от плоскости Π_3 .

$Y_a = OA_y$ - ордината точки А, или глубина точки А, или расстояние точки А от плоскости Π_2 .

$Z_a = OA_z$ - аппликата точки А, или высота точки А, или расстояние точки А от плоскости Π_1

Знаки координат точек, расположенных в различных октантах, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Знаки координат точек по октантам

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

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.

Построим аксонометрическое изображение точки А в первом октанте по произвольным положительным координатам X_A , Y_A , Z_A . (рисунок 1.1). Сначала строим оригинал точки А по этим координатам в системе Π_2/Π_1 . Откладываем

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 чертеж (эпюр) точки А (рисунок 1.2). 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 А расположатся на одной прямой, перпендикулярной к оси X.

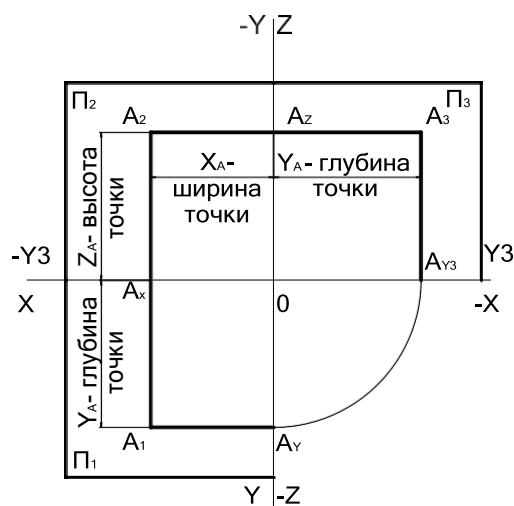


Рисунок 1.2 – Эпюр точки A с указанием координат

При совмещении плоскости проекций Π_3 с Π_2 линия связи A_2A_3 будет перпендикулярной к оси Z, т. е. фронтальная и профильная проекции точки A расположатся на одной прямой, перпендикулярной к оси Z.

Оси абсцисс и аппликата на чертеже располагаются так же, как и на плоскости Π_2 оригинала точки A, а ось ординат на комплексном чертеже указывается дважды (рисунок 1.2).

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 – OA_x , 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 ее будет располагаться под осью X. Если точка A находится перед плоскостью Π_2 , то глубина точки A будет положительна и A_1 — горизонтальная проекция ее — будет располагаться под осью X. При отрицательной глубине точки A горизонтальная проекция ее будет располагаться над осью X.

Профильную проекцию A_3 точки A строим по двум проекциям: фронтальной и горизонтальной. Помня, что фронтальная и профильная проекции точки A лежат на одной линии связи, перпендикулярной оси Z, откладываем от точки A_2

отрезок, равный глубине точки A , учитывая знак ее ординаты ($A_2A_3 = A_xA_1$). Окончательный вид комплексного чертежа показан на рисунке 1.3.

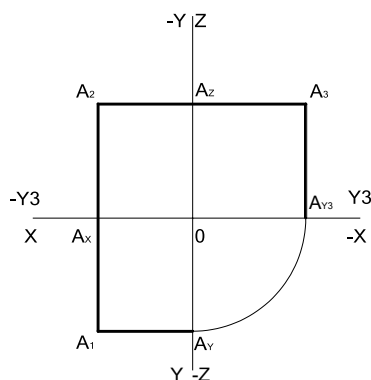


Рисунок 1.3 – Эпюр точки A в окончательном виде

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

Профильную проекцию точки строят по двум проекциям: фронтальной и горизонтальной. Выполнить это можно тремя способами. Рассмотрим эти способы на примере некой точки C , находящейся в первом октанте.

Проекционный способ (рисунок 1.4 а). Помня, что фронтальная и профильная проекции точки C лежат на одной линии связи, перпендикулярной оси Z , из фронтальной проекции C_2 проводят горизонтальную линию связи. Из горизонтальной проекции C_1 опускают перпендикуляр на ось O_{y1} , получают точку C_{y1} , и при помощи циркуля или прямоугольного равнобедренного треугольника находят на оси O_{y3} положение точки C_{y3} . Из этой точки проводят вертикальную линию связи до пересечения с линией связи, проведенной из C_2 . Точка C_3 – профильная проекция точки C .

Координатный способ (рисунок 1.4б). Из фронтальной проекции C_2 проводят горизонтальную линию связи. Измеряют циркулем расстояние от проекции C_1 до оси Ox (глубину точки, или координату u_C) и откладывают этот отрезок на линии связи вправо (вдоль положительного направления оси Y_3) от точки C_2 . Получают профильную проекцию C_3 . В случае, если точка имеет отрицательное значение координаты u , отрезок откладывают влево, соответственно вдоль отрицательной оси $-Y_3$.

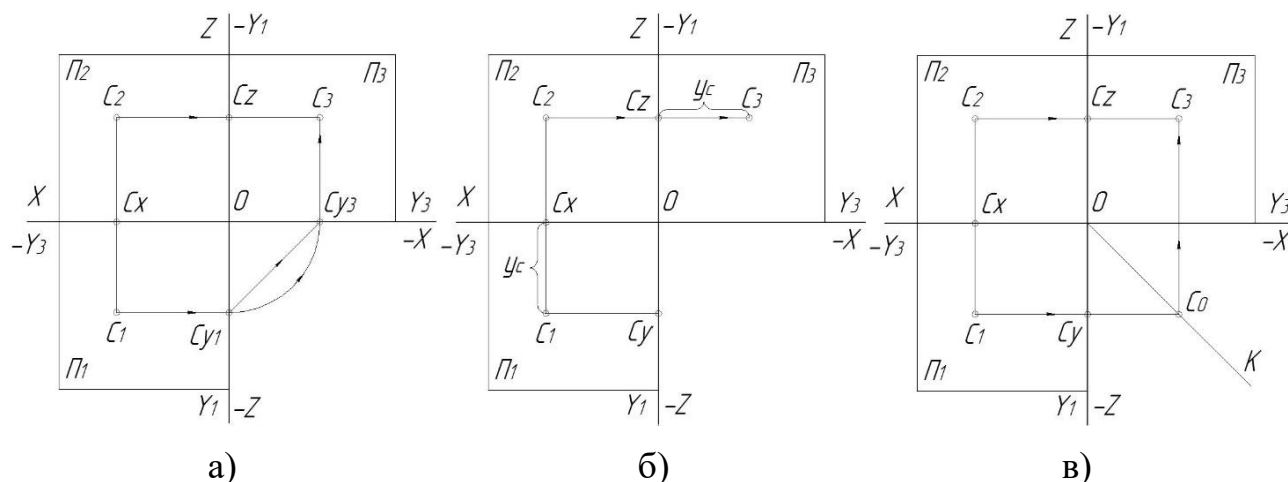


Рисунок 1.4 – Способы построения профильной проекции точки: а – проекционный; б – координатный; в – с использованием постоянной прямой чертежа

Способ с использованием постоянной прямой чертежа (рисунок 1.4в).

Из фронтальной проекции C_2 проводят горизонтальную линию связи. Из горизонтальной проекции C_1 проводят линию связи до пересечения в точке C_0 с постоянной прямой K , т.е. биссектрисой угла y_1Oy_3 . из точки C_0 проводят вертикальную линию связи до пересечения с линией, проведенной из фронтальной проекции C_2 .

Пример. Дана точка $C (60;15;28)$. Построить эпюр точки E , симметричной точке C , относительно профильной плоскости проекций (рисунок 1.5).

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

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Кондратьева, Т. М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 290 с. — ISBN 978-5-7264-1234-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42898.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика. Практикум : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. — 88 с. — ISBN 978-985-503-946-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93424.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 1. Основы начертательной геометрии. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 85 с. — ISBN 978-5-4487-0253-2 (ч. 1), 978-5-4487-0252-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75684.html>
4. Начертательная геометрия. Интерактивный курс лекций - <https://ngeo.fxyz.ru/>
5. Начертательная геометрия. Электронный учебно-методический комплекс: лекции, контрольные работы, рабочая тетрадь, презентации, опорный конспект, видеоматериалы решения типовых задач контрольных заданий. - <https://cadinstructor.org/ng/>
6. Лекториум. Начертательная геометрия. Курс видео-лекций - <https://www.lektorium.tv/course/25884>
7. Открытое образование. Онлайн-курс «Начертательная геометрия и инженерная графика». - <https://openedu.ru/course/urfu/GEOM/>

Практическое занятие 2. Проецирование прямой.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

- знание правил и способов задания прямой на чертеже (ПК-2);
- умение изображать пространственные объекты на плоскости (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владение методами построения обратимых чертежей пространственных объектов (ПК-2).

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

Теоретическая часть

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

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

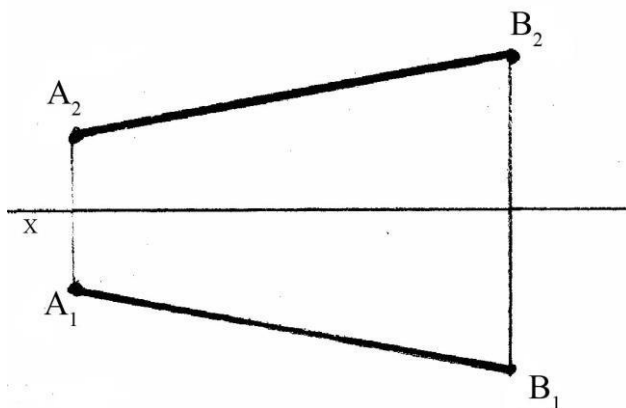


Рисунок 2.1 – Прямая общего положения

Прямые частного положения делятся на проецирующие и уровня.

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

Прямые уровня параллельны одной из плоскостей проекций.

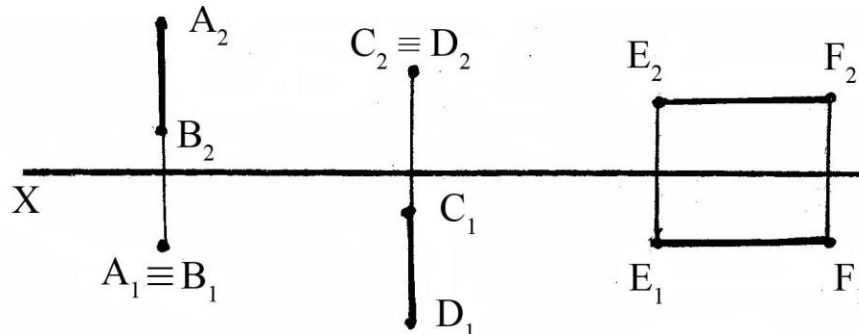


Рисунок 2.2 - Прямые частного положения

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

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

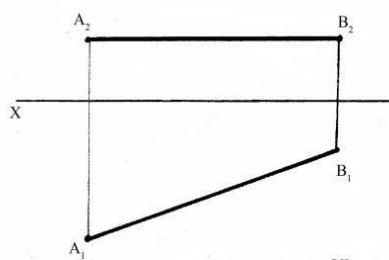


Рисунок 2.3- Горизонталь

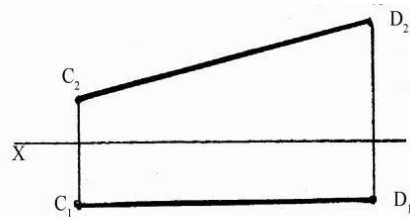


Рисунок 2.4 – Фронталь

Натуральная величина отрезка равна гипотенузе прямоугольного треугольника, у которого один катет является одной из проекций, а другой равен разности координат другой проекции (рисунок 2.5).

Следами прямой называются точки пересечения прямой с плоскостями проекций. М-горизонтальный след, Н-фронтальный след, Р - профильный след (рисунок 2.6). Следы всегда совпадают со своими одноименными проекциями, так как это точки, принадлежащие плоскостям проекций.

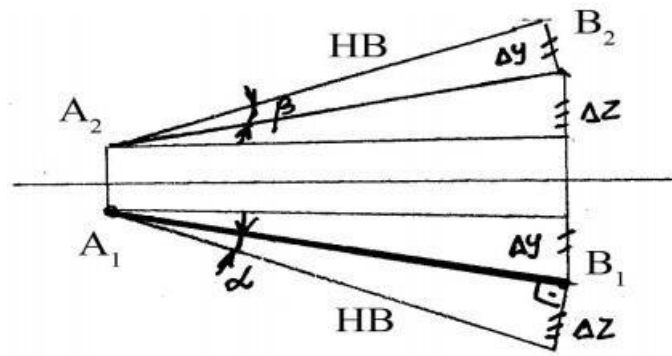


Рисунок 2.5 – Метод прямого треугольника

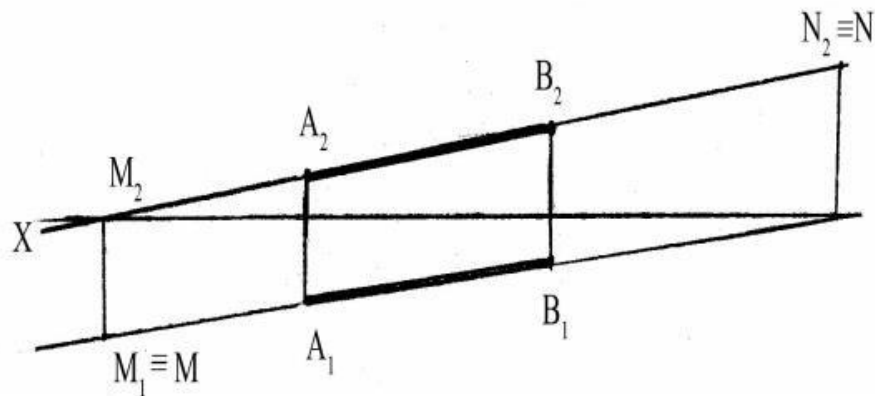


Рисунок 2.6 – Нахождение следов прямой

Пример. Определить натуральную величину отрезка прямой АВ (рисунок 2.7).

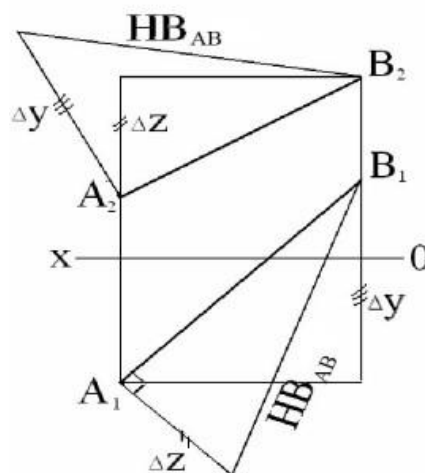


Рисунок 2.7 – Определение натуральной величины отрезка АВ

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 .

Вопросы и задания.

1. Какие прямые называют линиями уровня?
2. Какие точки называют следами прямой?
3. Сформулируйте правило прямоугольного треугольника для определения натуральной величины отрезка.
4. Как находятся следы прямой?
5. Как определяется принадлежность точки заданной прямой?
6. Как построить изометрию отрезка прямой?

Задача 2.1. Построить три проекции и наглядное изображение отрезка прямой АВ, заданного координатами точек (Приложение А, таблица 3).

Задача 2.2. Определить проекции точки F, принадлежащей прямой ВС и удаленной от точки С на расстояние 30 мм. (Приложение А, таблица 3).

Задача 2.3. Определить натуральную величину и углы наклона отрезка прямой СВ к плоскостям проекций Π_1 , Π_2 (Приложение А, таблица 3).

Задача 2.4. Определить следы прямой ВС и через точку А провести прямую параллельную прямой ВС (Приложение А, таблица 3).

Задача 2.5. Определить на прямой АВ (Приложение А, таблица 3) точку К, для которой соотношение AK/KB указано в Приложении А, таблица 4.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Кондратьева, Т. М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 290 с. — ISBN 978-5-7264-1234-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42898.html>

2. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 1. Основы начертательной геометрии. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 85 с. — ISBN 978-5-4487-0253-2 (ч. 1), 978-5-4487-0252-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75684.html>

Практическое занятие 3. Взаимное положение прямых в пространстве

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

- знание правил и способов задания прямой на чертеже (ПК-2);
- умение изображать пространственные объекты на плоскости (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- знание алгоритмов решения метрических и позиционных задач (ПК-2);
- владение методами построения обратимых чертежей пространственных объектов (ПК-2).

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

Теоретическая часть

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

Если прямые в пространстве параллельны, то на эюре их одноименные проекции параллельны (рисунок 3.1).

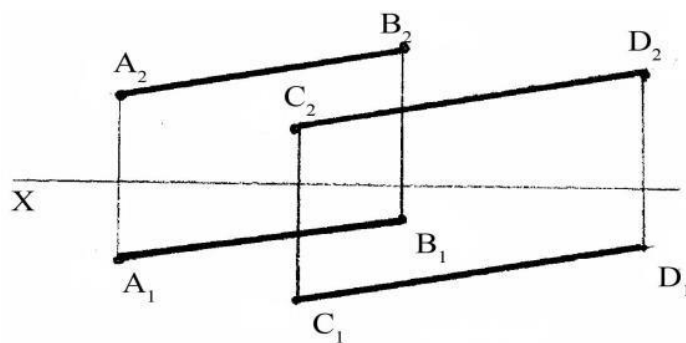


Рисунок 3.1 – Эпюр параллельных прямых

Если прямые в пространстве пересекаются, то на эюре их одноименные проекции пересекаются и проекции точки пересечения К располагаются на одной вертикальной линии связи (рисунок 3.2).

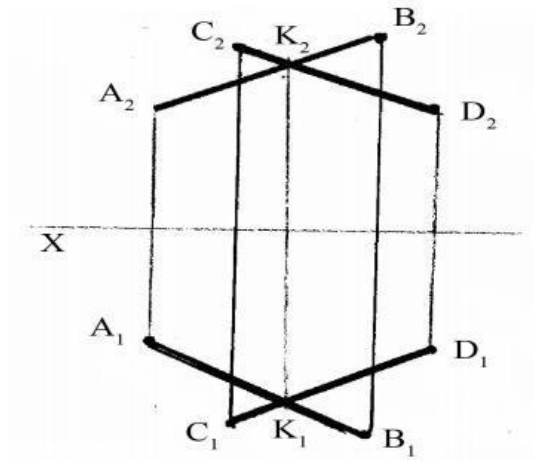


Рисунок 3.2 – Эпюр пересекающихся прямых

Если в пространстве прямые скрещиваются, то на эпюре точки кажущегося пересечения не лежат на одной вертикальной линии связи. Эти точки (1 и 2) называются конкурирующими и по ним определяется видимость объектов. На рисунке 3.3 точка 2 расположена выше точки 1.

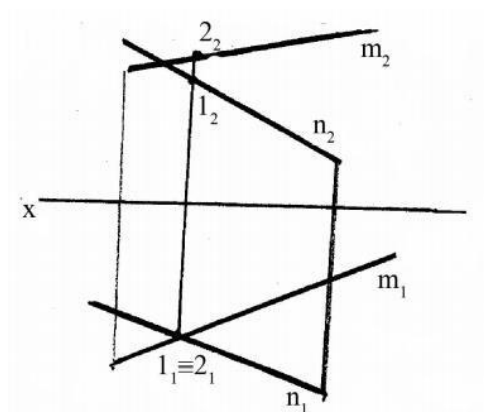


Рисунок 3.3 – Эпюр скрещивающихся прямых

Пример. Даны прямая АВ и точка К. Провести через точку К прямую параллельную прямой АВ (рисунок 3.4).

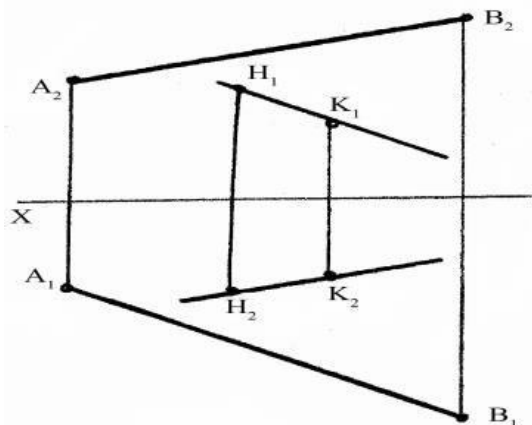


Рисунок 3.4 – Параллельность двух прямых

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

Вопросы и задания.

1. Как изображаются на эюре параллельные прямые, пересекающиеся и скрещивающиеся прямые?
2. По каким точкам определяется видимость объектов?

Задача 3.1. Построить три проекции и наглядное изображение прямых АВ и CD. Выяснить их взаимное положение (Приложение А, таблица 3).

Задача 3.2. Через точку А провести прямую, параллельную прямой ВС (Приложение А, таблица 3).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Кондратьева, Т. М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 290 с. — ISBN 978-5-7264-1234-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42898.html>
2. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 1. Основы начертательной геометрии. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 85 с. — ISBN 978-5-4487-0253-2 (ч. 1), 978-5-4487-0252-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75684.html>
3. Начертательная геометрия. Интерактивный курс лекций - <https://ngeo.fxyz.ru/>
4. Начертательная геометрия. Электронный учебно-методический комплекс - <https://cadinstructor.org/ng/>

Практическое занятие 4. Главные линии плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

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

- знание правил и способов задания плоскости на чертеже (ПК-2);
- умение изображать пространственные объекты на плоскости (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- знание алгоритмов решения метрических и позиционных задач (ПК-2);
- владение методами построения обратимых чертежей пространственных объектов (ПК-2).

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

Теоретическая часть

Горизонталью плоскости называют прямую, лежащую в этой плоскости и параллельную горизонтальной плоскости проекций.

Фронталью плоскости называют прямую, лежащую в этой плоскости и параллельную фронтальной плоскости проекций.

Линией наибольшего ската плоскости называют прямую, лежащую в этой плоскости, которая перпендикулярна произвольной горизонтали плоскости или ее горизонтальному следу.

Эти прямые называют **главными линиями** плоскости.

Горизонталь плоскости и горизонтальный след плоскости между собой параллельны; следовательно, проекция горизонтали параллельна одноименной проекции горизонтального следа плоскости (горизонтальному следу).

Аналогичный вывод можно сделать в отношении фронтали и фронтального следа плоскости.

Линия наибольшего ската плоскости и горизонтальный след плоскости между собой перпендикулярны. Отсюда: горизонтальная проекция линии

наибольшего ската плоскости перпендикулярна горизонтальному следу плоскости (точнее, горизонтальной проекции горизонтального следа плоскости).

Вопросы и задания.

1. Как располагаются на эпюре проекции главных линий плоскости общего положения?

2. Как определить угол наклона заданной плоскости к горизонтальной плоскости проекций Π_1 ?

Задача 4.1. В плоскости треугольника ABC построить горизонталь, проходящую через точку A, и фронталь, проходящую через точку B. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Задача 4.2. В плоскости треугольника ABC построить линию наибольшего ската и определить угол наклона заданной плоскости к плоскости проекций Π_1 . Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Кондратьева, Т. М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 290 с. — ISBN 978-5-7264-1234-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42898.html>

2. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 1. Основы начертательной геометрии. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 85 с. — ISBN 978-5-4487-0253-2 (ч. 1), 978-5-4487-0252-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75684.html>

3. Начертательная геометрия. Интерактивный курс лекций - <https://ngeo.fxyz.ru/>

4. Начертательная геометрия. Электронный учебно-методический комплекс - <https://cadinstructor.org/ng/>

Практическое занятие 5. Пересечение плоскостей. Пересечение прямой и плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения, выработка навыков решения позиционных задач.

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

- знание методик решения позиционных задач и владение навыками построения линии пересечения различных геометрических объектов (ПК-2);
- умение изображать пространственные объекты на плоскости (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2).

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей и технической документации с применением систем автоматизированного проектирования.

Теоретическая часть

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

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

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

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

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

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

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

Если одноименные следы плоскостей в пределах чертежа не пересекаются, необходимо найти одну или две *произвольные* точки, принадлежащие прямой пересечения заданных плоскостей.

Для определения произвольной точки, принадлежащей прямой пересечения двух плоскостей (рисунок 5.1), удобно пользоваться *вспомогательной* плоскостью (чаще плоскостью уровня).

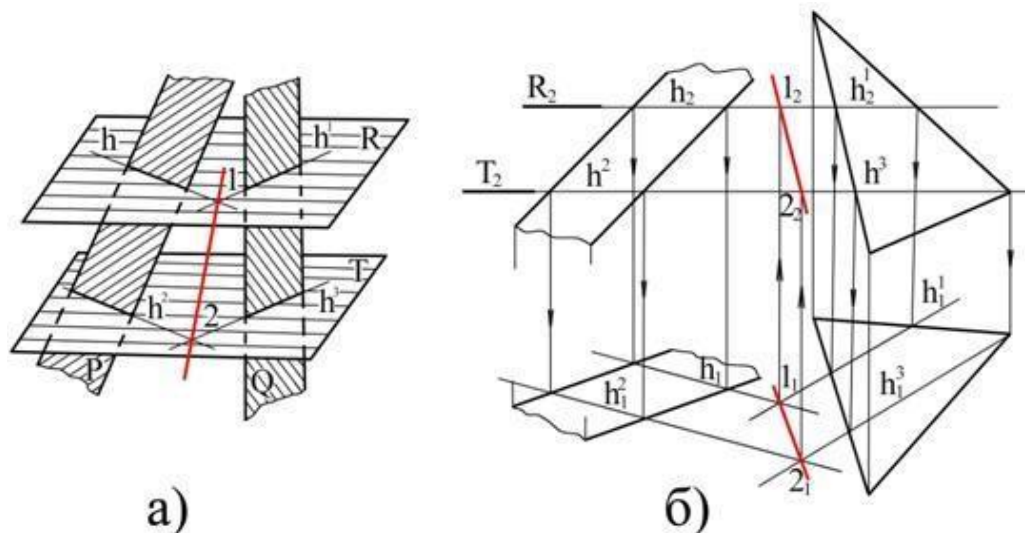


Рисунок 5.1 – Пересечение двух плоскостей общего положения

На рисунке 5.1,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 , кото-

рые параллельны первым двум горизонталям. В пересечении горизонталей получим вторую общую точку 2 заданных плоскостей. Соединяя на эпюре (рисунок 5.1,б) одноименные проекции этих точек, получим проекции линии пересечения плоскостей.

Пример. Найти прямую пересечения плоскостей P и Q (рисунок 5.2).

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

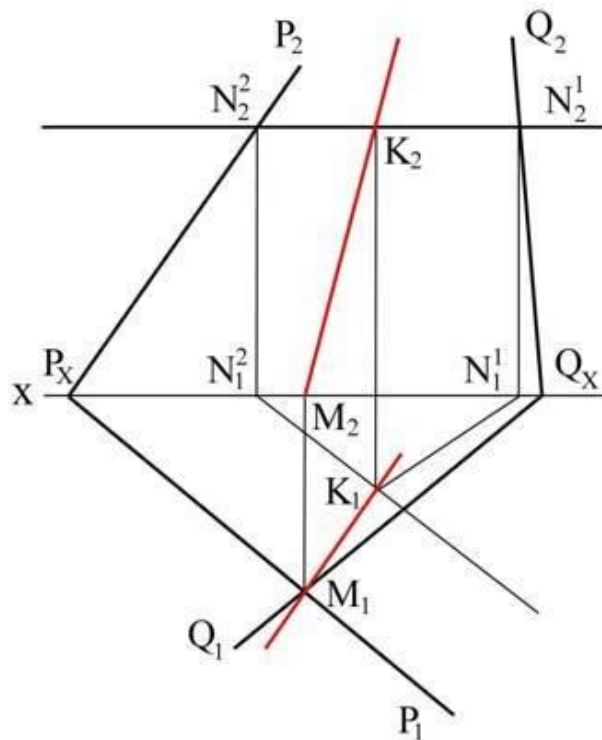


Рисунок 5.2 – Построение прямой пересечения плоскостей P и Q

Для того чтобы найти точку пересечения прямой с плоскостью следует выполнить следующие построения (рисунок 5.3).

- 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.
- 4) после нахождения точки пересечения прямой с плоскостью, методом конкурирующих точек определяют видимость прямой.

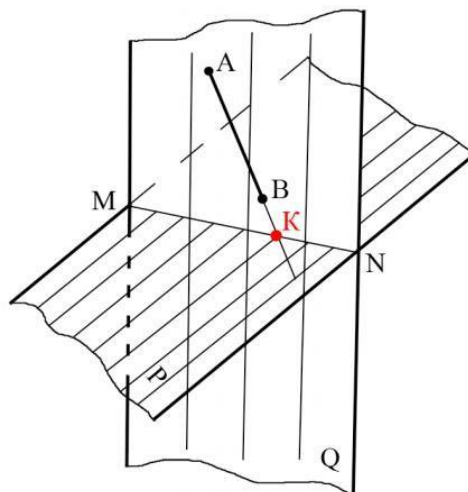


Рисунок 5.3 – Пересечение прямой АВ с плоскостью Р

Пример. На рисунке 5.4 показано построение точки пересечения прямой АВ с плоскостью общего положения Р.

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.

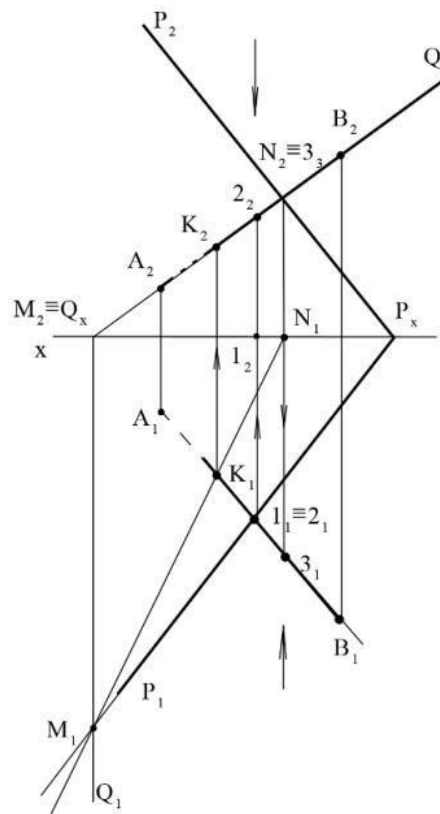


Рисунок 5.4 – Построение точки пересечения прямой АВ и плоскости Р

Вопросы и задания.

1. Как построить на эюре проекции линии пересечения плоскостей, заданных следами?
2. Как построить на эюре проекции линии пересечения плоскостей, следы которых в пределах поля чертежа не пересекаются?
3. Как построить проекции линии пересечения плоскостей, у которых два одноименных следа пересекаются, а два других параллельны?
4. Как построить проекции линии пересечения плоскостей, не заданных следами?
5. Как определяется видимость прямой?
6. Какую вспомогательную плоскость необходимо использовать при определении точки пересечения прямой и плоскости?

Задача 5.1. Построить линию пересечения треугольника АВС с плоскостью общего положения Р. Определить видимость плоскостей (данные из Приложения А, таблица 5);

Задача 5.2. По заданным координатам найти точку пересечения прямой АВ с плоскостью общего положения Р. Определить видимость прямой. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Кондратьева, Т. М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 290 с. — ISBN 978-5-7264-1234-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42898.html>

2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика. Практикум : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. — 88 с. — ISBN 978-985-503-946-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93424.html>

3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 1. Основы начертательной геометрии. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 85 с. — ISBN 978-5-4487-0253-2 (ч. 1), 978-5-4487-0252-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75684.html>

4. Начертательная геометрия. Интерактивный курс лекций - <https://ngeo.fxyz.ru/>

5. Начертательная геометрия. Электронный учебно-методический комплекс: лекции, контрольные работы, рабочая тетрадь, презентации, опорный конспект, видеоматериалы решения типовых задач контрольных заданий. - <https://cadinstructor.org/ng/>

6. Лекториум. Начертательная геометрия. Курс видео-лекций - <https://www.lektorium.tv/course/25884>

7. Открытое образование. Онлайн-курс «Начертательная геометрия и инженерная графика». - <https://openedu.ru/course/urfu/GEOM/>

Практическое занятие 6. Параллельность прямой линии и плоскости, двух плоскостей. Перпендикулярность прямой и плоскости, двух плоскостей

Цель: развитие пространственного представления и воображения, а также конструктивно-геометрического мышления, необходимого для решения различных инженерных задач;

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

- знание алгоритмов решения позиционных задач (ПК-2);
- умение изображать пространственные объекты на плоскости (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2).

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и технической документации с применением систем автоматизированного проектирования.

Теоретическая часть

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

Параллельность плоскостей можно проверить и при помощи произвольных прямых.

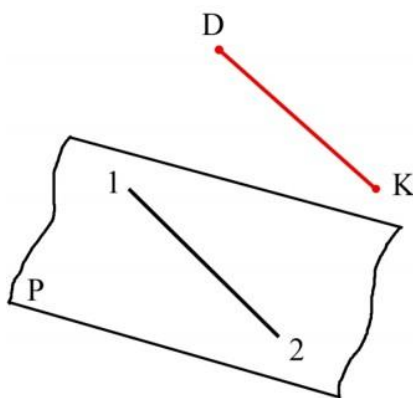


Рисунок 6.1 – Параллельность прямой и плоскости

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

Решение. Используя известное направление фронтальной проекции прямой DK , строят в плоскости треугольника прямую 1_22_2 , параллельную заданной D_2K_2 . По линиям связи достраивают горизонтальную проекцию 1_12_1 и параллельно ей проводят искомую проекцию D_1K_1 .

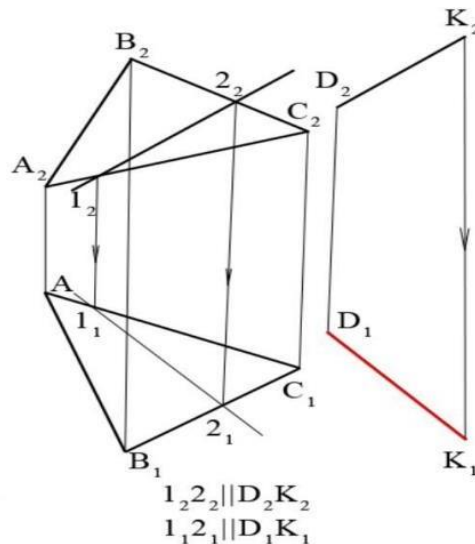


Рисунок 6.2 - Построение параллельной прямой

Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым, принадлежащим этой плоскости (рисунок 6.3).

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

Этой особенностью проекций главных линий плоскости, перпендикулярных к прямой, следует пользоваться в следующих случаях: выяснение перпендикулярности прямой к плоскости, заданной не следами, *без определения следов* плоскости; построение перпендикуляра, проведенного из точки на плоскость, заданную не следами.

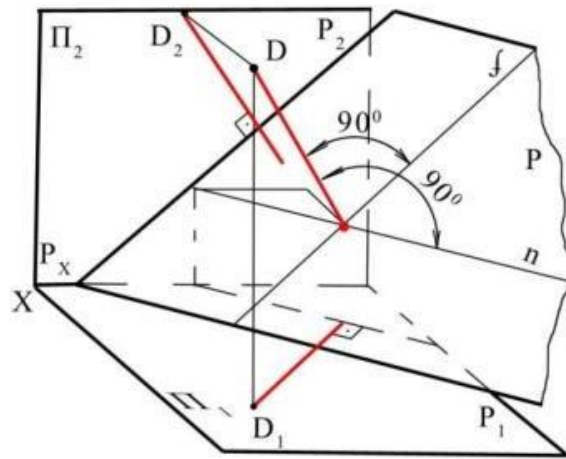


Рисунок 6.3 – Перпендикуляр к плоскости

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 6.4)

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.

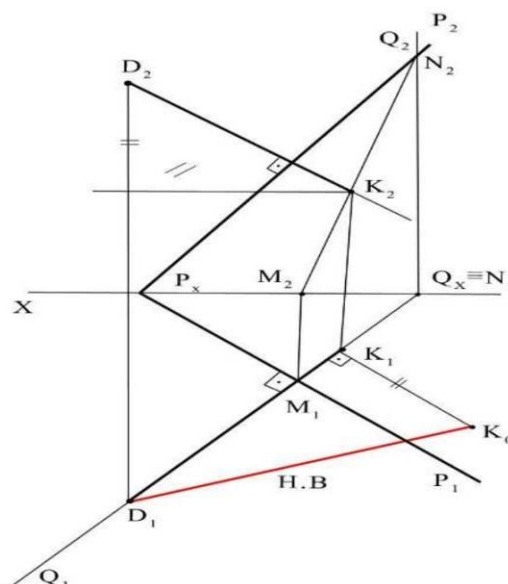


Рисунок 6.4 – Расстояние от точки до плоскости

Вопросы и задания.

1. Как проверить на эпюре, параллельны ли заданные плоскости?
2. Как проверить на эпюре, параллельны ли прямая и плоскость?
3. Как провести через точку плоскость, параллельную заданной плоскости?
4. Будут ли две плоскости взаимно перпендикулярны, если одноименные следы их перпендикулярны?
5. Как определить на эпюре перпендикулярность прямой и плоскости?
6. Какими пересекающимися прямыми задается плоскость, перпендикулярная к прямой общего положения?

Задача 6.1 По заданным координатам, построить горизонтальную проекцию прямой DK, параллельной плоскости треугольника ABC. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Задача 6.2. Даны прямые АВ и CD. Провести через прямую АВ плоскость, параллельную прямой CD. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Задача 6.3. Через точку А провести плоскость R, параллельную плоскости треугольника DBC, и задать ее следами. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Задача 6.4. Определить расстояние от точки А до плоскости общего положения Р, заданной следами. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Задача 6.5. Построить следы плоскости Т, проходящей через точку С перпендикулярно прямой АВ. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Кондратьева, Т. М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 290 с. — ISBN 978-

5-7264-1234-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42898.html>

2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика. Практикум : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. — 88 с. — ISBN 978-985-503-946-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93424.html>

3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 1. Основы начертательной геометрии. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 85 с. — ISBN 978-5-4487-0253-2 (ч. 1), 978-5-4487-0252-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75684.html>

4. Начертательная геометрия. Интерактивный курс лекций - <https://ngeo.fxyz.ru/>

5. Начертательная геометрия. Электронный учебно-методический комплекс: лекции, контрольные работы, рабочая тетрадь, презентации, опорный конспект, видеоматериалы решения типовых задач контрольных заданий. - <https://cadinstructor.org/ng/>

6. Лекториум. Начертательная геометрия. Курс видео-лекций - <https://www.lektorium.tv/course/25884>

7. Открытое образование. Онлайн-курс «Начертательная геометрия и инженерная графика». - <https://openedu.ru/course/urfu/GEOM/>

Практическое занятие 7. Метод замены плоскостей проекций. Метод плоскопараллельного перемещения

Цель: применение методов преобразования комплексного чертежа к решению метрических задач.

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

- владение способами преобразования чертежа для приведения геометрических фигур в частное положение (ПК-2).

Актуальность темы: получение навыков упрощения чертежа путем его преобразования, навыков решения метрических задач для дальнейшего применения полученных навыков при выполнении чертежей и технической документации с применением систем автоматизированного проектирования.

Теоретическая часть

Сущность метода замены плоскостей проекций 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 Π_2 сохраняются координаты Z объекта, а при замене горизонтальной плоскости Π_1 сохраняются координаты Y . Новые плоскости проекций Π_4 , Π_5 и Π_6 , Π_7 располагают таким образом, чтобы объект занял одно из двух частных положений: или параллельно, или перпендикулярно к этим плоскостям.

Необходимо помнить, что:

1) прямая общего положения первой заменой плоскости Π_4 должна быть преобразована в прямую уровня, а второй заменой плоскости Π_5 в проецирующую прямую;

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

Пример А). Прямую CD преобразовать в проецирующую (рисунок 7.1).

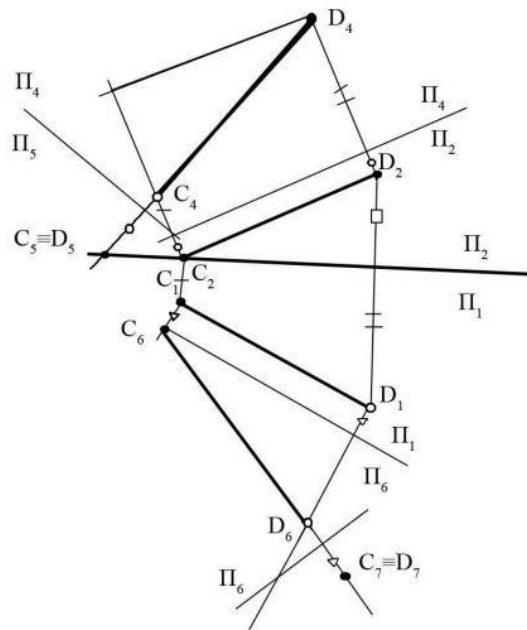


Рисунок 7.1 – Преобразование прямой

Решение. Для преобразования прямой CD во фронтально-проецирующую необходимо произвести две замены плоскостей. Сначала вводим дополнительную горизонтальную плоскость Π_4 параллельно прямой CD , чтобы она стала горизонталью. Для этого проводим ось Π_4/Π_2 (в любом месте) параллельно проекции C_2D_2 и переносим постоянные координаты Y (отрезки, отмеченные / и //) в новую систему плоскостей. Получим новую горизонтальную проекцию C_4D_4 . Вторую дополнительную фронтальную плоскость Π_5 вводим перпендикулярно горизонтали. Для этого проводим ось Π_5/Π_4 (в любом месте) перпендикулярно проекции C_4D_4 и переносим постоянные координаты Z (отрезки, отмеченные 0) в новую систему плоскостей. А так как эти координаты у горизонтали равны, то проекции C_5 и D_5 получаются в одной точке (совпадают), что и требовалось доказать. В нижней части рисунка 7.1 показано преобразование прямой в горизонтально-проецирующую.

Пример В). Преобразовать плоскость общего положения, заданную $\triangle ABC$, в проецирующую (рисунок 7.2).

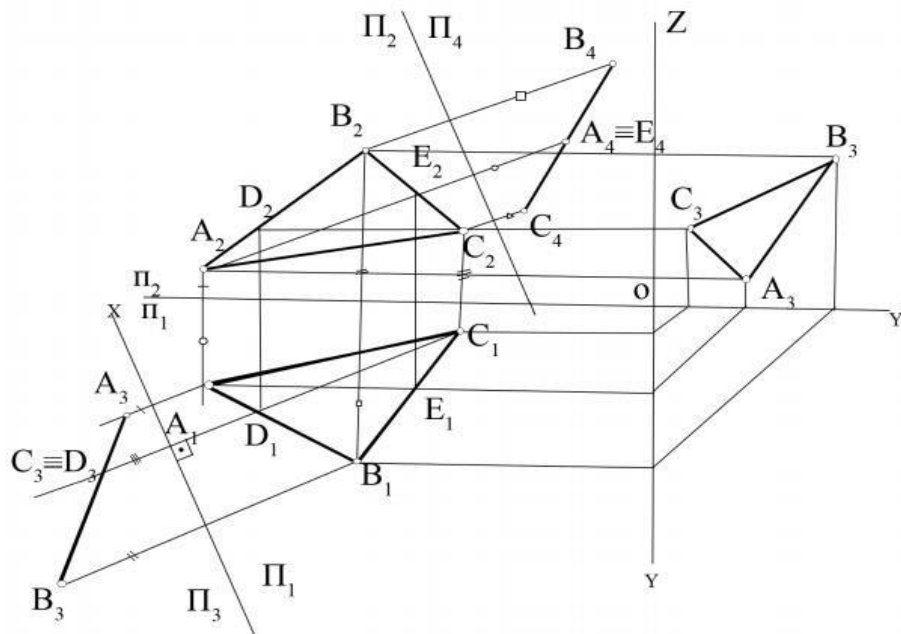


Рисунок 7.2 – Преобразование плоскости

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 фронтالي 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 7.2 показано преобразование плоскости треугольника во фронтально-проецирующую.

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_2); 3) при всяком перемещении объекта (прямой или треугольника), параллельно плоскости проекций Π_1 , фронтальные проекции точек объекта (две или три) перемещаются по прямым параллельным

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

Пример Г) Отрезок AB преобразовать в горизонтально-проецирующую прямую (рисунок 7.3).

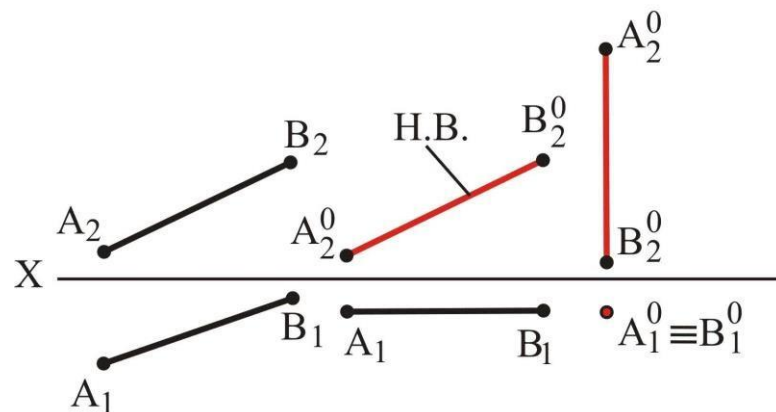


Рисунок 7.3 – Плоскопараллельное перемещение прямой

Решение. Необходимо выполнить два перемещения. На первом этапе отрезок AB общего положения преобразуем во фронталь при помощи горизонтальных плоскостей перемещения. Для этого располагаем в любом месте эпюра горизонтальную проекцию A_1B_1 параллельно оси X , не изменяя ее размера. А так как точки A и B расположены в горизонтальных плоскостях, то их фронтальные проекции A_2 и B_2 перемещаются параллельно оси X . В пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи определяем новые фронтальные проекции A_{22} и B_2 . Соединив их, получим натуральную величину фронтали (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 $A_2^0 B_2^0$ перпендикулярно оси X , не изменяя ее размера. Находим горизонтальную проекцию $A_1^0 B_1^0$ в виде точки.

Пример Д). Плоскость P , заданную следами, преобразовать во фронтально-проецирующую (рисунок 7.4).

Решение. Необходимо выполнить одно перемещение. Проводим в плоскости P произвольную горизонталь через точку 1 ($1_1, 1_2$) и перемещаем ее в горизонтальной плоскости так, чтобы она стала фронтально-проецирующей. Для этого задаем на оси X произвольную точку 1^0_1 и проводим через нее проекцию h_1 перпендикулярно оси X , а фронтальная проекция горизонтали сливается в точку 1^0_2 (фронтальный след). При таком перемещении размер l не изменяется. Отложив это расстояние, проводим горизонтальный след P^0_1 параллельно h_1 , а затем проводим фронтальный след P^0_2 через точки P^0_x и 1^0_2 .

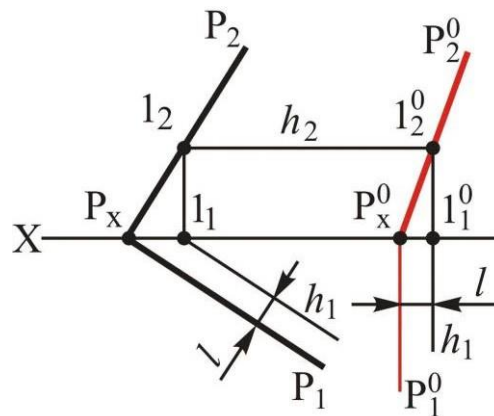


Рисунок 7.4 – Плоскопараллельное перемещение следов плоскости

Пример Е) Плоскость общего положения, заданную треугольником ABC , преобразовать в горизонтальную (рисунок 7.5).

Решение. Необходимо выполнить два перемещения. На первом этапе треугольник ABC преобразуем во фронтально-проецирующий при помощи горизонтальных плоскостей перемещения. Для этого в плоскости треугольника проводим горизонталь $C1$ и строим в любом месте эюра новую горизонтальную проекцию A_1, B_1, C_1 равную $A_1B_1C_1$, так, чтобы горизонтальная проекция горизонтали C_1l_1 стала перпендикулярной плоскости P_2 . Фронтальные проекции A_2, B_2, C_2 вершин треугольника будут перемещаться по горизонтальным прямым, которые являются следами горизонтальных плоскостей, в которых движутся эти точки. Их новые положения A_2, B_2, C_2 находим в пересечении горизонтальных прямых с вертикальными линиями связи. Новая фронтальная проекция треугольника получается в виде прямой линии.

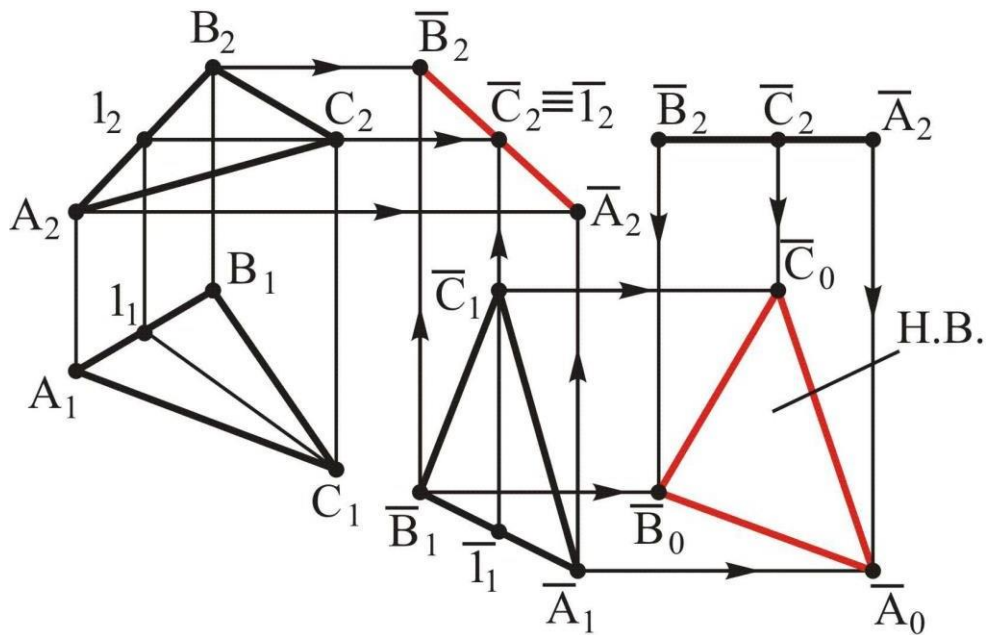


Рисунок 7.5 – Перемещение фигуры

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.

Вопросы и задания.

1. Как изображается на эюре положение новой плоскости проекций?
2. Как обозначается система плоскостей проекций при их замене?
3. Как располагаются линии связи в новых системах плоскостей?
4. Сколько дополнительных плоскостей проекций надо ввести, чтобы определить натуральную величину фигуры общего положения?
5. Сколько дополнительных плоскостей проекций надо ввести, чтобы прямую общего положения преобразовать в линию уровня?
6. Какая проекция объекта не изменяет своего размера, если все его точки перемещаются во фронтальных плоскостях?
7. Параллельно какой плоскости проекций надо выбрать плоскости перемещения точек, чтобы прямая общего положения стала горизонталью?

8. Какую прямую выбирают в плоскости общего положения при преобразовании ее в проецирующую?

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

Задача 7.1. Прямую CD преобразовать в горизонтально-проецирующую. Координаты точек C и D взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 7.2. Прямую CD преобразовать во фронтально-проецирующую. Координаты точек C и D взять в Приложении А, таблица 6.

Задача 7.3. Преобразовать плоскость ΔABC в горизонтально-проецирующую. Построить третью проекцию ΔABC . Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 7.

Задача 7.4. Преобразовать плоскость ΔABC во фронтально-проецирующую. Построить третью проекцию ΔABC . Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 7.

Задача 7.5. Определить натуральную величину треугольника ABC методом перемены плоскостей проекций. Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 7.

Задача 7.6. Преобразовать плоскость общего положения P в горизонтально-проецирующую (следы P_2 и P_5 на рисунке 7.6). Углы наклона следов α и β плоскости P взять в Приложении А, таблица 8.

Задача 7.7. Преобразовать плоскость общего положения P во фронтально-проецирующую (следы P_1 и P_4 на рисунке 7.6). Углы наклона следов α и β плоскости P взять в Приложении А, таблица 8.

Задача 7.8. Определить натуральную величину отрезка AB и углы наклона его к плоскостям проекций Π_1 и Π_2 (Приложение А, таблица 9).

Задача 7.9. Отрезок AB переместить во фронтально-проецирующее положение (Приложение А, таблица 9).

Задача 7.10. Определить угол наклона плоскости P , заданной следами, к фронтальной плоскости проекций Π_2 (Приложение А, таблица 10).

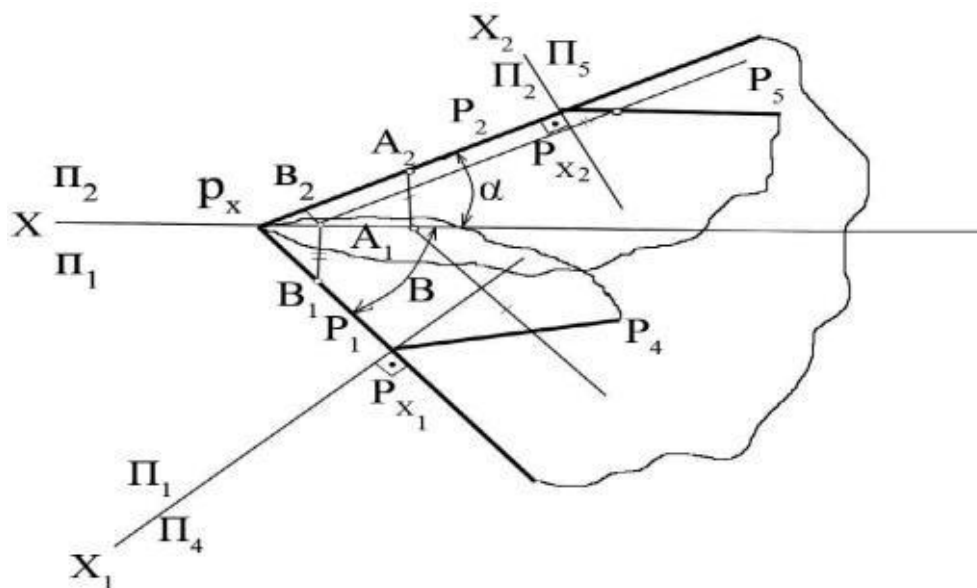


Рисунок 7.6 - Способы преобразования

Задача 7.11. Определить угол наклона плоскости P , заданной следами, к горизонтальной плоскости проекций Π_1 (Приложение А, таблица 10).

Задача 7.12. Плоскость треугольника ABC преобразовать в горизонтальную плоскость уровня и найти центр описанной окружности. Координаты вершин ΔABC взять из Приложения А, таблица 11.

Задача 7.13. Плоскость треугольника ABC преобразовать во фронтальную плоскость уровня и найти центр вписанной окружности. Координаты вершин ΔABC взять из Приложения А, таблица 11.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Кондратьева, Т. М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 290 с. — ISBN 978-5-7264-1234-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42898.html>

2. Начертательная геометрия. Интерактивный курс лекций - <https://ngeo.fxyz.ru/>

3. Начертательная геометрия. Электронный учебно-методический комплекс - <https://cadinstructor.org/ng/>

Практическое занятие 8. Пересечение многогранников плоскостью и прямой линией.

Цель: закрепление знаний и формирование умений по построению многогранников на комплексном чертеже и решения позиционных задач.

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

- знание способов задания многогранников на чертеже (ПК-2);
- знание алгоритмов решения метрических и позиционных задач (ПК-2);
- умение изображать пространственные объекты в виде многогранников на плоскости (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владение методами построения обратимых чертежей пространственных объектов (ПК-2).

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и технической документации с применением систем автоматизированного проектирования.

Теоретическая часть

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

Способ граней используется только тогда, когда грани многогранника занимают проецирующее положение, т. е. перпендикулярны одной из плоскостей проекций. В этом случае решение сводится к задаче на построение линии пересечения двух плоскостей (заданной секущей плоскости с каждой гранью многогранника), когда через грань проводится вспомогательная только проецирующая плоскость.

Способ ребер используется тогда, когда грани многогранника занимают общее положение, т. е. наклонены к плоскостям проекций. В этом случае решение сводится к задаче на построение точки пересечения прямой и плоскости (заданной секущей плоскости с каждым ребром многогранника), когда через ребро проводится вспомогательная только проецирующая плоскость. Соединив все точки пересечения прямыми, получим многоугольник сечения. Этот способ является универсальным, так как его можно применять в обоих случаях.

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 А) Построить сечение пирамиды $SABC$ плоскостями частного положения: на рисунке 8.1,а - горизонтальной плоскостью R (дважды проецирующей), а на рисунке 8.1,б - фронтально-проецирующей плоскостью T .

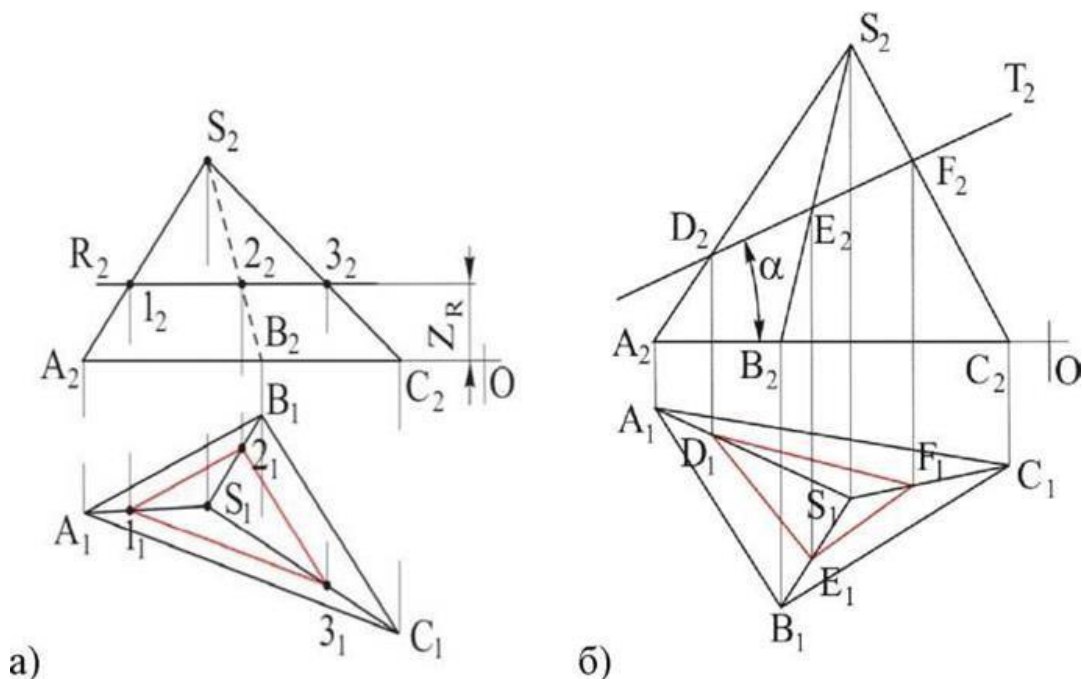


Рисунок 8.1 — Сечение пирамиды плоскостями частного положения

Решение. Так как секущие плоскости R и T проецирующие, то вводить вспомогательные плоскости не требуется. На рисунках сразу определяются фронтальные проекции точек пересечения ребер пирамиды с этими плоскостями

$1_2, 2_2, 3_2$ или D_2, E_2, F_2 . По линиям связи находим их горизонтальные проекции. Соединяем их прямыми линиями и получаем горизонтальные проекции треугольников сечения $1_1 2_1 3_1$ или $D_1 C_1 F_1$.

Пример Б) Построить сечение прямой призмы ABC плоскостью общего положения P , заданной параллельными прямыми $K//L$ (рисунок 8.2).

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

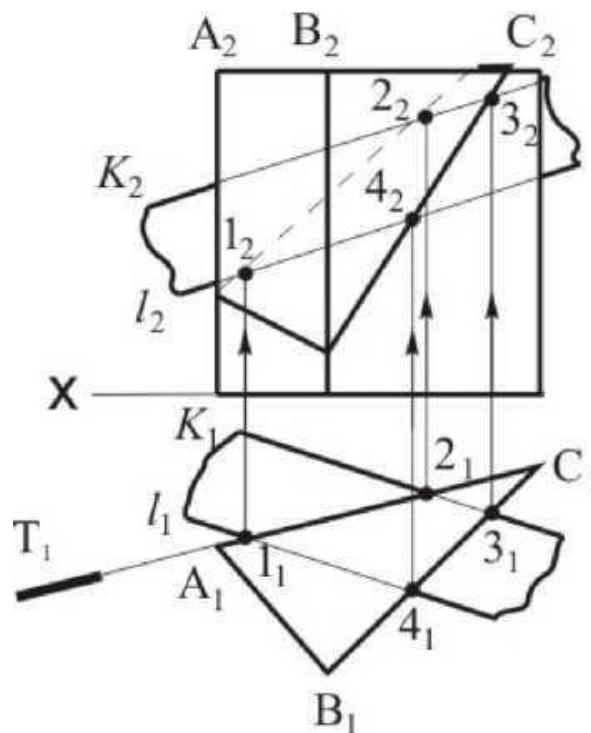


Рисунок 8.2 — Прямая призма (способ граней)

Пример В). Построить сечение наклонной призмы плоскостью общего положения P , заданной следами (рисунок 8.3).

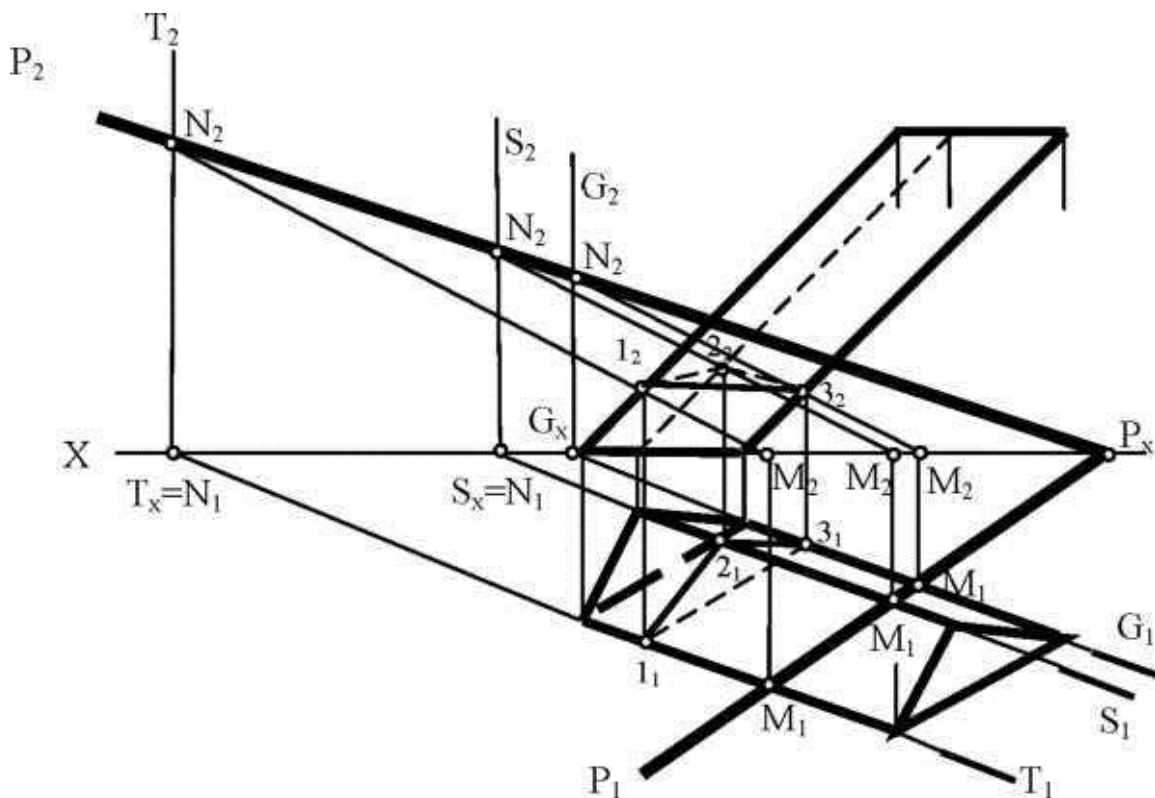


Рисунок 8.3 - Призма наклонная (способ ребер)

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

Пример Г). Построить сечение прямой призмы 123 плоскостью общего положения R , заданной следами (рисунок 8.4).

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.

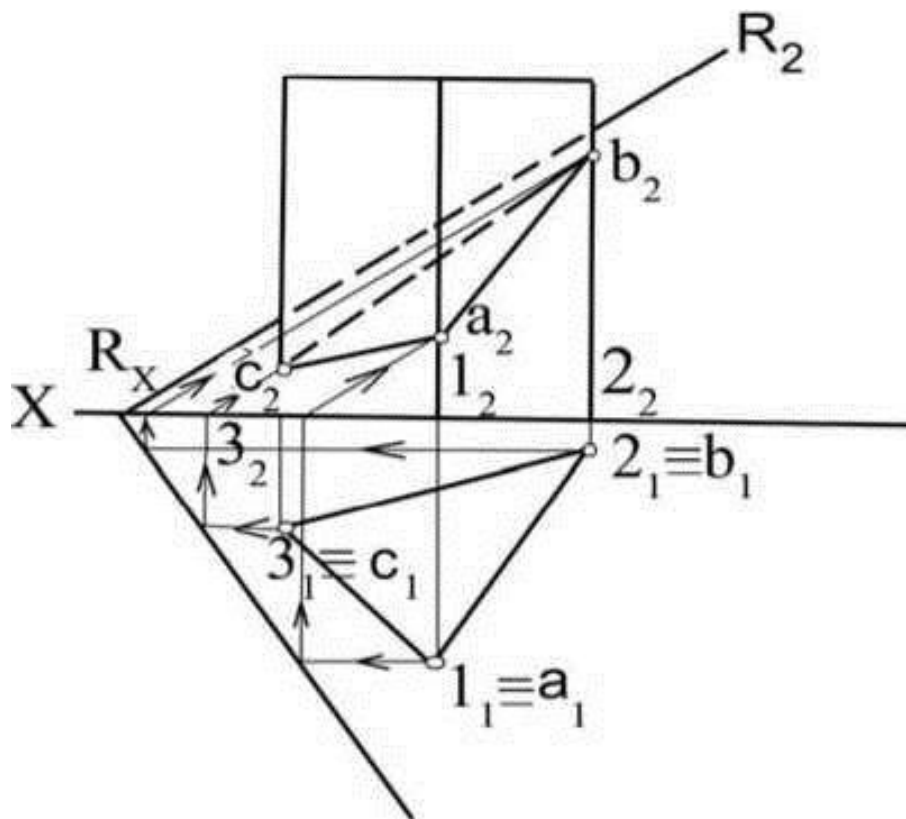


Рисунок 8.4 — Призма прямая (способ ребер)

Вопросы и задания.

1. Какие плоскости обычно применяют в качестве вспомогательных при построении сечения многогранника?
2. Как строится сечение многогранника проецирующей плоскостью?
3. Как строится сечение многогранника плоскостью общего положения?
4. В каком случае можно без вспомогательных плоскостей определить точки пересечения прямой с многогранником?

Задача 8.1. На рисунке 8.5 построить линию пересечения пирамиды $SABC$ плоскостью T (Приложение А, таблица 12).

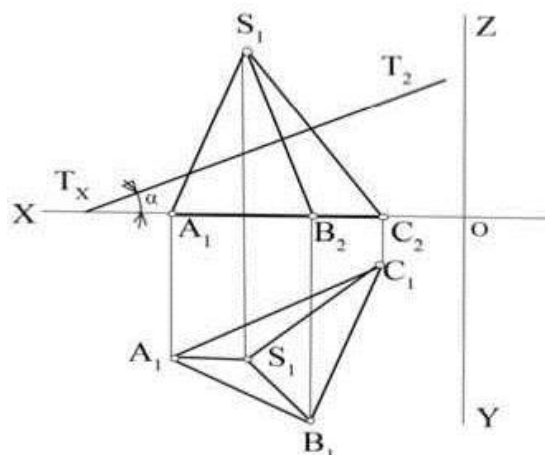


Рисунок 8.5 — Наклонная пирамида и секущая плоскость

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Кондратьева, Т. М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 290 с. — ISBN 978-5-7264-1234-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42898.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика. Практикум : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. — 88 с. — ISBN 978-985-503-946-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93424.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 1. Основы начертательной геометрии. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 85 с. — ISBN 978-5-4487-0253-2 (ч. 1), 978-5-4487-0252-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75684.html>
4. Начертательная геометрия. Интерактивный курс лекций - <https://ngeo.fxyz.ru/>
5. Начертательная геометрия. Электронный учебно-методический комплекс: лекции, контрольные работы, рабочая тетрадь, презентации, опорный конспект, видеоматериалы решения типовых задач контрольных заданий. - <https://cadinstructor.org/ng/>
6. Лекториум. Начертательная геометрия. Курс видео-лекций - <https://www.lektorium.tv/course/25884>
7. Открытое образование. Онлайн-курс «Начертательная геометрия и инженерная графика». - <https://openedu.ru/course/urfu/GEOM/>

Практическое занятие 9. Взаимное пересечение многогранников.

Цель: закрепление знаний и формирование умений по построению многогранников на комплексном чертеже и решения позиционных задач.

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

- знание способов задания многогранников на чертеже (ПК-2);
- знание алгоритмов решения метрических и позиционных задач (ПК-2);
- умение изображать пространственные объекты в виде многогранников на плоскости (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владение методами построения обратимых чертежей пространственных объектов (ПК-2).

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и технической документации с применением систем автоматизированного проектирования.

Теоретическая часть

При построении ломаной линии пересечения двух многогранников используются совместно уже знакомые и способ ребер, и способ граней. В первом случае определяют точки пересечения ребер первого многогранника с гранями второго и ребер второго с гранями первого. Найденные точки, расположенные на одних и тех же гранях каждого многогранника, последовательно соединяют между собой прямыми линиями. Во втором случае определяют отрезки прямых, по которым пересекаются грани многогранников. При пересечении двух многогранников может иметь место проникание одного многогранника другим (полное пересечение) или боковое врезание (неполное пересечение). При проникании получаются две замкнутые ломанные линии пересечения. Они могут быть

плоскими (при проницании одной грани) или пространственными (при проницании двух и более граней). При врезании получается одна замкнутая пространственная ломаная линия пересечения. Видимыми будут те звенья, которые являются линиями пересечения обеих видимых граней многоугольников.

Пример. Построить линию пересечения прямой призмы DEF с наклонной призмой ABC (рисунок 9.1).

Решение. Так как грани призмы DEF являются горизонтально-проецирующими, то на горизонтальной проекции непосредственно видно, что ребро A пересекает прямую призму в точках 1_1 и 2_1 , ребро C — в точках 3_1 и 4_1 , а ребро B — в точках 5_1 и 6_1 . По линиям связи находим на соответствующих ребрах фронтальные проекции 1_2 , 2_2 , 3_2 , 4_2 , 5_2 и 6_2 . А вот точки 7 и 8 пересечения ребра D с гранями AB и BC определяются способом ребер. Через ребро D проводим горизонтально-проецирующую плоскость P, параллельную ребрам наклонной призмы (горизонтальный след P_1). Эта плоскость пересекает призму ABC по прямоугольнику J-G. На фронтальной проекции определяем точки 7_2 и 8_2 пересечения прямоугольника J_2 - G_2 с ребром D_2 . С учетом видимости последовательно соединяем найденные точки и получаем две линии пересечения: пространственную ломаную линию входа 2_2 - 4_2 - 7_2 - 6_2 - 8_2 и плоскую линию выхода 1_2 - 3_2 - 5_2 . Видимыми являются грани A_2B_2 и B_2C_2 для наклонной призмы и грань D_2F_2 для прямой призмы.

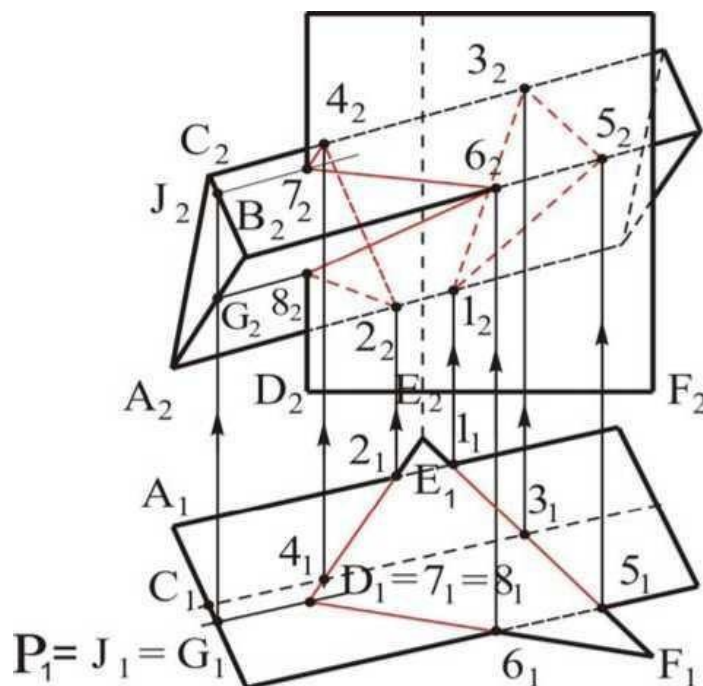


Рисунок 9.1 – Пересечение двух призм

Вопросы и задания.

1. Как строится линия пересечения одной гранной поверхности другой?
2. В каких случаях применяют проецирующие плоскости; в каких — плоскости уровня; в каких — плоскости общего положения?
3. Какой характер может иметь линия пересечения поверхностей двух многогранников?
4. Как определяется видимость проекций линии пересечения двух многогранников?

Задача 9.1. На рисунке 9.2 построить линию пересечения прямой четырехгранной призмы ЕКГУ и треугольной пирамиды DABC (данные из Приложения А, таблица 13).

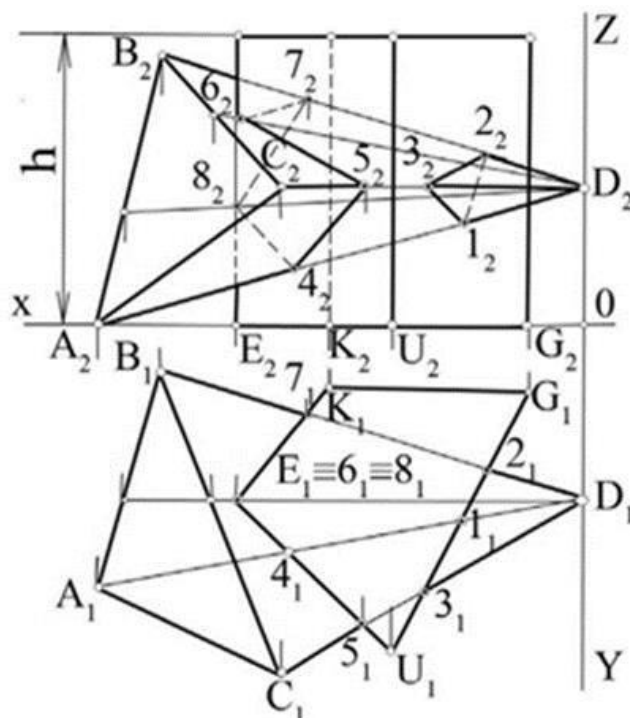


Рисунок 9.2 — Пересечение призмы и пирамиды

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Кондратьева, Т. М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 290 с. — ISBN 978-5-7264-1234-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42898.html>
5. Начертательная геометрия. Интерактивный курс лекций - <https://ngeo.fxyz.ru/>

Практическое занятие 10. Введение в компьютерную графику

Цель: изучение основных понятий современных информационных технологий, ознакомление с функциональными возможностями средств компьютерной графики.

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

- знание современных программных средств компьютерной графики и их функциональных возможностей (ПК-2);
- умение применять программные средства компьютерной графики для решения задач профессиональной деятельности, составления и оформления графической документации (ПК-2).

Актуальность темы: для успешного и грамотного использования графических систем в профессиональной деятельности необходимо знать основные понятия, терминологию и принципы компьютерной графики

Теоретическая часть

Сегодня принято пользоваться терминами компьютерная графика (КГ) и компьютерная анимация (КА). Понятие компьютерная графика включает все виды работ со статическими изображениями, компьютерная анимация имеет дело с динамически изменяющимися изображениями. Объединить графику и анимацию дает возможность аббревиатура КГиА.

Computer graphics - ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов под управлением ЭВМ.

Computer animation - "оживление" изображений на экране дисплея, синтез динамических изображений на компьютере.

Использование ЭВМ позволило объединить вопросы геометрического моделирования и вычислительной геометрии с использованием векторного (аналитического) описания геометрической информации.

Отдельные программы (или модули, или системы): CAD, CAM, CAE, TDM развивались как универсальные системы для решения задач в конкретных областях.

CAD (Computer Aided Design) - модуль компьютерного геометрического моделирования (проектирования).

CAM (Computer Aided Manufacturing) - модуль технологической подготовки производства.

CAE (Computer Aided Engineering) - модуль компьютерного инженерного анализа.

PDM (Product Data Management) - модуль, позволяющий управлять данными о продукции на протяжении всего жизненного цикла изделия при проектировании и подготовке производства.

TDM (Technical Data Management) - модуль управления базами данных, включая документооборот конструкторской и технологической документации.

В вопросах геометрического моделирования можно выделить два варианта.

Первый вариант характеризуется использованием геометрических примитивов, таких как отрезки, дуги, кривые.

При использовании второго варианта основными элементами являются замкнутые плоские контуры, главными операциями – булевы объединения, дополнения, пересечения.

Большинством CAD-систем используются одновременно эти два варианта геометрического моделирования.

Объёмная модель однозначно определяет геометрию всей спроектированной поверхности детали. Наиболее распространённым способом образования поверхности является движение образующего плоского профиля вдоль направляющих линий или его вращение относительно оси. Объёмное геометрическое моделирование основывается на создании поверхностей, образующих тело, так называемое поверхностное моделирование, либо на создании геометрических тел – твердотельное моделирование.

Технология вариационного прямого моделирования позволяет модифицировать любую, в том числе импортированную из другой CAD-системы, трехмер-

ную модель без истории построения так же просто и гибко, как и модель, изначально спроектированную в КОМПАС-3D и имеющую информацию о способах и последовательности создания ее объектов (историю построения).

Вопросы и задания.

Практическое занятие проводится в форме семинара-обсуждения письменных докладов.

Примерные темы докладов:

1. Исторические этапы развития компьютерной графики.
2. Виды компьютерной графики и современные программные средства работы с ними.
3. Сферы применения компьютерной графики. Классификация применений компьютерной графики.
4. Основные функциональные возможности современных графических систем.
5. Форматы хранения графической информации. Назначение и области применения конкретных форматов.
6. Векторная графика. Объекты, их атрибуты. Структура векторных файлов. Достоинства и недостатки векторной графики.
7. Растровая графика. Пикселы. Достоинства и недостатки растровой графики.
8. Цвет в компьютерной графике.
9. История развития компьютерного проектирования в России.
10. Задачи компьютерной графики и компьютерного проектирования.
11. Сравнительная характеристика современных программных средств работы с компьютерной графикой.
12. Системы координат в компьютерной графике.
13. Основные понятия компьютерной графики. Пиксели, разрешение, размер изображения.
14. Методы сжатия растровых файлов.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Шульдова, С. Г. Компьютерная графика : учебное пособие / С. Г. Шульдова. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. — 300 с. — ISBN 978-985-503-987-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100360.html>;
2. ЗХныкина, А. Г. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие / А. Г. Хныкина. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 99 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69383.html>;
3. Курс компьютерной графики Новосибирского Государственного Технического Университета (НГТУ) - http://ermak.cs.nstu.ru/kg_rivs

Практическое занятие 11. Аппаратное обеспечение компьютерной графики

Цель: изучение основных понятий современных информационных технологий, ознакомление с функциональными возможностями средств компьютерной графики.

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

- знание современных программных средств компьютерной графики и их функциональных возможностей (ПК-2);
- умение применять программные средства компьютерной графики для решения задач профессиональной деятельности, составления и оформления графической документации (ПК-2).

Актуальность темы: для успешного и грамотного использования графических систем в профессиональной деятельности необходимо знать основные понятия, терминологию и принципы компьютерной графики

Теоретическая часть

К аппаратным средствам, применяющимся в компьютерной графике, относятся:

- Компьютеры, в состав которых входят:
 - процессор;
 - оперативная память;
 - накопители;
 - видеокарта с графическим ускорителем.
- Устройства графического вывода:
 - мониторы;
 - видеопроекторы;
 - печатающие устройства (лазерные, струйные и термосублимационные принтеры, фотонаборные автоматы, слайд-принтеры и цифровые минилабы).
- Устройства графического ввода:
 - манипуляторы;
 - графические планшеты;

- сканеры;
- цифровые камеры.
- Специальные устройства (например, устройства для вывода голограмм и стереопар).

Вопросы и задания.

Практическое занятие проводится в форме семинара-обсуждения письменных докладов.

Примерные темы докладов:

1. Структура и функциональные возможности современных САПР.
2. Алгоритмы построения отрезков прямой.
3. Алгоритмы построения окружностей.
4. Структура и комплектация персонального компьютера
5. Устройства ввода-вывода графической информации.
6. Принтеры различных типов. 3D-печать
7. Возможности графических карт, 3D-графика
8. Математические основы компьютерной графики. Представление и преобразование точек и отрезков. Отображение, вращение, масштабирование.
9. Принципы плоского геометрического моделирования.
10. Принципы объемного геометрического моделирования.
11. Характеристика T-FLEX CAD.
12. Характеристика SolidWorks.
13. Характеристика AutoCAD.
14. Компьютерная графика OpenGL
15. Технологии жидкокристаллических мониторов
16. Устройства обработки (графические ускорители, кодеры и т.п.)

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Шульдова, С. Г. Компьютерная графика : учебное пособие / С. Г. Шульдова. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. — 300 с. — ISBN 978-985-503-987-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/100360.html>;

2. ЗХныкина, А. Г. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие / А. Г. Хныкина. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 99 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69383.html>;

3. Уласевич, З. Н. Инженерная графика: практикум : учебное пособие / З. Н. Уласевич, В. П. Уласевич, Д. В. Омесь. — 2-е изд. — Минск : Вышэйшая школа, 2020. — 208 с. — ISBN 978-985-06-3156-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/119982.html>;

4. Буткарев, А. Г. Инженерная и компьютерная графика : учебно-методическое пособие / А. Г. Буткарев, Б. Б. Земсков. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2015. — 111 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66457.html>

5. Курс компьютерной графики Новосибирского Государственного Технического Университета (НГТУ) - http://ermak.cs.nstu.ru/kg_rivs

Практическое занятие 12. Общие сведения о системе Компас-График

Цель: ознакомление с интерфейсом и основными командами системы Компас-график, получение навыков владения современными информационными технологиями.

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

- знать программные средства компьютерной графики и их функциональные возможности (ПК-2);
- знать приемы создания геометрических объектов, обозначений (ПК-2);
- уметь применять программные средства компьютерной графики для решения задач профессиональной деятельности, составления и оформления графической и технической документации (ПК-2);
- владеть средствами компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов) (ПК-2).

Актуальность темы: владение современными информационными технологиями является необходимым условием качественной профессиональной подготовки.

Теоретическая часть

Основными элементами интерфейса **КОМПАС-График** (далее **КОМПАС**) являются:

заголовок – содержит название программы, номер версии системы, имя текущего документа и др.;

главное меню – служит для вызова команд системы;

инструментальные панели, которые можно разделить на две группы: панели, которые содержат кнопки вызова команд для работы с документом в целом (Стандартная, Вид и Текущее состояние) и панели для вызова команд создания и редактирования объектов;

компактная панель – содержит несколько инструментальных панелей и кнопки переключения между ними;

панель свойств (отображается при вызове любой команды) – служит для задания параметров команд отрисовки объекта при его создании или редактировании (в нее включена панель специального управления с кнопками, позволяющими контролировать процесс выполнения команд);

строка сообщений – содержит сообщения системы, относящиеся к текущей команде или элементу рабочего окна, на который указывает курсор;

расширенная панель команды раскрывается при удерживании нажатой левой кнопки мыши на пиктограмме команды, имеющей значок в виде маленького черного треугольника в правом нижнем углу пиктограммы.

Контекстное меню — меню, состав команд в котором зависит от совершаемого пользователем действия.

Тип документа, создаваемого в среде **КОМПАС**, зависит от рода информации, хранящейся в нем. Каждому типу документа соответствует расширение имени файла и собственная пиктограмма:

- **графические документы:**  **Чертеж** – документ, содержащий графическое изображение изделия, основную надпись, рамку (расширение **.cdw**);  **Фрагмент** – документ, содержащий графическое изображение изделия без объектов оформления конструкторского документа (расширение **.frw**);
- **трехмерные модели:**  **Деталь** – модель изделия из однородного материала, без применения сборочных операций (расширение **.m3d**);  **Сборка** – модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением (расширение **.a3d**);
- **текстовые документы:**  **Текстовый документ** – документ, содержащий преимущественно текстовую информацию (расширение **.kdw**);  **Спецификация** – документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы (расширение **.spw**).

Единицы измерения длины

В **КОМПАС** используется стандартная метрическая система мер. По умолчанию единица измерения длины — миллиметр.

Единицы измерения углов

В качестве единиц измерения углов по умолчанию используются градусы и минуты. В качестве положительного направления отсчета углов принято направление против часовой стрелки.

Представление чисел

По умолчанию числа (координаты точек, размеры объектов, значения переменных и т.п.) отображаются с точностью до двух знаков после запятой.

Системы координат

В КОМПАС используются стандартные правые декартовы системы координат. В графическом документе могут быть несколько систем координат. Все они лежат в плоскости, параллельной экрану и отображаются в виде двух ортогональных стрелок.

Система координат чертежа

Начало абсолютной системы координат чертежа всегда находится в левой нижней точке его габаритной рамки. Абсолютная система координат автоматически становится текущей сразу после создания нового чертежа.

Доступ к справочной системе осуществляется через меню Справка  в строке меню, которое открывается щелчком левой кнопки мыши.

Меню Справка состоит из нескольких разделов. Команда меню Содержание выводит на экран окно с содержанием справочной системы, оформленной в виде списка закрытых книг (рисунок 12.1). Выделением нужного раздела мышью и нажатием кнопки Открыть можно получить доступ к вопросам, содержащимся в данном разделе.

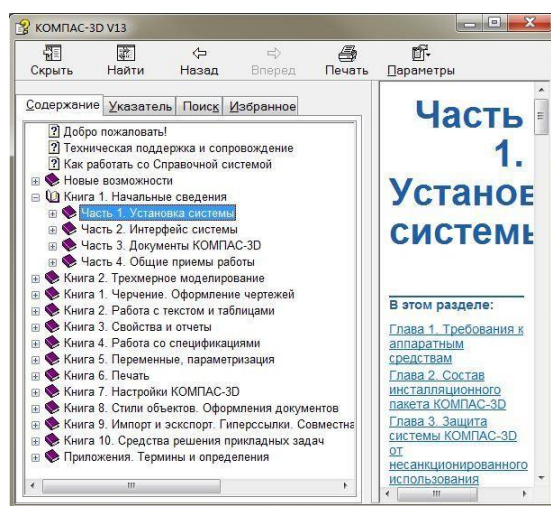


Рисунок 12.1 – Справочная система Компас

Вопросы и задания.

1. Перечислите элементы интерфейса графического пакета КОМПАС.
2. Как вывести на экран дополнительную панель инструментов?
3. Как добавить панель инструментов в Компактную панель?
4. Как вызвать команду из расширенной панели инструментов?
5. Каким образом можно зафиксировать панель Свойств?
6. Для чего предназначена панель Специального управления?
7. Перечислите типы документов КОМПАС и их расширения.
8. Способы отображения окон документов на экране.
9. Какие способы управления изображением на экране предусмотрены в командах панели Вид?
10. Каким образом можно изменить шаг перемещения курсора?
11. Как отобразить на экране вспомогательную сетку точек?

Упражнение 1. Запуск системы. Система **КОМПАС** является стандартным приложением Windows. Она запускается аналогично другим программам. **Задание.** Начните сеанс работы в **КОМПАС**.

1. Нажмите кнопку **Пуск**.
2. В главном меню Windows выберите команду **Программы**.
3. В раскрывающемся каскадном меню выберите группу **АСКОН**.
4. Активизируйте группу **КОМПАС-3D v14**.
5. Вызовите команду **КОМПАС-3D**.

Упражнение 2. Открытие документов системы. **Задание.** Откройте документ, записанный в файле *пример1.cdw*.

1. Чтобы открыть документ, нажмите кнопку Открыть  на панели Стандартная. На экране появится диалог Выберите файлы для открытия (рисунок 12.2). Файл размещен в папке //ЗАДАНИЯ/Компас-3D/Примеры.

2. Укажите мышью файл Пример1.cdw. В окне предварительного просмотра появится уменьшенное изображение чертежа, сохраненного в этом файле.

3. Выберите файл Пример2.cdw.

4. Отобразите в окне предварительного просмотра содержимое документов Пример3.cdw и Пример4.cdw.

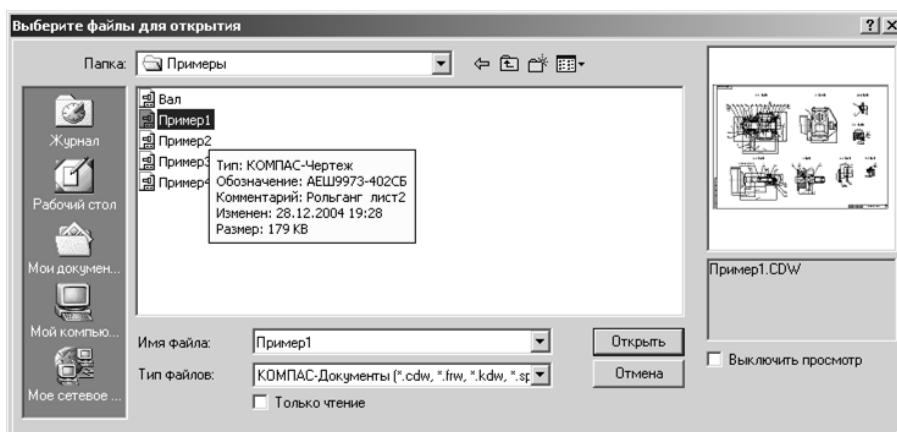


Рисунок 12.2 - Диалог выбора файла.

Чертеж, который записан в файле Пример1.cdw, будет открыт для просмотра, редактирования и вывода на печать.

Упражнение 3. Управление окном системы. Задание. Измените состояние окна программы, используя кнопки управления окном (рисунок 12.3).

1. Убедитесь, что окно программы занимает весь рабочий стол Windows, то есть находится в полноэкранном режиме. При этом средняя кнопка в группе кнопок управления окном должна находиться в состоянии Восстановить .

2. Если это не так, нажмите кнопку Развернуть . Окно перейдет в полноэкранный режим, а кнопка Развернуть будет заменена на кнопку Восстановить.

3. Нажмите кнопку Восстановить. Окно программы будет переведено в оконный режим. При этом станут видны границы окна. В этом режиме оно занимает только часть рабочего стола Windows, а кнопка Восстановить заменяется на кнопку Развернуть.

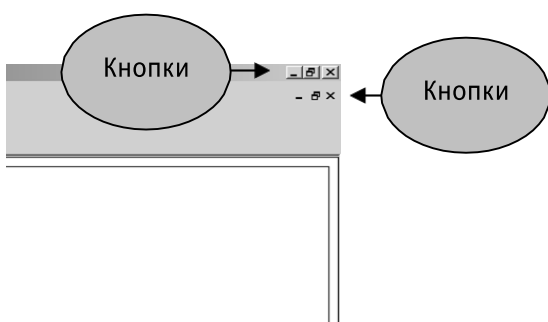


Рисунок 12.3- Кнопки управления окнами документов и программы

4. Нажмите кнопку Свернуть. Окно программы исчезнет с рабочего стола. Оно будет свернуто в кнопку на панели задач Windows. При этом программа продолжает работать.

5. Нажмите появившуюся кнопку программы на панели задач.

Окно **КОМПАС** будет восстановлено на рабочем столе Windows в том режиме, в котором оно находилось перед сворачиванием.

6. Уменьшите размер окна **КОМПАС** по ширине и по высоте, перетаскивая мышью любую из его горизонтальных или вертикальных границ. При этом курсор будет принимать вид двунаправленной горизонтальной или вертикальной стрелки $\leftrightarrow \updownarrow$.

7. Измените положение окна **КОМПАС**, перетаскивая его мышью за строку заголовка.

8. Нажмите кнопку Развернуть . Окно программы займет весь Рабочий стол Windows.

Упражнение 4. Закрытие документов и завершение работы системы.

Чтобы завершить работу с документом, следует нажать кнопку Закрыть  его окна. Вы можете также закрыть документ, вызвав команду Файл – Закрыть. Задание. Закройте текущий документ и завершите работу системы.

1. Нажмите кнопку Закрыть окна документа. Если вы не вносили в документ никаких изменений, то он будет закрыт немедленно. Если документ был отредактирован, то на экране появится запрос на сохранение сделанных изменений.

2. Нажмите кнопку Закрыть окна программы. Для завершения работы системы можно также использовать стандартную комбинацию клавиш $\langle \text{Alt} \rangle + \langle \text{F4} \rangle$ или вызвать команду Файл – Выход.

Упражнение 5. Знакомство с основными элементами интерфейса. Задание. Откройте документ, записанный в файле Вал.cdw.

1. Запустите систему КОМПАС.

2. Нажмите кнопку Открыть  на панели Стандартная. На экране появится диалог Выберите файлы для открытия. В раскрывающемся списке Папка выберите папку Примеры.

3. В этой папке откройте файл чертежа с именем Вал.cdw. После открытия документа в окне программы появится окно этого документа со всеми элементами управления (рисунок 12.4).

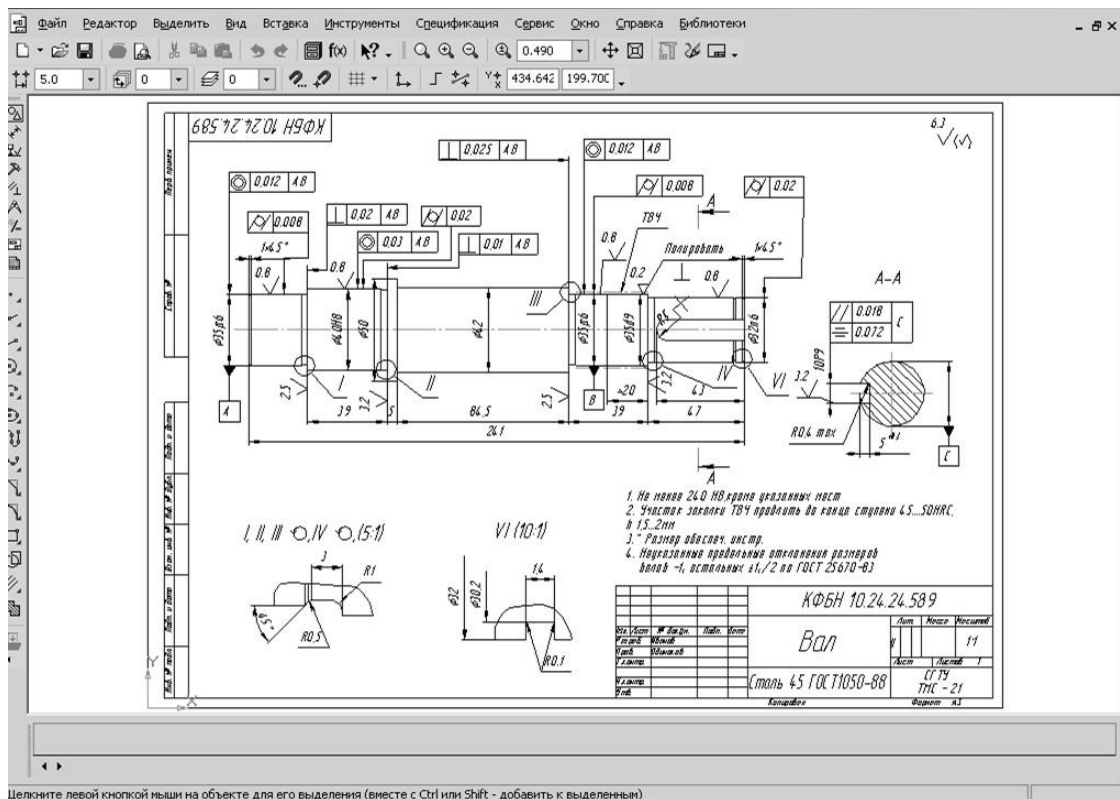


Рисунок 12.4 - Окна программы и открытого документа

Область окон документов занимает основную часть окна программы **КОМПАС**. Здесь размещаются окна открытых документов. В них выполняются все операции создания и редактирования документов системы.

В нем отображается следующая информация:

- название и номер версии программы;
- тип открытого документа (чертеж, фрагмент и т.д.);
- полный путь к файлу (последовательность папок, определяющих положение файла на жестком диске компьютера);
- имя файла.

Строка меню расположена в верхней части окна программы, ниже заголовка (рисунок 12.5). В ней расположены страницы главного меню системы. Они содержат команды.



Рисунок 12.5 - Строка меню

Для активизации Строки меню достаточно открыть любое из входящих в нее меню. Вызов команды осуществляется щелчком мыши по ее имени.

Для закрытия меню следует щелкнуть мышью в любом месте окна **КОМПАС** вне меню или нажать клавишу <Esc> на клавиатуре.

Некоторые команды, например, команда **Масштаб** из меню **Вид**, имеют свои собственные подменю. В этом случае справа от команды изображен черный треугольник. Перемещение курсора на название такой команды приводит к раскрытию подменю.

Справа от названия некоторых команд даны названия клавиш клавиатуры или комбинаций клавиш, например <Ctrl>+<O> для команды **Открыть**. Это так называемые «горячие клавиши». Для запуска этих команд достаточно нажать соответствующую клавишу или комбинацию клавиш на клавиатуре (при условии, что вы их помните), не открывая само меню.

Команды создания и редактирования геометрических объектов могут быть вызваны при помощи кнопок, расположенных на Инструментальных панелях.

Инструментальные панели содержат кнопки вызова команд построения геометрических объектов, их редактирования, простановки размеров и т.п. Эти команды могут быть также вызваны с помощью Строки меню.

Кнопки, активизирующие Инструментальные панели, находятся на Компактной панели. Для удобства работы место расположения Компактной панели может быть изменено.

Состав Компактной панели зависит от типа активного документа.

Команды, сгруппированные на панели Геометрия (рисунок 12.6) предназначены для построения геометрических примитивов: отрезков, окружностей, дуг, эллипсов, многоугольников и т.п.

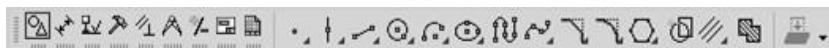


Рисунок 12.6 - Панель Геометрия

Команды, сгруппированные на панели Размеры (рисунок 12.7) позволяют проставлять на чертежах размеры различных типов: линейные, диаметральные, угловые и т.п.



Рисунок 12.7 - Панель Размеры

Панель Обозначения (рисунок 12.8) содержит команды для ввода текста, таблиц, линий-выносок и других обозначений.

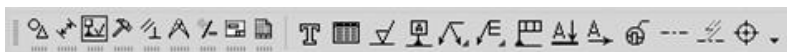


Рисунок 12.8 - Панель Обозначения

Команды, расположенные на панели Редактирование (рисунок 12.9) позволяют сдвигать, вращать копировать, деформировать объекты, содержащиеся в КОМПАС – документах.

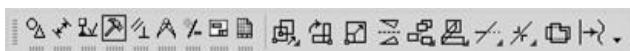


Рисунок 12.9 - Панель Редактирование

Команды панели Параметризация (рисунок 12.10) предназначены для внесения изменений в параметрические чертежи и фрагменты, то есть редактирования параметрических моделей КОМПАС-3D.



Рисунок 12.10 - Панель Параметризация

Используя команды панели Измерения (рисунок 12.11) вы можете измерять расстояния, углы периметры и площади геометрических объектов на чертежах.

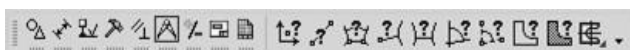


Рисунок 12.11 - Панель Измерения

Необходимым условием выполнения части команд является наличие на чертеже выделенных объектов. Именно к этим объектам будет применено действие команды. Чтобы выделять объекты КОМПАС – документов, следует использовать команды, расположенные на панели Выделение (рисунок 12.12).



Рисунок 12.12 - Панель Выделение

Команды панели Ассоциативные виды (рисунок 12.13) предназначены для создания различных видов на чертеже.



Рисунок 12.13 - Панель Ассоциативные виды

Команды, предназначенные для работы со спецификациями, расположены на панели Спецификация (рисунок 12.14).



Рисунок 12.14 - Панель Спецификация

Одна из панелей активизирована. По умолчанию это панель **Геометрия**. Кнопки вызова команд активизированной панели расположены рядом с кнопками **Компактной панели**.

Вы можете добавлять кнопки вызова отдельных команд на инструментальные панели.

Упражнение 6. Изменение состава Компактной панели. Задание. Извлеките панель Геометрия из Компактной панели и верните ее обратно.

1. Наведите курсор на маркер перемещения панели Геометрия. Форма курсора изменится.

2.Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, «перетащите» маркер мышью за пределы Компактной панели.

3. После этого отпустите кнопку мыши.

На экране появится панель Геометрия. Кнопка ее активизации на Компактной панели исчезнет (рисунок 12.15).

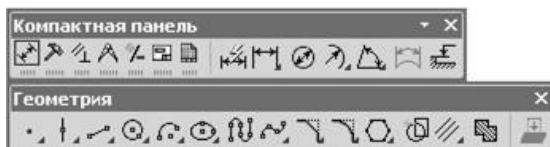


Рисунок 12.15 - Панель Геометрия, извлеченная из Компактной

Часть кнопок на панелях инструментов допускают вызов более одной команды. Например, по умолчанию на панели Геометрия находится кнопка Отрезок. Она позволяет строить отрезки, проходящие через две указанные точки. Однако отрезок в КОМПАС может быть построен несколькими способами. Чтобы

получить доступ к прочим вариантам построения отрезков, необходимо вызвать на экран расширенную панель команд построения отрезков. Кнопки на панелях инструментов, имеющие расширенные панели команд, помечены черным треугольником в правом нижнем углу.

Правильно выбрать команду поможет автоматически появляющийся ярлык-подсказка (рисунок 12.16).

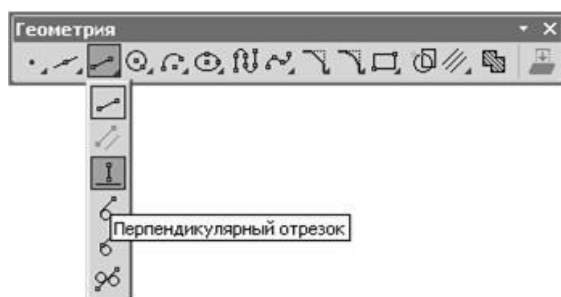


Рисунок 12.16 - Вызов команды Перпендикулярный отрезок

Панель Стандартная по умолчанию расположена в верхней части окна программы ниже Строки меню (рисунок 12.17). На этой панели расположены кнопки, позволяющие вызывать некоторые команды КОМПАС, общие для всех типов документов: создание, открытие и сохранение документов, вывод на печать и т. д.



Рисунок 12.17 - Панель Стандартная

Состав панели Стандартная (как и любой другой панели) можно изменить с помощью команды Сервис – Настройка интерфейса.

Строка сообщений располагается в нижней части программного окна КОМПАС (рисунок 12.18). В ней отображаются различные сообщения и запросы системы.

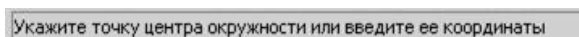


Рисунок 12.18 - Примеры Строки сообщений

Панель Текущее состояние по умолчанию находится в верхней части окна программы (рисунок 12.19). На ней отображаются параметры системы и текущего документа.



Рисунок 12.19 - Панель Текущего состояния

После вызова команд создания и редактирования объектов на Панели свойств появляются элементы управления, позволяющие задавать параметры этих объектов. Например, параметрами отрезка прямой линии являются координаты его начальной и конечной точек, длина, угол наклона к горизонтали и стиль линии (рисунок 12.20).

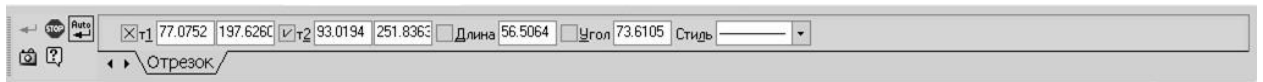


Рисунок 12.20 - Панель свойств

Упражнение 7. Управление отображением объектов документа. На текущем этапе работы с программой должен быть открыт документ. Задание. Отобразите в окне весь документ.

Команды управления изображением в КОМПАС сгруппированы в меню Вид. Кнопки для их вызова находятся на панели с тем же названием (рисунок 12.21).



Рисунок 12.21 - Панель Вид

1. Нажмите кнопку Показать все на панели Вид или вызовите команду Показать все из меню Вид.

Упражнение 8. Увеличение масштаба отображения рамкой. Задание. Отобразите часть вала, прилегающую к его левому торцу в увеличенном масштабе (рисунок 12.22).

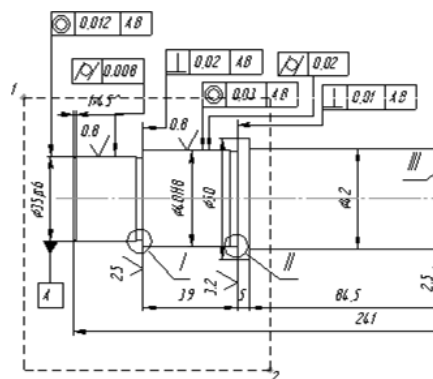


Рисунок 12.22 - Увеличение масштаба при помощи рамки

1. Нажмите кнопку Увеличить масштаб рамкой  на панели Вид или вызовите одноименную команду из меню Вид. В Строке сообщений появится запрос системы Укажите начальную точку рамки.

2. Мысленно заключите нужный участок вала в прямоугольную рамку.

3. Щелкните в одном из углов воображаемой рамки, например, в точке 1.

4. Перемещайте курсор в противоположный по диагонали ее угол. На экране будет отображаться фантом рамки.

5. Как только рамка охватит весь намеченный вами участок, щелкните мышью еще раз.

После фиксации курсора в точке второго угла рамки изображение в окне будет перерисовано. В нем отобразится в увеличенном масштабе та область документа, которая была заключена в рамку.

После просмотра или корректировки увеличенного участка можно опять вернуться в режим просмотра всего чертежа.

6. Для этого нажмите кнопку Показать все  на панели Вид.

Упражнение 9. Задание масштаба отображения. *Задание. Задайте точный коэффициент масштабирования.*

1. Щелчком мыши активизируйте поле Текущий масштаб.

2. Введите с клавиатуры новое значение масштаба 2 и нажмите <Enter>.

Будет установлен масштаб отображения документа 2:1.

3. Раскройте список Текущий масштаб (рисунок 12.23). Щелкните по строке со значением 1. Будет установлен масштаб отображения документа 1:1.

4. Вернитесь в режим просмотра всего чертежа.

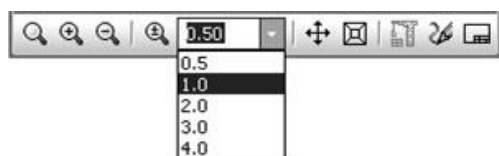


Рисунок 12.23- Выбор коэффициента масштабирования из списка

Упражнение 10. Плавное изменение масштаба (панорамирование). *Задание. Задайте масштаб отображения при помощи команды Приблизить/отдалить.*

1. Нажмите кнопку Приблизить/отдалить .
2. Установите курсор на деталь.
3. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор в вертикальном направлении. При движении курсора вверх изображение будет плавно увеличиваться, вверх – уменьшаться.
4. После установления нужного масштаба отожмите кнопку Приблизить/отдалить или нажмите клавишу <Esc>.
5. Вернитесь в режим просмотра всего чертежа.

Упражнение 11. Использование команды сдвига изображения. Задание.
Измените положение объектов, используя команду сдвига.

1. Отобразите документ целиком.
2. В поле Текущий масштаб установите масштаб отображения документа равным 1.
3. Нажмите кнопку Сдвинуть . Курсор изменит свою форму на четырехстороннюю стрелку.
4. Щелкните левой кнопкой мыши приблизительно в середине чертежа и, удерживая кнопку мыши нажатой, перемещайте курсор.
5. После того, как на экране появится нужный участок чертежа, отожмите кнопку Сдвинуть или нажмите клавишу <Esc>.

Упражнение 12. Использование мыши для сдвига изображения. Задание.
Измените положение объектов на экране, используя мышь.

1. Отобразите документ целиком.
2. Нажмите кнопку Увеличить масштаб рамкой и увеличьте участок вала, прилегающий к его правому торцу.
3. Нажмите клавиши <Shift>+<Ctrl> и не отпускайте их.
4. Поместите курсор в левую часть окна документа, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее переместите курсор с лева на право.
5. Отпустите кнопку мыши и клавиши.

Упражнение 13. Обновление изображения в окне документа. *При выполнении команд, связанных с редактированием изображения (удаление, сдвиг,*

деформация объектов, редактирование текстов и т.д.), на экране могут возникать небольшие искажения (разрывы, лишние точки или линии), которые носят временный характер и не имеют отношения к реальному состоянию текущего документа. Чтобы устранить такие искажения, следует выполнить процедуру регенерации изображения на экране. **Задание.** Обновите изображение в окне документа.

1. Нажмите кнопку Обновить изображение  на панели Вид. При этом будет очищено окно документа и заново перерисованы все объекты чертежа.

Упражнение 14. Настройка интерфейса программы. **Задание.** Назначьте комбинацию клавиш для вызова команды Предварительный просмотр.

1. Вызовите команду Сервис – Настройка интерфейса.
2. В появившемся на экране диалоге активизируйте вкладку Клавиатура (рисунок 12.24).

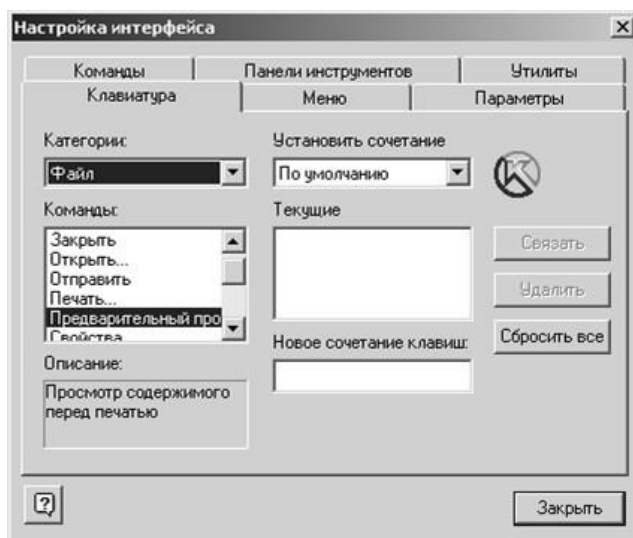


Рисунок 12.24 - Вкладка задания клавиатурных комбинаций

3. Назначьте клавиатурную комбинацию для вызова команды Предварительный просмотр.

3.1. Выберите из раскрывающегося списка Категория вариант Файл. В поле Команды появится перечень всех команд, относящихся к данной категории.

3.2. Выберите из этого перечня команду Предварительный просмотр.

3.3. Выберите вариант По умолчанию.

3.4. Активизируйте поле Новое сочетание клавиш.

3.5. Нажмите клавишу <Alt> и, не отпуская ее, клавишу <P>.

3.6. Нажмите кнопку Связать.

4. Нажмите кнопку Закреть.

5. Проверьте работу назначенных клавиатурных комбинаций.

5.1. Откройте графический документ.

5.2. Нажмите комбинацию клавиш <Alt>+<P>. Будет вызвана команда Предварительный просмотр.

5.3. Завершите работу команды Предварительный просмотр.

6. Сбросьте назначенную комбинацию клавиш.

6.1. Для этого следует на вкладке Клавиатура диалога Настройка интерфейса нажать кнопку Сбросить все и подтвердить решение в появившемся диалоге.

Задание. Создайте новую панель инструментов и разместите на ней необходимые кнопки.

1. Вызовите команду Сервис – Настройка интерфейса и активизируйте вкладку Панели инструментов.

2. Нажмите кнопку Новая.

3. В появившемся диалоге введите название панели инструментов, например, Моя панель и нажмите кнопку ОК (рисунок 12.25). На экране появится новая панель инструментов.

4. Активизируйте вкладку Команды. В поле Категории находится перечень всех категорий команд системы.

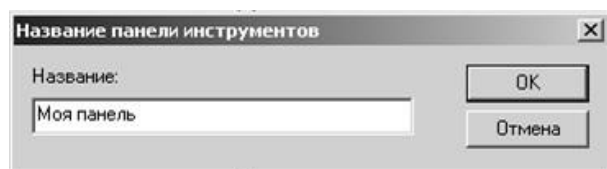


Рисунок 12.25 - Ввод имени новой панели

5. Выберите категорию Геометрия. В поле Команды появятся все команды данной категории.

6. Выберите команду Отрезок. Рядом с курсором появится изображение кнопки (рисунок 12.26).

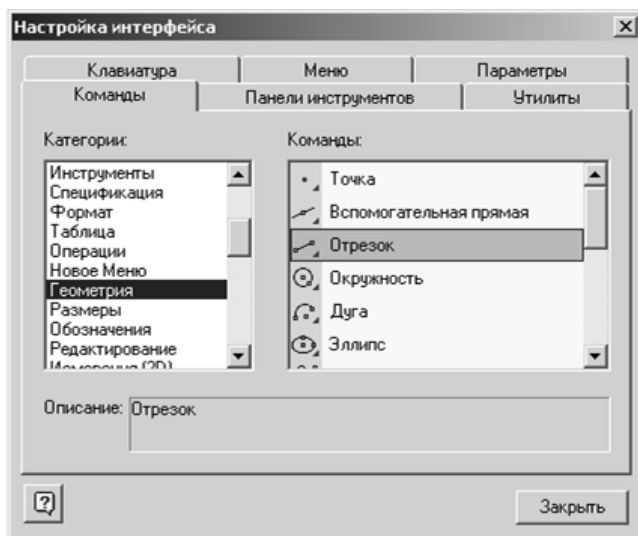


Рисунок 12.26- Выбор команды

7. Удерживая нажатой кнопку мыши, перетащите кнопку на созданную панель и отпустите кнопку мыши. На новой панели появится кнопка вызова команды Отрезок.

8. Аналогичным образом разместите на новой панели кнопку Окружность и Дуга.

9. Выберите категорию команд Редактирование.

10. Поместите на новой панели кнопку Копирование.

11. Поместите на панели кнопки простановки линейных и диаметральных размеров из категории Размеры (рисунок 12.27).

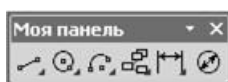


Рисунок 12.27

12. Закройте диалог настройки интерфейса.

13. Переместите вновь созданную панель инструментов в удобное место на экране.

Задание. Удалите с панелей инструментов лишние кнопки.

1. Откройте диалог настройки интерфейса.

2. Активизируйте вкладку Команды.

3. На панели Стандартная выберите кнопку Переменные. Рядом с курсором появится изображение кнопки.

4. Удерживая нажатой кнопку мыши, перетащите изображение кнопки за пределы панели и отпустите кнопку. Кнопка Переменные исчезнет с панели Стандартная.

5. Удалите кнопку Печать

6. Верните в состояние по умолчанию настройки системных панелей инструментов.

6.1. На вкладке Панели инструментов диалога Настройка интерфейса нажмите кнопку Сбросить все и подтвердите свое решение в диалоге, который появится на экране.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Компьютерная графика : учебно-методическое пособие / Е. А. Ваншина, М. А. Егорова, С. И. Павлов, Ю. В. Семагина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 207 с. — ISBN 978-5-7410-1442-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/61891.html>;

2. Мефодьева, Л. Я. КОМПАС-3D V18 на примерах : учебное пособие / Л. Я. Мефодьева. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2020. — 174 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117099.html>;

3. Проекционное черчение в КОМПАС-3D : учебное пособие / А. А. Черепашков, О. М. Севостьянова, И. В. Емельянова, Н. В. Емельянов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 115 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105052.html>;

4. Официальный сайт компании АСКОН, разработчика системы КОМПАС, статьи, книги, бесплатное лицензионное ПО - <http://ascon.ru/>

5. Видеоуроки, книги по Компас-3D - <http://www.kompasvideo.ru/>

Практическое занятие 13. Основные команды программы Компас-График.

Работа с панелями инструментов

Цель: ознакомление с интерфейсом и основными командами системы Компас-график, получение навыков владения современными информационными технологиями.

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

- знать программные средства компьютерной графики и их функциональные возможности (ПК-2);
- знать приемы создания геометрических объектов, обозначений (ПК-2);
- уметь применять программные средства компьютерной графики для решения задач профессиональной деятельности, составления и оформления графической и технической документации (ПК-2);
- владеть средствами компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов) (ПК-2).

Актуальность темы: владение современными информационными технологиями является необходимым условием качественной профессиональной подготовки.

Теоретическая часть

Создать объект – значит закрепить все его параметры. При разработке моделей и чертежей с помощью **КОМПАС** все параметры создаваемых объектов отображаются на **Панели свойств**. На рисунке 13.1 показан пример отображения **Панели свойств** при создании примитива **Окружность**.

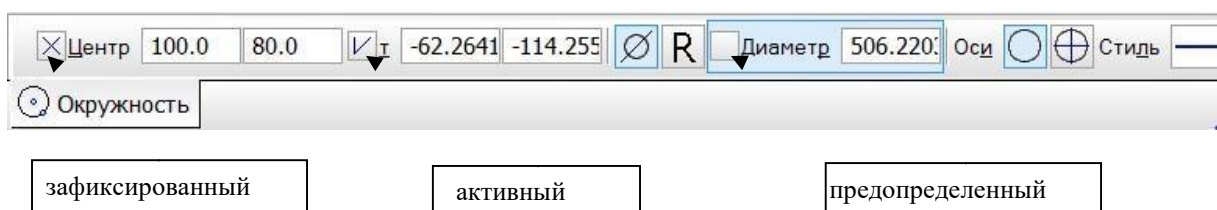


Рисунок 13.1 – Задание параметров объекта Окружность

Одним из способов задания числовых параметров графических объектов является снятие значений параметров с уже существующих объектов. Для этого используется так называемый геометрический калькулятор.

Команды геометрического калькулятора доступны в контекстном меню поля ввода числового параметра, если в этом поле не находится текстовый курсор. Набор команд зависит от типа параметра. После вызова команды Геометрического калькулятора требуется указать объект (объекты), параметры которого необходимо снять: установить курсор так, чтобы его «ловушка» захватывала нужный объект, и нажать клавишу **<Enter>** или левую кнопку мыши.

Вопросы и задания.

1. Какие стили линий используются в КОМПАС?
2. Как в КОМПАС можно выполнять вспомогательные построения?
3. Как можно удалить сразу все вспомогательные линии и точки?
4. Что такое Геометрический калькулятор и как он используется для задания параметров в панели Свойств?
5. Как задавать выражения для вычисления параметров в полях панели Свойств?
6. Как изменить стиль линий объектов на чертеже?
7. Как построить несколько объектов с одинаковыми параметрами?
8. В чем особенность использования режима округления при вводе параметров с помощью перемещения курсора мышью?
9. Что такое Глобальная привязка?
10. Как задать локальную привязку?
11. Каким образом включается режим ортогонального черчения?
12. Как пользоваться клавиатурными привязками?
13. В чем удобство предопределенного ввода параметров?
14. Как вызвать для ввода поле панели Свойств?
15. Как переключаться между полями координат X и Y в поле координат точки?
16. Как построить несколько объектов с одинаковыми параметрами?

17. В чем особенность использования режима округления при вводе параметров с помощью перемещения курсора мышью?

18. Перечислите способы выделения объектов.

19. Как удалять объекты из набора уже выделенных?

Задание. Выполните упражнения 1.1-1.24

При выполнении заданий используются файлы упражнений (рабочая папка \Занятие 13\Материалы\Упражнения). Графическая область файла упражнения состоит из двух частей. Слева расположен Образец (рисунок 13.2).

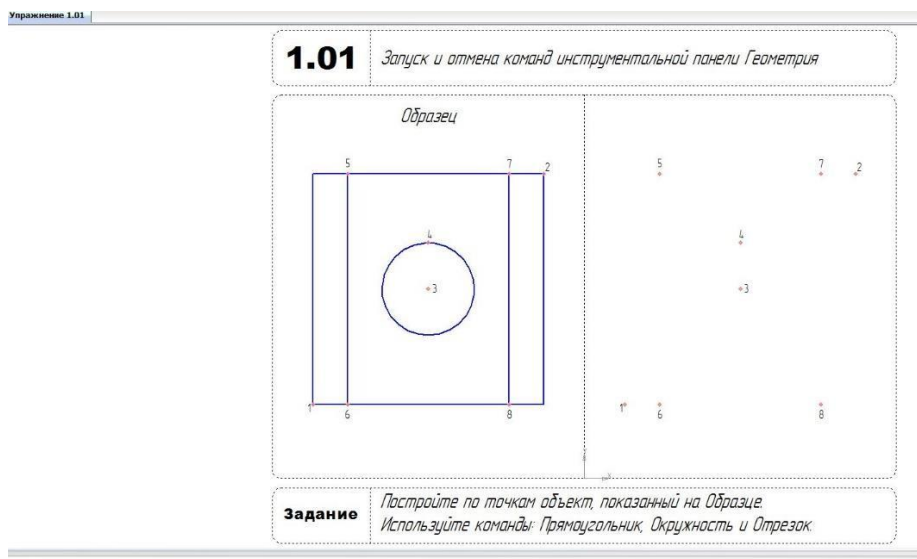


Рисунок 13.2 – Файл упражнения

На нем показано то, что вы должны получить в результате выполнения задания. Образец дан исключительно для демонстрации, чтобы вы могли проконтролировать правильность выполнения упражнения.

Рядом с образцом расположено само Задание. Именно здесь вы должны выполнять все построения, следуя указаниям в текстовой части упражнения.

Задание может представлять собой просто пустую область. В таком случае вам придется воспроизвести построения по Образцу полностью. В других упражнениях Задание представляет собой некую «заготовку», которую вы должны дополнить либо изменить по Образцу.

При выполнении задания следует иметь в виду, что предлагаемый в руководстве порядок действий является далеко не единственным.

Например, при построении окружности задать ее радиус можно несколькими способами:

- указать точку на окружности с помощью клавиатуры или мыши,
- явно ввести радиус окружности в поле на Панели свойств,
- выполнить операцию локальной, глобальной или клавиатурной привязки к характерным точкам имеющихся геометрических объектов на чертеже,
- получить точку на окружности с помощью вспомогательных построений с последующей привязкой,
- вычислить значение радиуса с помощью Геометрического калькулятора.

В разных заданиях предлагается использовать различные приемы выполнения типовых действий. По мере изучения системы и далее при выполнении реальных чертежей вы постепенно научитесь самостоятельно определять наиболее рациональные из них.

Избегайте механического выполнения приведенных в упражнениях последовательностей команд. При выполнении заданий нужно ясно представлять поставленные задачи и то, какими средствами системы эти задачи решаются.

Если вы решите прервать выполнение задания, следует закрыть файл упражнения без записи. В таком случае вы сможете выполнить его заново позднее.

Выполнять задания необходимо совместно с преподавателем, кроме упражнений с пометкой «Самостоятельно».

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Проекционное черчение в КОМПАС-3D : учебное пособие / А. А. Черепашков, О. М. Севостьянова, И. В. Емельянова, Н. В. Емельянов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 115 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105052.html>;
2. Официальный сайт компании АСКОН, разработчика системы КОМПАС, статьи, книги, бесплатное лицензионное ПО - <http://ascon.ru/>
3. Видеоуроки, книги по Компас-3D - <http://www.kompasvideo.ru/>

Практическое занятие 14. Работа с видами и слоями. Основные приёмы редактирования объектов

Цель: ознакомление с интерфейсом и основными командами системы Компас-график, получение навыков владения современными информационными технологиями.

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

- знать программные средства компьютерной графики и их функциональные возможности (ПК-2);
- знать приемы создания геометрических объектов, обозначений (ПК-2);
- уметь применять программные средства компьютерной графики для решения задач профессиональной деятельности, составления и оформления графической и технической документации (ПК-2);
- владеть средствами компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов) (ПК-2).

Актуальность темы: владение современными информационными технологиями является необходимым условием качественной профессиональной подготовки.

Теоретическая часть

Выделение объектов для редактирования

Если во фрагменте или чертеже не выделен ни один объект и из компактной панели вызвать панель инструментов Редактирование, то часть команд будет недоступна. Эти команды требуют предварительного выбора объектов. Простейший выбор объекта – выполнить на нем щелчок левой клавишей мыши. При этом объект выделяется цветом и на нем отображаются характерные точки (конечные и средняя точки отрезка, точка центра и квадрантные точки окружности и т.д.).

Часто команду редактирования необходимо применить к группе объектов. Для этого можно выделять объекты при нажатой клавише <Ctrl>.

Удобно выделять группы объектов с использованием прямоугольной

рамки выбора. При этом если диагональные точки рамки задаются слева направо (охватывающая рамка - отображается сплошными тонкими линиями), производится выделение объектов полностью попавших в рамку выбора. Если диагональные точки рамки задавать справа налево (секущая рамка - отображается тонким пунктиром), то выделяются и все объекты пересеченные рамкой выбора.

Для выделения групп объектов по какому-либо признаку можно воспользоваться командами из меню Выделение или инструментальной панели  Выделение. Здесь предусмотрено выделение по типам объектов, по стилю линий, по свойствам объектов.

Если из набора выделенных объектов необходимо исключить один или несколько объектов, то для этого можно использовать альтернативные выбору команды исключения объектов из набора (одиночное указание или создание рамки при нажатой клавише <Ctrl>, а также специальные команды исключения аналогичные командам выбора).

Редактирование чертежа включает следующие операции (рисунок 14.1): удаление, перемещение, копирование, поворот, масштабирование, симметричное отображение, создание эквидистанты к кривой, усечение части кривой, деформацию сдвигом. Для редактирования объектов их необходимо предварительно выделить.



Рисунок 14.1 – Панель редактирования объектов

Виды. Вид является составной частью чертежа, служащей «контейнером» для изображения. Внутри вида графические объекты могут располагаться на одном или нескольких слоях. Существование изображения вне слоя и вида невозможно.

При создании нового чертежа система автоматически формирует в нем специальный системный вид с нулевым номером, а в виде — системный слой с нулевым номером.

Состояние вида определяется значениями следующих свойств:

- активность;
- видимость.

Свойство **активность** управляет доступностью объектов вида для редактирования и имеет два значения: **активный** и **фоновый**.

При использовании **слоев** заметно упрощается решение компоновочных задач, редактирование отдельных элементов изображения. На каждом этапе разработки документа (чертежа) используются только те блоки информации, которые необходимы в данный момент.

В каждом виде чертежа, а также во фрагменте возможно создание до 2 147 483 647 слоев. Явное разбиение фрагмента или вида чертежа на слои не является обязательным для пользователя. При создании нового фрагмента или вида чертежа в нем автоматически формируется слой с номером 0, в котором можно сразу начинать работу.

Состояние слоя определяется значениями следующих свойств:

- **активность**,
- **видимость**,
- **печать**.

Свойство **активность** управляет доступностью объектов слоя для редактирования и имеет два значения: **активный** и **фоновый**.

Вопросы и задания.

1. Перечислите способы выделения объектов.
2. Как удалять объекты из набора уже выделенных?
3. В чем особенности команды простановки размеров Авторазмер?
4. Какие варианты нанесения линейных размеров предусмотрены в КОМПАС?
5. Какие режимы возможны при нанесении диаметральных размеров?
6. Какие режимы предусмотрены при нанесении радиальных размеров?
7. Как нанести размер диаметра, используя команду Линейный размер?
8. Какие варианты предусмотрены для создания контура штриховки в команде **Штриховка**?
9. Какие режимы выполнения команды можно устанавливать в командах **Фаска** и **Скругление**?
10. Какой командой можно удалить фаску или скругление?

Задание. Открыть папку с файлами упражнений \Занятие 14\Материалы\Упражнения. Выполнить упражнения 2.01-2.18, 3.01-3.10.

Выполнять задания необходимо совместно с преподавателем, кроме упражнений с пометкой «Самостоятельно».

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Компьютерная графика : учебно-методическое пособие / Е. А. Ваншина, М. А. Егорова, С. И. Павлов, Ю. В. Семагина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 207 с. — ISBN 978-5-7410-1442-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/61891.html>;

2. Мефодьева, Л. Я. КОМПАС-3D V18 на примерах : учебное пособие / Л. Я. Мефодьева. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2020. — 174 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117099.html>;

3. Проекционное черчение в КОМПАС-3D : учебное пособие / А. А. Черепашков, О. М. Севостьянова, И. В. Емельянова, Н. В. Емельянов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 115 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105052.html>;

4. Официальный сайт компании АСКОН, разработчика системы КОМПАС, статьи, книги, бесплатное лицензионное ПО - <http://ascon.ru/>

5. Видеоуроки, книги по Компас-3D - <http://www.kompasvideo.ru/>

Практическое занятие 15. Создание и настройка чертежа

Цель: получение навыков разработки чертежей с помощью современных систем автоматизированного проектирования.

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

- знать программные средства компьютерной графики и их функциональные возможности (ПК-2);
- знать принципы и приемы двухмерного проектирования объектов (ПК-2);
- уметь применять программные средства компьютерной графики для решения задач профессиональной деятельности, составления и оформления графической и технической документации (ПК-2);
- владеть средствами компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов) (ПК-2).

Актуальность темы: владение современными информационными технологиями является необходимым условием качественной профессиональной подготовки.

Теоретическая часть

Помимо графического изображения, чертеж содержит рамку, основную надпись, знак неуказанной шероховатости и технические требования. Геометрическая характеристика листа — формат. Она включает в себя собственно формат (A1, A2 и т.д), а также кратность и ориентацию.

Листы. Каждый лист отображается в чертеже в виде внешней и внутренней рамок формата с основной надписью. Все листы одного чертежа показываются на экране одновременно. Они располагаются вплотную друг к другу слева направо в порядке создания.

Листы никак не связаны с изображением, хранящимся в чертеже. Условно можно считать их лежащими в специальном слое, который расположен поверх всех графических объектов.

Знак неуказанной шероховатости. Знак неуказанной шероховатости практически всегда присутствует на чертежах машиностроительных деталей. При работе в КОМПАС-График возможно автоматическое формирование и размещение знака. Для простановки знака неуказанной шероховатости на чертеже вызовите команду **Вставка — Неуказанная шероховатость — Ввод**.

Технические требования. Технические требования являются частью чертежа. Они дополняют графическую информацию, содержащуюся в видах и сечениях, и позволяют изготовить деталь или узел в точном соответствии с замыслом конструктора.

Чтобы перейти к вводу текста технических требований, вызовите команду **Вставка — Технические требования - Ввод**. Система перейдет в режим ввода технических требований.

Основной инструмент, предназначенный для управления листами чертежа, — **Менеджер документа** .

Основная надпись появляется и размещается на листах чертежа автоматически — пользователю требуется лишь заполнить ее ячейки. В некоторые из них возможен полуавтоматический ввод текста.

Вопросы и задания.

1. Какое средство эффективно для выполнения чертежа в масштабе отличном от 1:1?
2. Как изменить масштаб уже имеющегося вида на чертеже?
3. Как добавить лист в чертеж?
4. Перечислите способы изменения формата листа чертежа.
5. Что такое Дерево чертежа?
6. Функции Менеджера документа.
7. В чем отличие фрагмента от чертежа?
8. Как заполнить основную надпись чертежа?

Задание. Запустить электронное учебное пособие «Азбука КОМПАС-График». Для этого выполнить команду меню **Справка-Азбуки-Азбука КОМПАС-График** (рисунок 15.1). Самостоятельно выполнить Урок 2 Азбуки

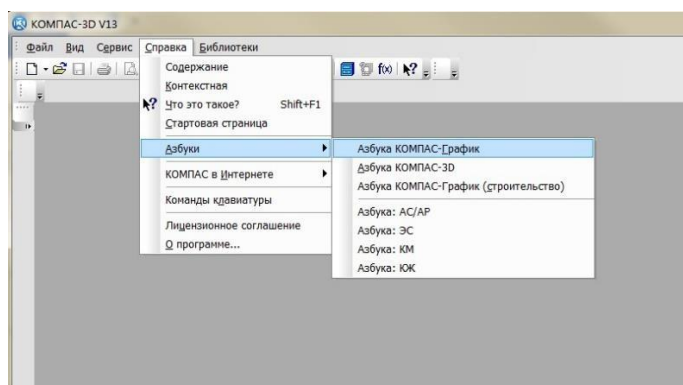


Рисунок 15.1 – Запуск Азбуки КОМПАС-График

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Компьютерная графика : учебно-методическое пособие / Е. А. Ваншина, М. А. Егорова, С. И. Павлов, Ю. В. Семагина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 207 с. — ISBN 978-5-7410-1442-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/61891.html>;

2. Мефодьева, Л. Я. КОМПАС-3D V18 на примерах : учебное пособие / Л. Я. Мефодьева. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2020. — 174 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117099.html>;

3. Проекционное черчение в КОМПАС-3D : учебное пособие / А. А. Черепашков, О. М. Севостьянова, И. В. Емельянова, Н. В. Емельянов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 115 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105052.html>;

4. Официальный сайт компании АСКОН, разработчика системы КОМПАС, статьи, книги, бесплатное лицензионное ПО - <http://ascon.ru/>

5. Видеоуроки, книги по Компас-3D - <http://www.kompasvideo.ru/>

Практическое занятие 16. Основные виды

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

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

- знание методов построения эскизов, чертежей и технических рисунков деталей (ПК-2);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- изображать пространственные объекты на плоскости (ПК-2);
- уметь читать и выполнять чертежи деталей (ПК-2);
- владеть навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владеть навыками технически грамотного выполнения эскизов и чертежей (ПК-2);
- знать принципы и приемы двумерного проектирования объектов в САПР (ПК-2);
- проектировать пространство и объекты на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования (ПК-2).

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

Теоретическая часть

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

По требованиям ГОСТ 2.305–68 изображения выполняются по методу прямоугольного проецирования. Виды располагаются в проекционной связи как в начертательной геометрии, но без указания осей координат. Образование видов представлено на рисунке 16.1.

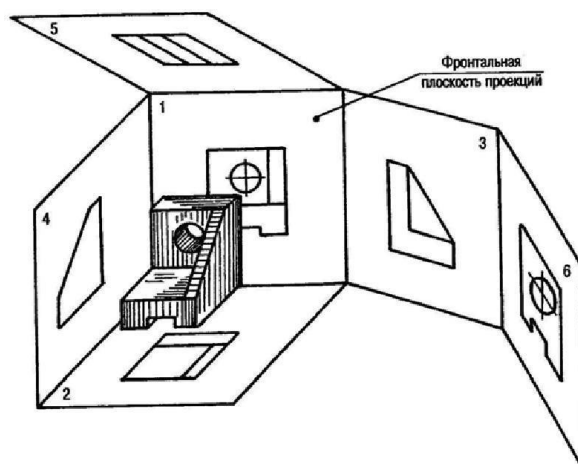


Рисунок 16.1 – Образование видов

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** на рисунке 16.2), а направление взгляда на этот вид указывают стрелкой с соответствующей буквой. Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, приведено на рисунке 16.3.

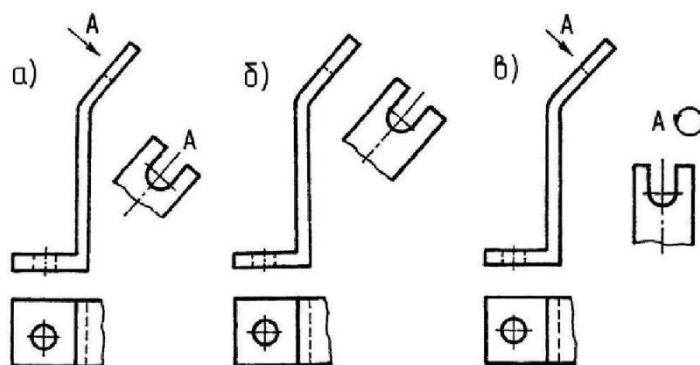


Рисунок 16.2 – Дополнительные виды

Дополнительные виды допускается поворачивать. При этом к букве добавляют знак «повернуто» (например рисунок 16.2,в). Размеры знаков приведены на рисунке 16.4.

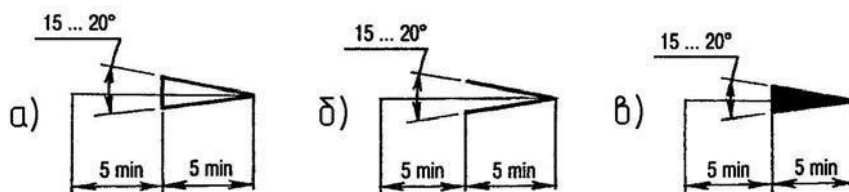


Рисунок 16.3 – Стрелки

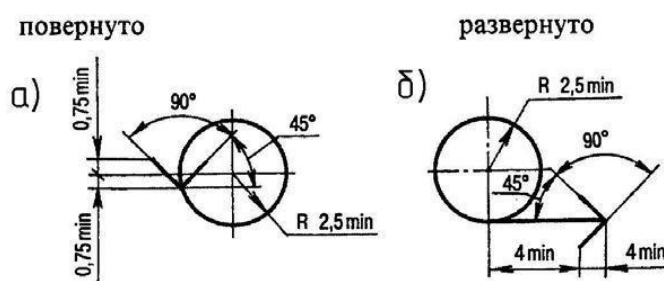


Рисунок 16.4 – Знаки

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

Вопросы и задания.

1. Что называется видом?
2. Как называются основные виды?
3. Как правильно выбрать главный вид?
4. Что такое дополнительный вид?

Задание 16.1. На формате А3 построить по модели три проекции детали (главный вид, вид сверху и вид слева). Данные своего варианта взять из Приложения А, таблица 14. Невидимые линии обозначить пунктирной линией. Проставить все необходимые размеры. Заполнить основную надпись.

Задание выполняется в Компас-График. Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, рисунок 1.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Уласевич, З. Н. Инженерная графика: практикум : учебное пособие / З. Н. Уласевич, В. П. Уласевич, Д. В. Омель. — 2-е изд. — Минск : Вышэйшая школа, 2020. — 208 с. — ISBN 978-985-06-3156-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/119982.html>

2. Уласевич, З. Н. Инженерная графика: практикум : учебное пособие / З. Н. Уласевич, В. П. Уласевич, Д. В. Омель. — 2-е изд. — Минск : Высшая школа, 2020. — 208 с. — ISBN 978-985-06-3156-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/119982.html>

3. Компьютерная графика : учебно-методическое пособие / Е. А. Ваншина, М. А. Егорова, С. И. Павлов, Ю. В. Семагина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 207 с. — ISBN 978-5-7410-1442-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/61891.html>

4. Буткарев, А. Г. Инженерная и компьютерная графика : учебно-методическое пособие / А. Г. Буткарев, Б. Б. Земсков. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2015. — 111 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66457.html>

5. Мефодьева, Л. Я. КОМПАС-3D V18 на примерах : учебное пособие / Л. Я. Мефодьева. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2020. — 174 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117099.html>

6. Проекционное черчение в КОМПАС-3D : учебное пособие / А. А. Черепашков, О. М. Севостьянова, И. В. Емельянова, Н. В. Емельянов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 115 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105052.html>

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

8. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>

9. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>

10. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskie-nauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>

Практическое занятие 17. Разрезы простые. Совмещение части вида и части разреза

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:

- знание правил проецирования и методов построения чертежей деталей (ПК-2);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- умение читать и выполнять чертежи деталей (ПК-2);
- умение составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владение навыками технически грамотного выполнения чертежей (ПК-2).

Актуальность темы: при проектировании различных изделий необходимо изучение 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 4.1) деталь мысленно рассекают плоскостью **P**, называемой *секущей*. Часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью **P**, условно отбрасывают, а оставшуюся изображают на плоскости проекций **П₂**, параллельной секущей, получая **разрез**. На разрезе

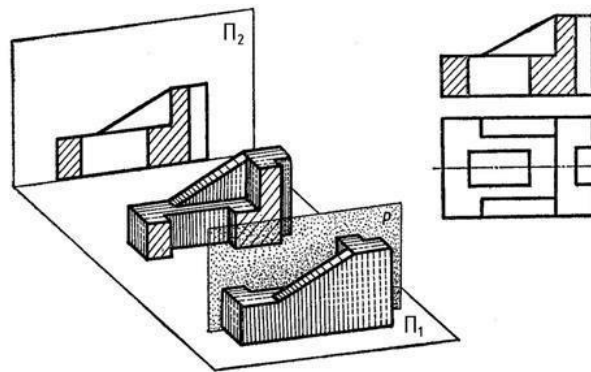


Рисунок 42.1 – Образование разреза

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 4.2). Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций Π_2 , то разрез называется **фронтальным** (рисунок 4.3). Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций Π_3 , то разрез называется **профильным** (рисунок 4.4). Если секущая плоскость расположена под углом к горизонтальной плоскости проекций Π_1 , то разрез называется **наклонным** (рисунок 4.5).

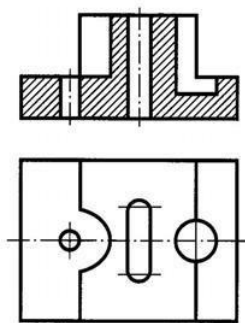
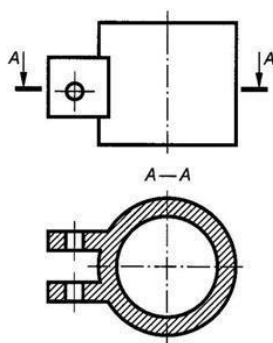


Рисунок 4.2 – Горизонтальный разрез Рисунок 4.3 – Фронтальный разрез

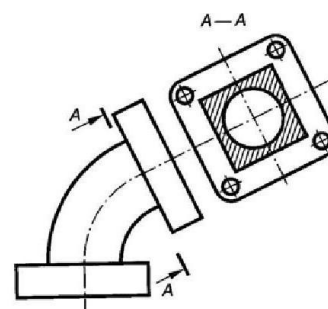
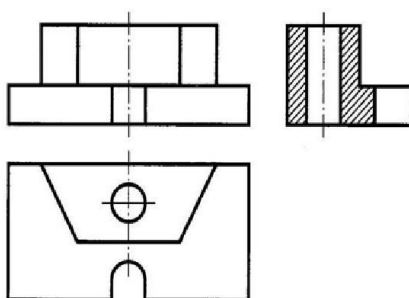


Рисунок 4.4 – Профильный разрез Рисунок 4.5 – Наклонный разрез

Положение секущей плоскости указывают на чертеже **линией сечения**, представляющей собой разомкнутую линию толщиной от S до $1,5S$ указанием направления взгляда стрелками (рисунок 4.2 и 4.5). Толщина штрихов должна получаться в **1,5 раза больше** толщины линий контура детали и штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии **2...3 мм** от внешнего края штриха. Линию сечения помечают одинаковыми буквами русского алфавита (например, **А**), которые наносят около стрелок с внешней стороны всегда параллельно основной надписи. Номер шрифта букв должен быть в **2 раза больше** номера шрифта цифр размерных чисел. Над разрезом делают надпись типа **А – А**, которую всегда располагают горизонтально.

Обозначения секущих плоскостей и размеры штрихов приведены на рисунке 4.6.

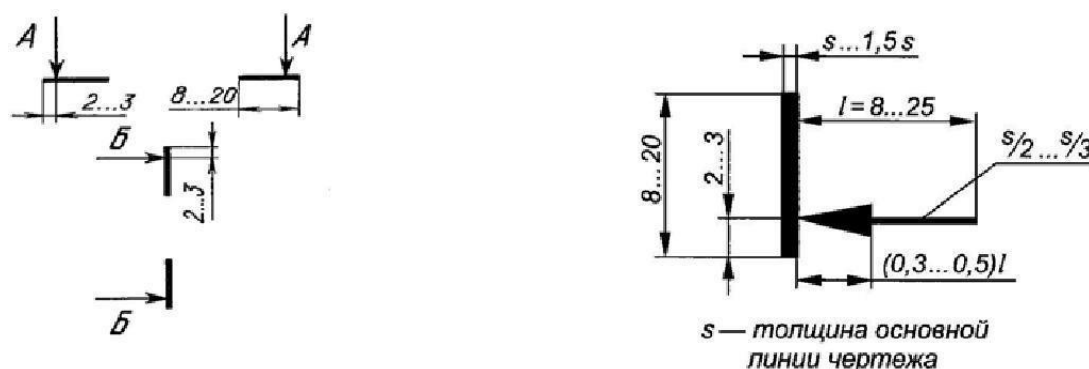


Рисунок 4.6 – Линия сечения

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез выполняется в проекционной связи, то в этом случае положение секущей плоскости не обозначается и разрез не подписывается (рисунок 4.3 и 4.4).

Разрезы штрихуются под углом 45° . Однако, если секущая плоскость проходит вдоль спицы маховика (рисунок 4.7а) или вдоль тонкой стенки (толщиной до 12 мм) типа «ребра жесткости» (рисунок 4.7б), 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 4.8а). При этом, как правило, разрезы располагают справа от вертикальной или внизу от горизонтальной оси симметрии.

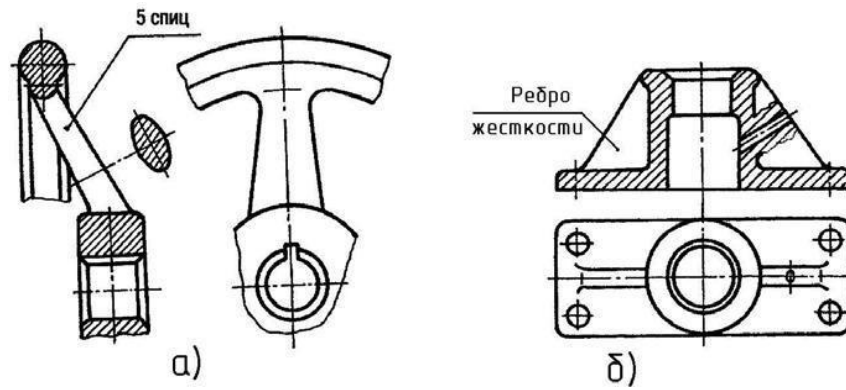


Рисунок 4.7 – Условности разрезов

При наличии ребра на внешней или внутренней поверхности детали, совпадающего с осевой линией, следует соединять часть вида с частью разреза, ограничивая их сплошной волнистой линией. При этом линию надо проводить левее оси симметрии (рисунок 4.8б), чтобы в разрезе открыть внутреннее ребро, или правее (рисунок 4.8в), чтобы сохранить на виде наружное ребро. При наличии внутреннего и внешнего ребер разрез оформляется как на рисунке 4.8г.

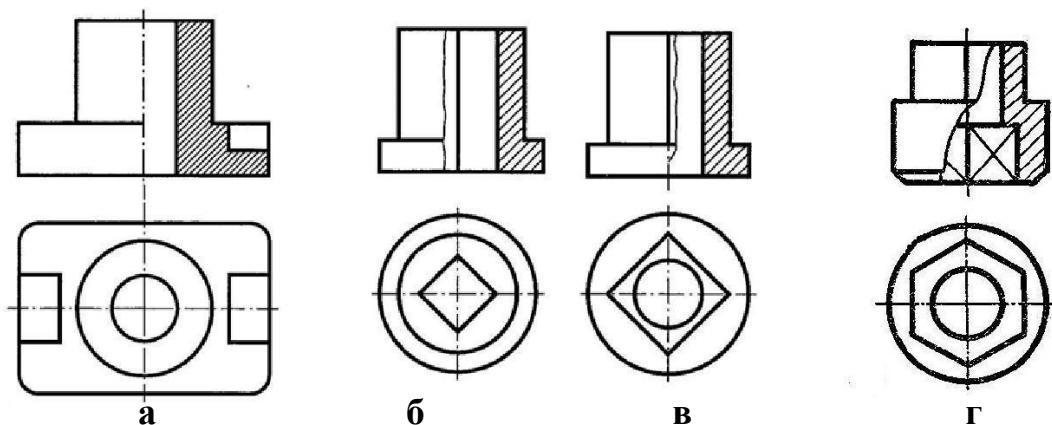


Рисунок 4.8 – Совмещение вида с разрезом

Вопросы и задания

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

Задание 4.1. На формате А3 по заданным двум видам построить третий вид. Данные своего варианта взять из Приложения А, таблица 4. Выполнить

фронтальный и профильный разрезы. Проставить все необходимые размеры. Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, рисунок 4.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с.
2. 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.
3. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – ISBN 5-94157-479-7;
4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 303 с. – Доп. МО. – ISBN 978-5-16-005178-9;
5. Инженерная графика : учеб. пособие / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова, Л. В. Гереева, В. В. Князьков. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 299 с. : ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-222-21988-1;
6. Конакова, И.П. Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14 / И.П. Конакова, И.И. Пирогова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; науч. ред. С.Б. Комаров. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 113 с. : ил., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1279-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276270>
7. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсу «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»;
8. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.

Практическое занятие 18. Разрезы сложные. Ступенчатые разрезы

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:

- знание правил проецирования и методов построения чертежей деталей (ПК-2);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- умение читать и выполнять чертежи деталей (ПК-2);
- умение составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владение навыками технически грамотного выполнения чертежей (ПК-2).

Актуальность темы: при проектировании различных изделий необходимо изучение 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 5.1 изображен фронтальный ступенчатый разрез детали, выполненный двумя фронтальными секущими плоскостями. Эти плоскости условно параллельно перемещают до их совмещения в одну плоскость. Переход от одной плоскости к другой на разрезе не изображается.

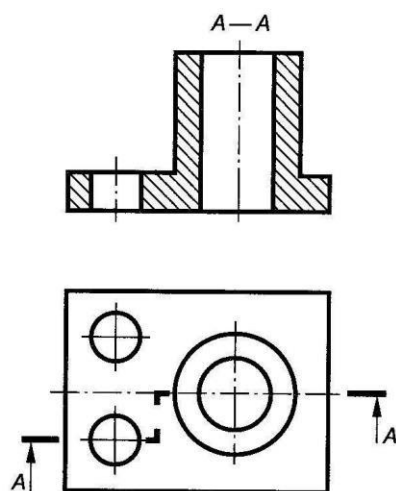


Рисунок 5.1 – Разрез ступенчатый

В ступенчатых разрезах, как и в ломаных, секущие плоскости обязательно показывают линией сечения $A - A$, т. е. штрихами разомкнутой линии. Размеры штрихов и правила простановки букв изображены на рисунке 4.6. Штрихи линии сечения указывают также на перегибах под прямым углом (рисунок 5.1).

Вопросы и задания.

1. Какие разрезы называются сложными?
2. Как образуются ступенчатые разрезы?
3. Как обозначаются сложные разрезы?

Задание 5.1. На формате А3 выполнить разрез ступенчатый. Данные для своего варианта взять из таблицы 5 Приложения А. Сначала перечертить задание в тонких линиях. Выполнить необходимый разрез на главном виде. Затем выполнить обводку чертежа. Проставить размеры. Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания приведен на рисунке 5 Приложения Б.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с.
2. 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.
3. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – ISBN 5-94157-479-7;
4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 303 с. – Доп. МО. – ISBN 978-5-16-005178-9;
5. Инженерная графика : учеб. пособие / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова, Л. В. Гереева, В. В. Князьков. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 299 с. : ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-222-21988-1;
6. Лагерь, А. И. Инженерная графика : учебник / А. И. Лагерь. – Изд. 6-е стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 335 с. – ISBN 978-5-06-006148-2;
7. Конакова, И.П. Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14 / И.П. Конакова, И.И. Пирогова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; науч. ред. С.Б. Комаров. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 113 с. : ил., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1279-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276270>
8. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсу «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»;
9. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД

Практическое занятие 19. Разрезы сложные. Ломаные разрезы

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:

- знание правил проецирования и методов построения чертежей деталей (ПК-2);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- умение читать и выполнять чертежи деталей (ПК-2);
- умение составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владение навыками технически грамотного выполнения чертежей (ПК-2).

Актуальность темы: при проектировании различных изделий необходимо изучение 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**.

Ломаные разрезы образуются при рассечении предмета двумя пересекающимися плоскостями. На рисунке 6.1 использованы две горизонтально проецирующие плоскости, одна из которых фронтальная. Для построения разреза левую секущую плоскость вместе с расположенным в ней сечением условно

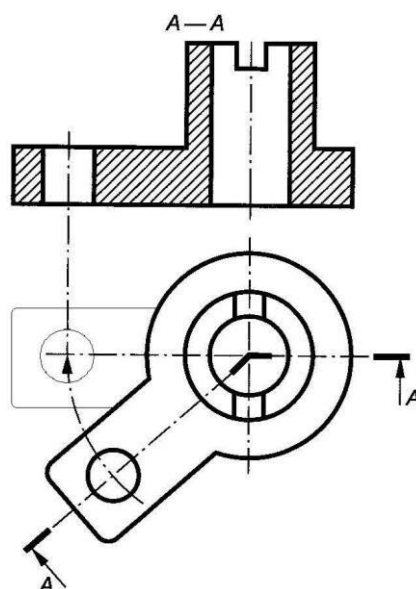


Рисунок 6.1 – Разрез ломаный

поворачивают до совмещения с фронтальной секущей плоскостью (положение части детали после поворота показано тонкими линиями). Линия изгиба плоскостей на разрезе не изображается.

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

Обозначение разрезов. В сложных разрезах секущие плоскости обязательно показывают линией сечения **A – A**, т. е. штрихами разомкнутой линии. В ломанных разрезах штрихи линии сечения указывают также в месте пересечения плоскостей по их направлению (рисунок 6.1). Размеры штрихов и правила простановки букв изображены на рисунке 4.6.

Вопросы и задания.

4. Какие разрезы называются сложными?
5. Как образуются ломанные разрезы?
6. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
7. Как обозначаются сложные разрезы?

Задание 6.1. На формате А3 выполнить разрез ломаный. Данные для своего варианта взять из таблицы 6 Приложения А. Сначала перечертить задание в

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

Образец выполнения задания приведен на рисунке 6 Приложения Б.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с.
2. 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.
3. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с;
4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 303 с. – Доп. МО. – ISBN 978-5-16-005178-9;
5. Инженерная графика : учеб. пособие / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова, Л. В. Гереева, В. В. Князьков. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 299 с.;
6. Лагерь, А. И. Инженерная графика : учебник / А. И. Лагерь. – Изд. 6-е стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 335 с. – ISBN 978-5-06-006148-2;
7. Конакова, И.П. Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14 / И.П. Конакова, И.И. Пирогова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; науч. ред. С.Б. Комаров. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 113 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276270>
8. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсу «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»;
9. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД

Практическое занятие 20. 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:

- знание правил проецирования и методов построения чертежей деталей (ПК-2);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- умение читать и выполнять чертежи деталей (ПК-2);
- умение составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владение навыками технически грамотного выполнения чертежей (ПК-2).

Актуальность темы: при проектировании различных изделий необходимо изучение 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 7.1). Вынесенные сечения предпочтительны.

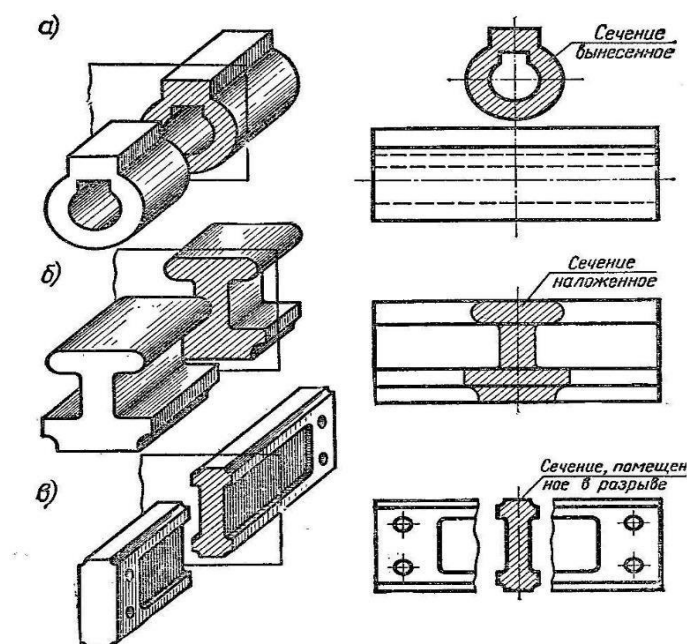


Рисунок 7.1 – Классификация сечений

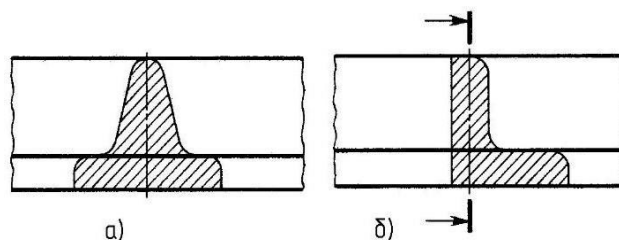


Рисунок 7.2 – Наложённые сечения

Наложённое сечение (рисунки 7.1б и 7.2) располагают непосредственно на виде детали. Контур такого сечения обводят сплошной тонкой линией. Если форма сечения симметричная (рисунок 7.2а), то след секущей плоскости не проводят и сечение не сопровождается надписью. Если форма сечения несимметричная (рисунок 7.2б), то проводят след секущей плоскости со стрелками, показывающими направление взгляда, но буквенное обозначение у стрелок и надпись над сечением не выполняют.

Вынесенное сечение располагают вне контура вида детали (рисунок 7.1а). Его допускается располагать в разрыве между частями вида (рисунок 7.1в). Контур такого сечения обводят сплошной основной линией.

Вынесенное сечение на чертеже может располагаться по-разному.

1. На продолжении следа секущей плоскости (рисунки 7.3а и б). Если при этом фигура сечения симметричная, то на месте условного сечения проводят штрихпунктирную линию и след секущей плоскости не обозначается (рисунок

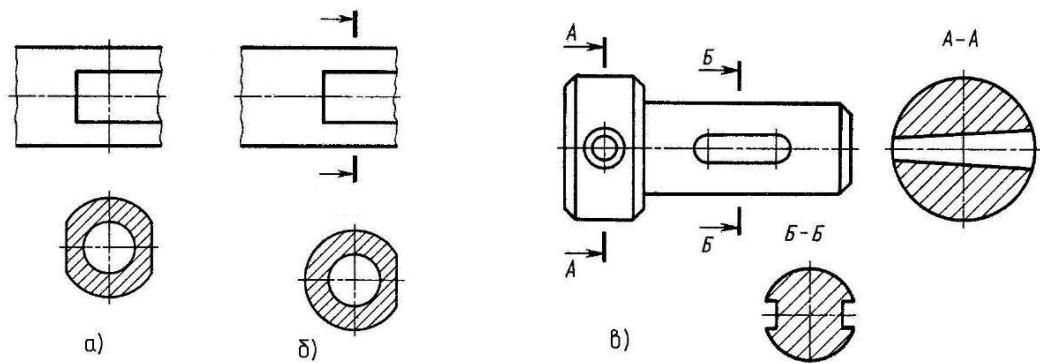


Рисунок 7.3 – Варианты расположения вынесенного сечения

7.3а). Если же фигура несимметричная, то след секущей плоскости изображают разомкнутыми штрихами со стрелками, показывающими направление взгляда. Буквенное обозначение не ставят.

2. В проекционной связи на месте одного из видов (рисунок 7.3в, сечение А–А). Такое сечение всегда обозначают разомкнутыми штрихами и буквами.

3. На свободном поле чертежа. Такое сечение всегда обозначают и показывают след секущей плоскости (рисунок 7.3в, сечение Б–Б).

Если секущая плоскость проходит через ось цилиндрической или конической поверхности, то в сечении контур отверстия показывают по типу разреза (рисунок 7.3, сечение А–А). Если же секущая плоскость проходит через шпоночный паз, то края отверстия не замыкаются (рисунок 7.3, сечение Б–Б).

Когда секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных частей, то сечение заменяют разрезом (рисунок 7.4, сечение В–В).

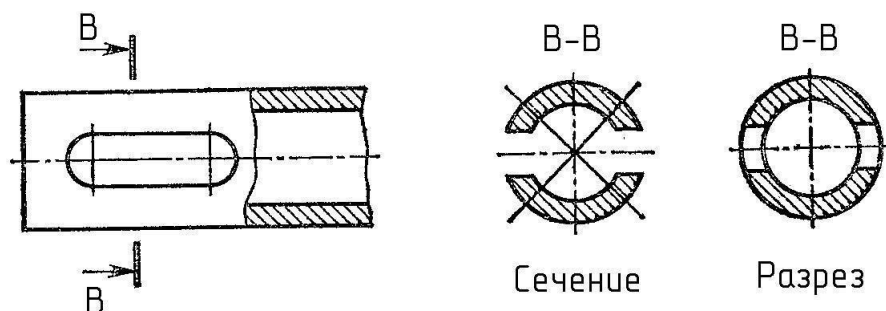


Рисунок 7.4 – Сечение не круглого отверстия

Следует обратить внимание на простановку размеров на сечении шпоночного паза (рисунок 7.5).

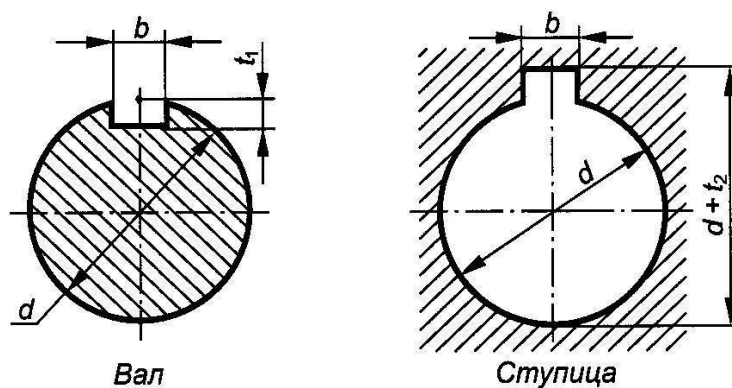


Рисунок 7.5–Размеры шпоночного паза

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

Вопросы и задания

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

Задание 7.1. На формате А3 выполнить три сечения вала. Вариант своего задания взять из таблицы 7 Приложения А. 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. Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания приведен на рисунке 7 Приложения Б.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с.
2. 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.
3. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с;
4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 303 с. – Доп. МО. – ISBN 978-5-16-005178-9;
5. Инженерная графика : учеб. пособие / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова, Л. В. Гереева, В. В. Князьков. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 299 с.;
6. Лагерь, А. И. Инженерная графика : учебник / А. И. Лагерь. – Изд. 6-е стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 335 с. – ISBN 978-5-06-006148-2;
7. Конакова, И.П. Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14 / И.П. Конакова, И.И. Пирогова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; науч. ред. С.Б. Комаров. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 113 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276270>
8. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсу «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»;
9. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД

Практическое занятие 21. Резьбы. Их условное изображение и обозначение

Цель: Получение навыков и умений построения резьбовых соединений.

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

- знание методов построения чертежей сборочных единиц (ПК-2);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- умение читать и выполнять чертежи элементов конструкций (ПК-2);
- умение составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД (ПК-2);
- владение навыками технически грамотного выполнения чертежей (ПК-2).

Актуальность темы: При проектировании сборочных чертежей, содержащих резьбовые соединения, необходимо изучение правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Резьбой называют поверхность, образованную при винтовом движении плоской фигуры по цилиндрической или конической поверхности и задающей профиль резьбы. Все резьба стандартизированы (кроме прямоугольной).

Шаг резьбы P – это расстояние между соседними витками, измеренное параллельно оси резьбы между ее одноименными элементами (рисунок 10.1). Стандарты устанавливают для одного и того же номинального диаметра один крупный шаг резьбы и до пяти размеров мелких шагов.

Ход резьбы P_h – это величина осевого перемещения винта за один оборот на угол 360° (рисунок 10.1). В однозаходной резьбе ход равен шагу, а в многозаходной – произведению шага P на число заходов n , т. е. $P_h = nP$. На разрезе **А–А** видны концы двух винтовых ниток в виде полукругов. Многозаходную резьбу применяют там, где при малых углах поворота нужно получить большое перемещение.

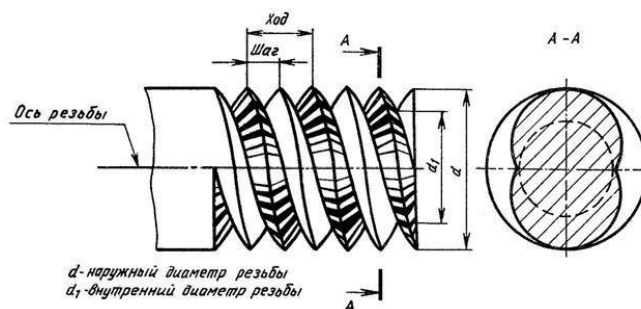


Рисунок 10.1 – Резьба цилиндрическая двухзаходная

Профиль резьбы – это контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. В зависимости от профиля резьба называется: треугольная, трапецидальная, круглая и прямоугольная (рисунок 10.2). Резьба может быть – **наружная** (на валу) и **внутренняя** (в отверстии). Направление резьбы может быть **левым** и **правым**.

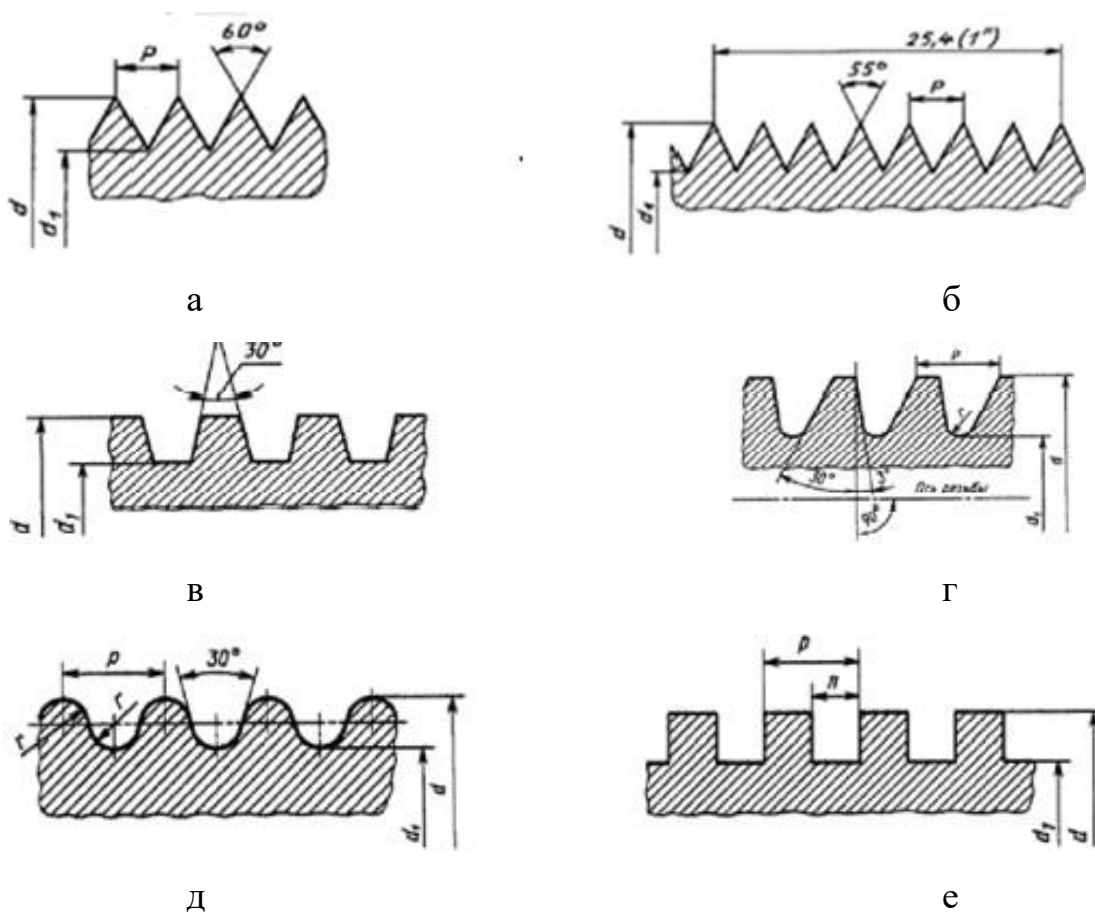


Рисунок 10.2 – Типы резьб

Рисунок 10.2а – **метрическая резьба** является основной крепежной резьбой. Она измеряется в миллиметрах. На чертеже обозначается буквой **М**.

Рисунок 10.2б – **трубная резьба** применяется для соединения трубопроводов. Она измеряется в дюймах ($1''=25,4$ мм). На чертеже обозначается буквой **Г**.

Рисунок 10.2в – **трапецидальная резьба** (или ходовая) применяется на

ходовых винтах станков. На чертеже обозначается буквой **Tr**.

Рисунок 10.2г – **упорная резьба** (или силовая) применяется для восприятия больших осевых усилий в винтовых прессах, домкратах, тисках. На чертеже обозначается буквой **S**.

Рисунок 10.2д – **круглая резьба** применяется в пожарной арматуре, сантехнике, электрических лампочках. На чертеже обозначается буквой **Кр**.

Рисунок 10.2е – **прямоугольная резьба** относится к нестандартным. Все размеры проставляются конструктором на чертеже.

Изображение резьбы на чертеже. Вычерчивание резьбы в виде винтовой поверхности – трудоемкая работа, поэтому на чертежах ее изображают условно по ГОСТ 2.311–68 независимо от формы профиля и назначения (рисунок 10.3). На торце стержня и отверстия всегда делают фаски под углом 45^0 .

Наружная резьба (на стержне на рисунке 10.3а) изображается сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру **d** и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру **d₁**, (примерно на расстоянии 1 мм) пересекая фаску. Линию, определяющую границу резьбы, обозначают в конце ее полного профиля сплошной толстой линией.

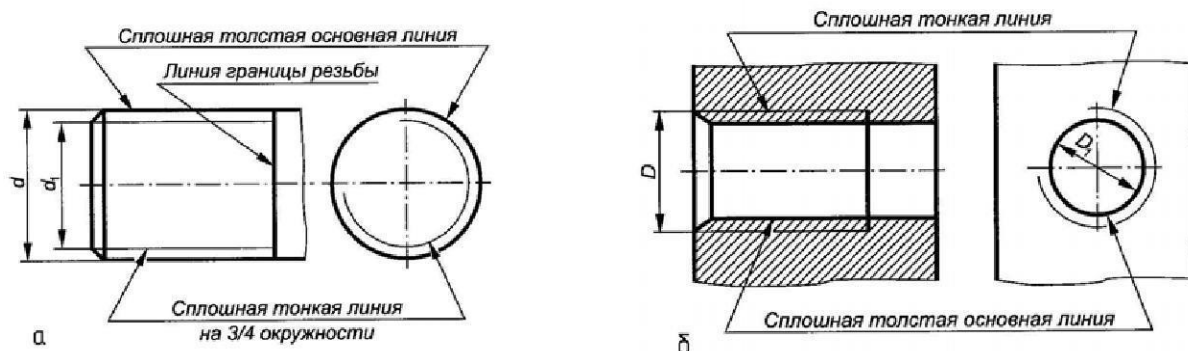


Рисунок 10.3 – Изображение резьбы

Внутренняя резьба (в отверстии на рисунке 10.3б) изображается сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру **D₁** и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру **D** (по штриховке).

На виде слева проводят сплошную тонкую линию в виде дуги $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте. Один конец дуги должен пересекать осевую линии, а другой конец – не доходить до нее. На этом изображении фаску не проводят.

При соединении двух деталей на резьбе (рисунке 10.4) их наружные и внутренние диаметры совпадают, так как имеют одинаковые номинальные размеры $D=d$. В месте соединения изображение резьбы выполняют по стержню, так как в разрезе стержень расположен ближе к наблюдателю и закрывает отверстие.

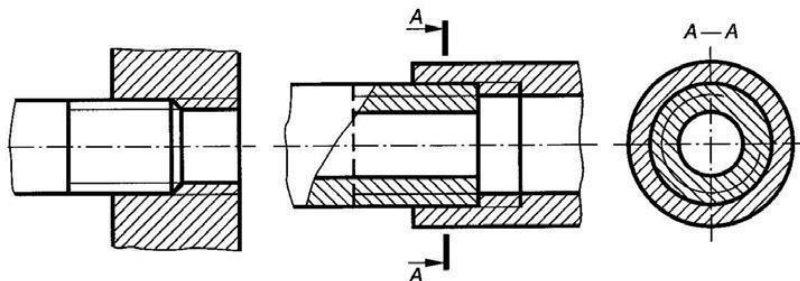


Рисунок 10.4 – Соединение резьбовое

Обозначение резьбы на чертеже. В условное обозначение резьбы входят: буква для каждого типа (см. рисунок 10.2), номинальный диаметр (наружный) и размер шага. Если резьба левая, то добавляются буквы **ЛН**.

Пример обозначения метрической резьбы приведен на рисунке 10.5.

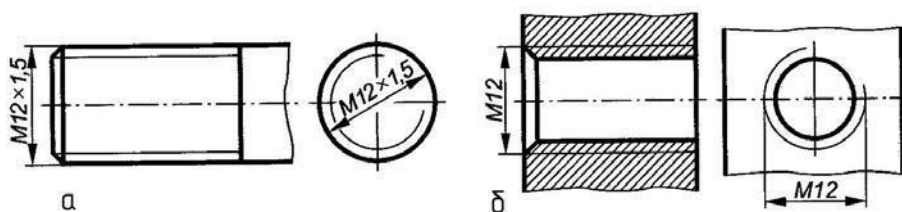


Рисунок 10.5 – Метрическая резьба

Обозначение на рисунке 10.5а означает, что резьба метрическая, с наружным диаметром 12 мм, мелким шагом 1,5 мм на стержне. А надпись на рисунке 10.5б – означает ту же резьбу, но с крупным шагом (значение не пишется) и выполненную в отверстии.

Вопросы и задания

1. Как классифицируются резьбы по профилю?
2. В чем состоит разница между шагом и ходом резьбы?
3. В каком случае шаг метрической резьбы не указывается?
4. Как изображается резьба на стержне?
5. Как выполняется штриховка в разрезах резьбовых изделий?

Задание 10.1. На формате А3 выполнить резьбовое соединение двух деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 8. Сначала в тонких линиях перечертить задание в масштабе 1:1. Затем в масштабе 2:1 изобразить резьбовое соединение заданных деталей и по месту соединения выполнить сечение А–А. Выполнить обводку и штриховку чертежа. Проставить размеры. Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, рисунок 8.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с.
2. 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.
3. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – ISBN 5-94157-479-7;
4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 303 с. – Доп. МО. – ISBN 978-5-16-005178-9;
5. Инженерная графика : учеб. пособие / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова, Л. В. Гереева, В. В. Князьков. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 299 с. : ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-222-21988-1;
6. Лагерь, А. И. Инженерная графика : учебник / А. И. Лагерь. – Изд. 6-е стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 335 с. – ISBN 978-5-06-006148-2;
7. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсу «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»;
8. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД

Практическое занятие 22. Шпоночные и шлицевые соединения

Цель: Получение навыков и умений построения разъемных соединений.

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

- знание методов построения чертежей сборочных единиц (ПК-2);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- умение читать и выполнять чертежи элементов конструкций (ПК-2);
- умение составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД (ПК-2);
- владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей (ПК-2).

Актуальность темы: в конструкциях машин и оборудования часто используются валы и соединенные с ними при помощи шпонок и шлицев рабочие органы. В этой связи необходимо изучение правил выполнения и оформления чертежей таких соединений.

Теоретическая часть

Соединение шпонками. Шпонка – это деталь, устанавливаемая в пазах двух соединяемых деталей для передачи крутящего момента. Рабочие (боковые) грани шпонки передают вращение от вала к ступице и обратно (рисунок 11.1а).

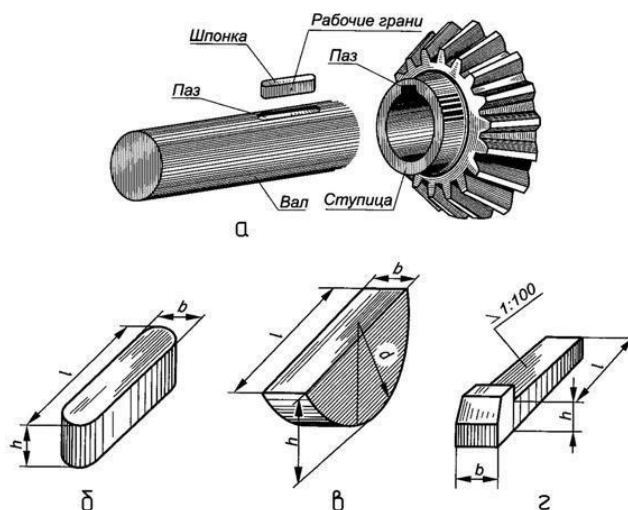


Рисунок 11.1 – Виды шпонок

Шпоночные соединения могут быть неподвижными и подвижными. Форма и размеры шпонок стандартизированы и зависят от диаметра вала. По форме шпонки делятся на призматические ГОСТ 23360–78 (рисунок 11.1б), сегментные ГОСТ 24071–97 (рисунок 11.1в) и клиновые ГОСТ 24068–80 (рисунок 11.1г). Наибольшее распространение имеют призматические шпонки. Они характеризуются тремя размерами **b** x **h** x **l** (ширина, высота и длина).

Шпоночное соединение на чертеже изображается в продольном и поперечном разрезах (рисунок 11.2). В продольном разрезе шпонки изображаются не рассеченными, а шпоночный паз на валу выявляют местным разрезом. В поперечном сечении А–А штрихуются все три детали – вал, шпонка и ступица в разных направлениях.

Между пазом ступицы и верхней гранью шпонки существует **зазор**, который равен **0,3–0,4 мм**. На чертеже этот **зазор показывают равным 1 мм**. Размеры шпонок **b** и **h**, глубина пазов на валу **t₁** и в ступице **t₂** (рисунок 11.2) определяются стандартом и зависят от диаметра вала **d**. В таблице 11.1 приведены некоторые выдержки из ГОСТа. Длину шпонки принимают на **5...6 мм** короче ступицы.

Условное обозначение шпоночного соединения на чертеже записывается на полке-выноске, заканчивающейся точкой на шпонке. Например: **Шпонка 8 х 7 х 40 ГОСТ 23360–78**.

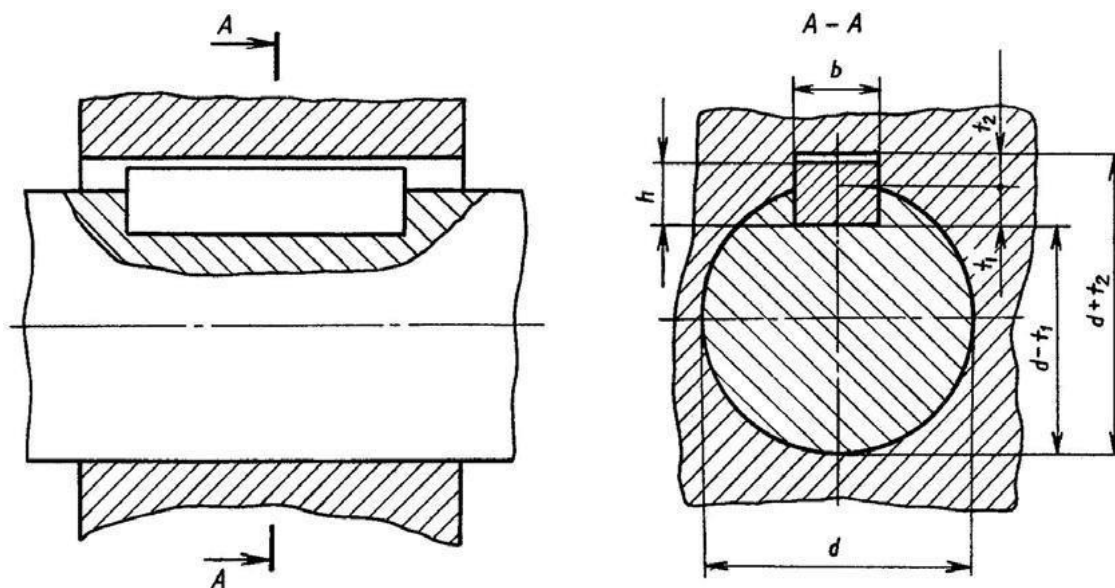


Рисунок 11.2 – Соединение шпоночное

Таблица 11.1 – Размеры призматических шпонок по ГОСТ 23360–78

Диаметр вала d	Размеры сечений шпонок		Глубина паза	
	b	h	вала t_1	втулки t_2
Св. 17 до 22	6	6	3,5	2,8
Св. 22 до 30	8	7	4	3,3
Св. 30 до 38	10	8	5	3,3
Св. 38 до 44	12	8	5	3,3
Св. 44 до 50	14	9	5,5	3,8
Св. 50 до 58	16	10	6	4,3

Шлицевые (зубчатые) соединения. Шлицевое соединение двух деталей осуществляется выступам, выполненными на валу, и соответствующими впадинами, выполненными в ступице (втулке), (рисунок 11.3).

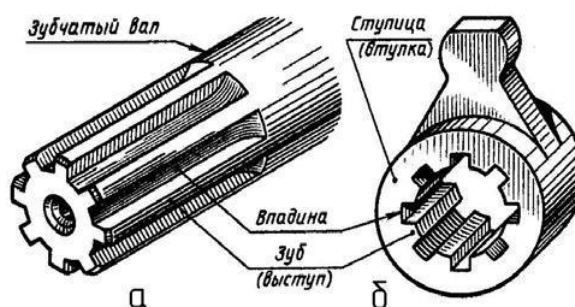


Рисунок 11.3 – Детали со шлицами

Это соединение можно рассматривать как **многошпоночное** соединение, в котором шпонки и пазы выполнены заодно с валом и ступицей.

Оно способно передавать значительно большие крутящие моменты, чем шпоночное, лучше осуществлять центрирование ступицы и вала и обеспечивать легкость осевого перемещения. Шлицевые соединения широко применяются во всех отраслях машиностроения.

Стандартные шлицевые соединения могут иметь прямобо́чный, эвольвентный и треугольный профили шлица (зуба).

Прямобо́чный профиль, выполняемый по ГОСТ 1139–80, получил наибольшее распространение. Прямобо́чное соединение характеризуется диаметром **d**, наружным диаметром **D** и числом шлицов **z**, внутренним шириной шлица **b**.

Центрирование ступицы на валу может осуществляться следующими способами:

по боковым сторонам шлицев **b** (рисунок 11.4а). В этом случае диаметры выступов и впадин образуют зазор. Такое центрирование используется в механизмах с вращением в обе стороны (реверс);

по наружному диаметру шлицев **D** (рисунок 11.4б). В этом случае образуется зазор по внутреннему диаметру **d**. Такое центрирование является наиболее технологичным и наименее затратным способом;

по внутреннему диаметру шлицев **d** (рисунок 11.4в). В этом случае образуется зазор по наружному диаметру **D**. Такое центрирование обычно применяется для подвижных соединений.

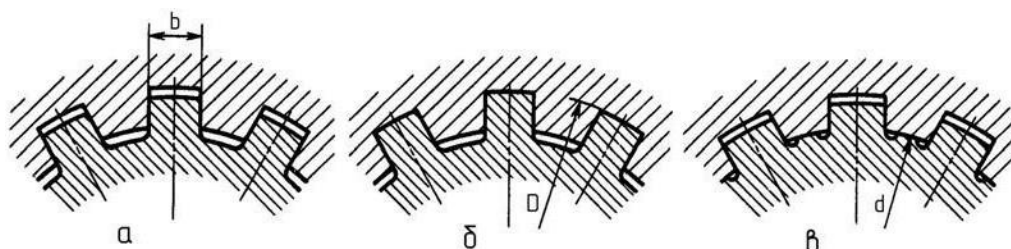


Рисунок 11.4 – Способы центрирования ступицы и вала

На чертеже сечения шлицевого соединения **зазор изображается до 1 мм**.

Способ центрирования указывается перед характеристикой шлицевого соединения: **D** (**d** или **b**) – **z** х **d** х **D** х **b**.

Изображение шлицев. Вычерчивание всех линий шлицевого вала или ступицы на чертеже довольно трудоемкая работа. Поэтому по ГОСТ 2.409–74 шлицевые соединения и их элементы показывают на чертежах **условно**.

На главном виде **вала** (рисунок 11.5) фаску на его торце и образующие поверхности вершин зубьев (диаметр **D**) показывают сплошными основными линиями. Образующие же поверхности впадин зубьев (диаметр **d**) показывают сплошными тонкими линиями, которые пересекают границу фаски.

Границу шлицев, границу между шлицами полного профиля и сбегом, а также сам сбеги радиуса **R** показывают тоже сплошными тонкими линиями. В зоне местного разреза образующие вершин и впадин показывают сплошными основными линиями, но не штрихуют.

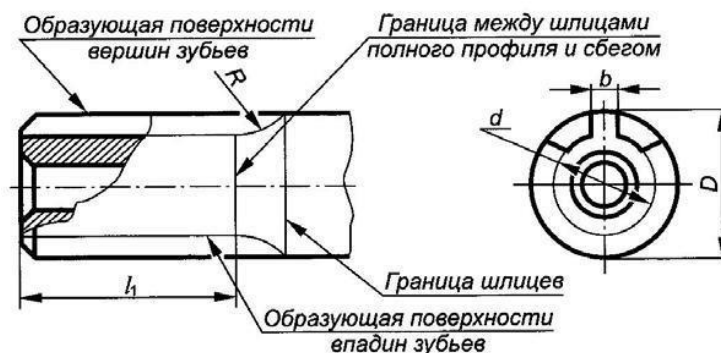


Рисунок 11.5 – Шлицевой вал

На виде слева (или на сечении) показывают **профиль одного зуба и двух впадин**. Окружность выступов (**D**) проводят сплошной основной линией, а окружность впадин (**d**) проводят сплошной тонкой линией. Для вала зуб (**b**) должен располагаться вертикально. Фаски не показываются.

На главном виде **штулки** (рисунок 11.6), которая всегда изображается в разрезе, образующие выступов и впадин проводят сплошными основными линиями.

На виде слева (или на сечении) показывают профиль **одного зуба и двух впадин**. Окружность выступов (**d**) проводят сплошной основной линией, а окружность впадин (**D**) проводят сплошной тонкой линией. Для ступицы впадина (**b**) должна располагаться **вертикально**. Фаски не показываются.

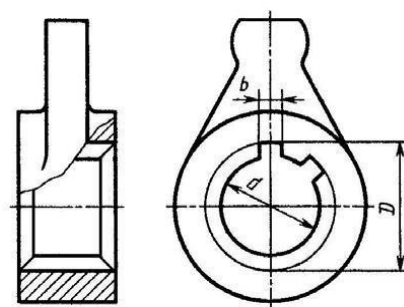


Рисунок 11.6 – Шлицевая ступица

На изображении шлицевого соединения **в сборе радиальный зазор между выступами и впадинами не показывают** (рисунок 11.7).

На том участке, где шлицевой вал вошел в ступицу, он закрывает полностью поверхности выступов ступицы (т. е. толщина линий на валу остается неизменной, как на рисунке 11.5).

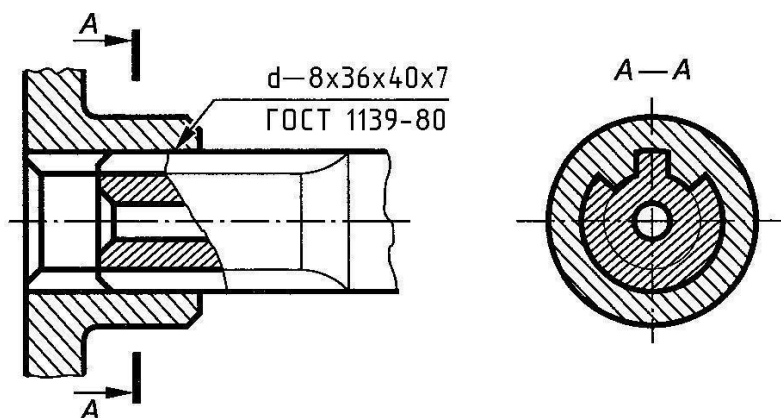


Рисунок 11.7 – Соединение шлицевое

Условное обозначение шлицевого соединения с прямобочным профилем на чертеже включает в себя способ центрирования (**d, D, b**), число шлицев **z**, внутренний диаметр **d**, наружный диаметр **D**, ширину шлица **b** и ГОСТ. Например, **D – 6 x 18 x 22 x 5 ГОСТ 1139–80**. Это обозначение выносится на полкувыноски со стрелкой, упирающейся в наружный контур вала (рисунок 117).

Вопросы и задания

1. Какие существуют виды шпонок?
2. Как обозначается шпоночное соединение?
3. Каковы виды шлицевых соединений?
4. Какой линией изображается граница шлицевой поверхности?
5. Что понимается под словом «центрирование»?

Задание 11.1. На формате А3 выполнить шпоночное и шлицевое соединение деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 9. Сначала в тонких линиях перерисовать задание в масштабе 1:1 без штриховки. Там, где стоит крестик, необходимо выполнить шпоночное соединение на указанном в задании диаметре. Наружный диаметр вала (**D**) для шлицевого соединения взять из заданных параметров шлицев с рисунка. Остальные размеры диаметров вала и ступиц и их длин выбрать самостоятельно. Там, где нет крестика выполнить шлицевое соединение. Затем выполнить сечения на следе секущей плоскости для шпонки и для шлицев (без буквенного обозначения). Произвести штриховку деталей с учетом, что вал на главном виде и на сечениях должен быть заштрихован

в одну и ту же сторону, а ступицы в противоположную. Выполнить обводку чертежа. Проставить на чертеже условное обозначение шпоночного и шлицевого соединений. Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, рисунок 9.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с.
2. 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.
3. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – ISBN 5-94157-479-7;
4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 303 с. – Доп. МО. – ISBN 978-5-16-005178-9;
5. Инженерная графика : учеб. пособие / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова, Л. В. Гереева, В. В. Князьков. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 299 с. : ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-222-21988-1;
6. Лагерь, А. И. Инженерная графика : учебник / А. И. Лагерь. – Изд. 6-е стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 335 с. – ISBN 978-5-06-006148-2;
7. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.

Практическое занятие 23. Соединения сварные

Цель: Получение навыков и умений построения неразъемных соединений.

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

- знание методов построения чертежей сборочных единиц (ПК-2);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- умение читать и выполнять чертежи элементов конструкций (ПК-2);
- умение составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД (ПК-2);
- владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей (ПК-2).

Актуальность темы: в конструкциях машин и оборудования часто используются сварные соединения. В этой связи необходимо изучение правил выполнения и оформления чертежей таких соединений.

Теоретическая часть

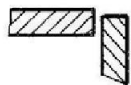
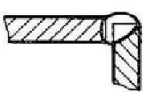
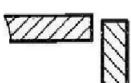
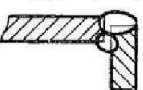
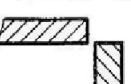
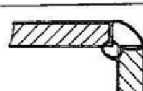
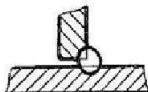
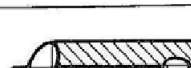
Сваркой называется процесс создания неразъемного соединения деталей путем местного нагрева их до расплавленного или пластичного состояния.

В зависимости от процессов, происходящих при сварке, различают **сварку плавлением и сварку давлением**. По способу нагрева сварку плавлением разделяют на газовую, электродуговую и химическую. В производстве наиболее широко используется ручная электродуговая сварка по ГОСТ 5264–80.

Классификация швов. В зависимости от взаимного положения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений: стыковое – **С**; угловое – **У**; тавровое – **Т**; нахлесточное – **Н**; торцовое – **Тр**. К буквенному обозначению добавляют цифровое (С15, У5, Т3, Н2), характеризующее вид подготовки кромок. Стыковые соединения имеют обозначения С1...С25, угловые – У1...У10, тавровые – Т1...Т11, нахлесточные – Н1...Н3.

По характеру выполнения сварные швы подразделяются на **односторонние и двусторонние**. Основные типы швов представлены в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Образцы сварных швов

Некоторые типы сварных швов ручной электродуговой сварки (по ГОСТ 5264-80)					
Вид соединения	Форма подготовленных крайков	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Условное обозначение шва
			подготовленных крайков	выполненного шва	
Стыковое	Без скоса крайков	Односторонний			C2
		Двусторонний			C4
	Со скосом одной кромки	Односторонний			C5
	Со скосом двух крайков	Односторонний			C15
Угловое	Без скоса крайков	Односторонний впристык			У2
		Двусторонний впристык			У3
		Односторонний			У4
		Двусторонний			У5
Тавровое	Без скоса крайков	Односторонний			Т1
		Двусторонний			Т3
Внахлестку	Без скоса крайков	Односторонний			Н1
		Двусторонний			Н2

По протяженности сварные швы подразделяются на **непрерывные и прерывистые**, которые могут быть с **цепным** (рисунок 12.1а) или **шахматным** (рисунок 12.1б) расположением проваренных участков, с указанием их длины l и шага t .

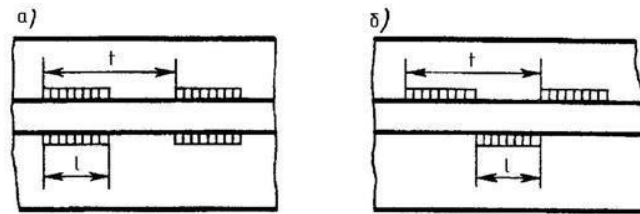


Рисунок 12.1– Типы сварных швов

Изображение и обозначение сварных соединений. На чертеже швы сварных соединений, независимо от их вида и способа сварки, *условно изображают* по ГОСТ 2.312 – 72: а) *сплошной основной линией* – видимый шов; б) *штриховой линией* – невидимый шов. Наличие сварного шва на изображении указывают *односторонней* стрелкой, линия выноски которой заканчивается полкой (рисунок 12.2).

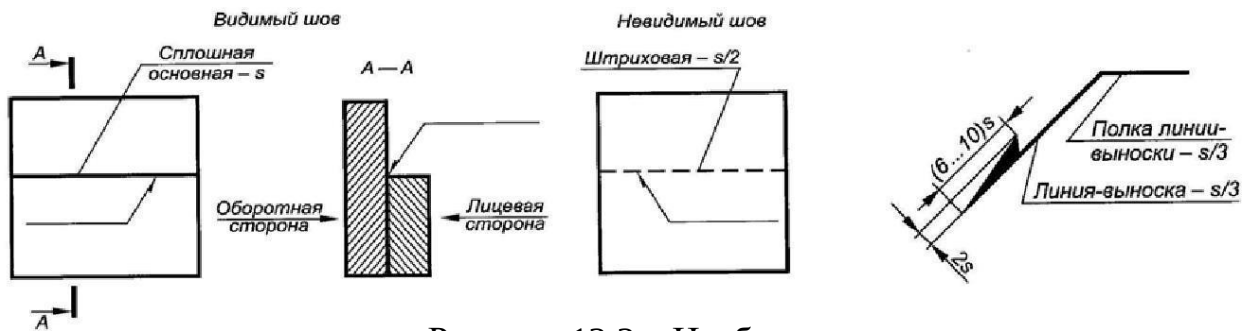


Рисунок 12.2 – Изображение швов

На полке линии-выноски записывают *условное обозначение* сварного шва: для видимого шва – над полкой, для невидимого – под полкой (рисунок 12.3, левый). При наличии одинаковых швов обозначение наносят у одного шва с указанием количества одинаковых швов на наклонной части, а у остальных швов проводят линии-выноски с полками для указания номера шва (рисунок 12.3, правый).

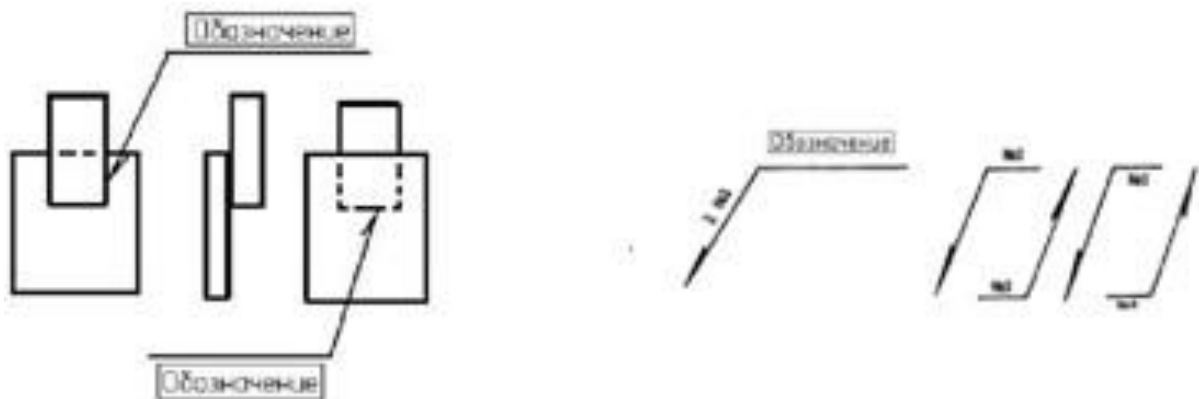


Рисунок 12.3 – Обозначение швов

Структура условного обозначения стандартного сварного шва приведена на рисунке 12.4.

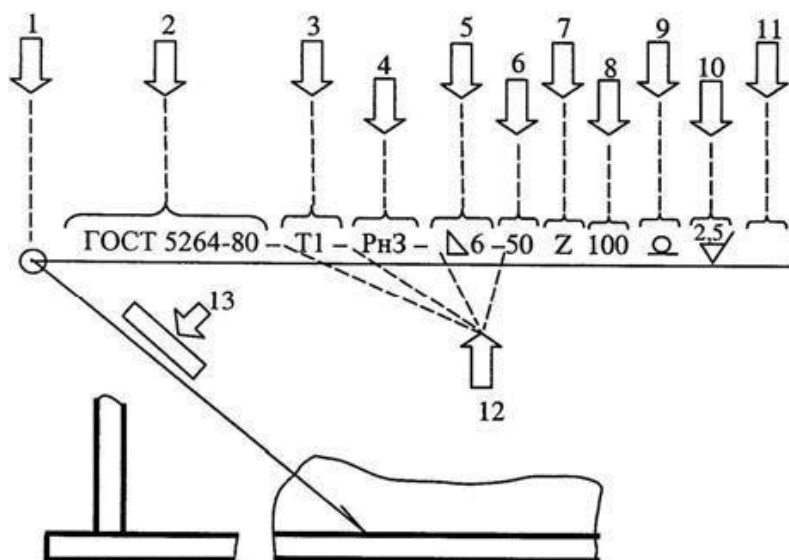


Рисунок 12.4 – Структура обозначения шва: 1 – шов по замкнутому контуру; 2 – номер стандарта; 3 – буквенно-цифровое обозначение шва: Т1 – тавровый, односторонний; 4 – способ сварки: РнЗ – ручная электродуговая неплавящимся электродом в защитных газах; 5 – катет шва и его размер: К=6 мм; 6...8 – шов прерывистый шахматный длиной 50 мм и шагом 100 мм; 9 – усиление шва снять; 10 – шероховатость поверхности; 11 – место для знака, что шов выполнен по незамкнутой линии; 12 – знак дефис; 13 – указание о контроле шва

Позиции 1, 5, 6, 7, 8, 9, 11 – это **вспомогательные знаки**, которые могут изменяться в зависимости от типа шва. Область их применения приведена в таблице 12.2.

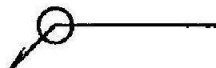
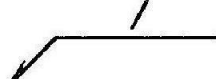
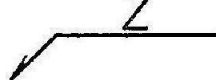
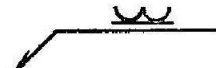
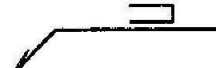
Если все сварные швы, хотя и разных типов, выполнены одним стандартом, то его обозначение на полке-выноске не указывают, а делают ссылку в технических требованиях, например, «Швы сварных соединений по ГОСТ 5264 – 80».

Вопросы и задания

1. По каким признакам классифицируются сварные швы?
2. Каково условное изображение сварных швов?
3. Какие данные указываются в условном обозначении швов?
4. Какой вид имеют стрелки линий-выносок при обозначении швов?

Таблица 12.2 – Знаки сварных швов

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

№ по пор.	Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Изображение на чертеже
1		Шов выполняется при монтаже изделия	
2		Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм	
3		Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$	
4		Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением	
5		Усиление шва снять (снять выпуклость сварного шва)	
6		Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу	
7		Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, когда расположение шва ясно из чертежа	
8		Знак катета шва для соединений угловых, тавровых и внахлестку	

Примечания: 1. Все вспомогательные знаки выполняют тонкими сплошными линиями.
2. Высота знаков должна быть одинакова с высотой цифр, входящих в условное обозначение шва.

Задание 12.1. На формате А4 выполнить сварное соединение деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 10. По наглядному изображению изделия выполнить два вида. Поставить условное обозначение сварных швов; указать позиции деталей; над основной надписью выполнить спецификацию для этого сборочного чертежа.

Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, на рисунке 10.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

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

2. 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.

3. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – ISBN 5-94157-479-7;

4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 303 с. – Доп. МО. – ISBN 978-5-16-005178-9;

5. Инженерная графика : учеб. пособие / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова, Л. В. Гереева, В. В. Князьков. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 299 с. : ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-222-21988-1;

6. Лагеръ, А. И. Инженерная графика : учебник / А. И. Лагеръ. – Изд. 6-е стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 335 с. – ISBN 978-5-06-006148-2;

7. Конакова, И.П. Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14 / И.П. Конакова, И.И. Пирогова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; науч. ред. С.Б. Комаров. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 113 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276270>

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

Практическое занятие 24. Сборочный чертеж изделия

Цель: получение навыков и умений выполнения сборочного чертежа.

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

- знание методов построения чертежей стандартных изделий и сборочных единиц (ПК-2);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- умение читать и выполнять сборочные чертежи (ПК-2);
- умение составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД (ПК-2);
- владение навыками пространственного представления и логического мышления (ПК-2);
- владение навыками технически грамотного выполнения чертежей (ПК-2).

Актуальность темы: При проектировании сборочных чертежей необходимо изучение правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

В соответствии с ГОСТ 2.109–73* **сборочный чертеж** должен содержать:

- а) изображение сборочной единицы, дающее полное представление о расположении и взаимосвязи составных частей, входящих в сборку, и обеспечивающее возможность осуществления ее сборки и контроля;
- б) размеры и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному чертежу;
- в) указания о характере сопряжения разъемных частей изделия и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п. во время сборки;
- г) указания о способе соединения деталей в неразъемных соединениях

(сварных, паяных и др.);

д) номера позиций составных частей, входящих в изделие; е) размеры габаритные, установочные, присоединительные, а также необходимые справочные размеры; Сборочный чертеж выполняется **с упрощениями**, установленными ЕСКД. Допускается не показывать на чертеже мелкие элементы: фаски, проточки, скругления, зазоры между сопрягающимися деталями, головка болта и гайка изображаются прямоугольными.

Последовательность выполнения учебного сборочного чертежа:

1-й этап. Установить назначение и принцип работы изделия.

2-й этап. Разборка изделия на составные части.

3-й этап. Уточнение способов соединения отдельных сопряженных деталей (резьба, сварка, развальцовка).

4-й этап. Выполнение эскизов нестандартных деталей изделия. Начинать надо с корпусной детали.

5-й этап. Составление спецификации.

6-й этап. Выполнение сборочного чертежа в тонких линиях. Начинают с выбора главного вида. Затем размещают другие изображения. Чертеж должен содержать минимально необходимое количество видов.

7-й этап. Нанесение на сборке габаритных, осевых, межцентровых и присоединительных размеров. Нанесение номеров позиций в соответствии со спецификацией. Заполнение основной надписи. Обводка чертежа.

Нанесение номеров позиций. На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с **номером позиций**, указанным в спецификации этой сборочной единицы (**т. е. после заполнения спецификации**). Номера позиций указывают на горизонтальных полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей на основных видах или разрезах. Полки располагают параллельно основной надписи вне контура изображения и **группируют в колонки и строчки**.

Одним концом линия-выноска должна заходить на изображение детали и заканчиваться точкой, а другим – соединяться с горизонтальной полкой.

Если деталь узкая или зачернена в разрезе, то точка заменяется стрелкой.

Линии-выноски проводят так, чтобы они не пересекались между собой, не были параллельны линиям штриховки и не пересекали размерных линий чертежа.

Размер шрифта номеров позиций должен быть **на один – два размера больше**, чем у чисел на том же чертеже.

Допускается проводить одну общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для: группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления (рисунок 14.1).

Номер позиции наносят на чертеже один раз. Порядок нумерации составных частей изделия следующий: вначале обозначают сборочные единицы изделия, затем его детали, далее стандартные изделия и в последнюю очередь материалы.

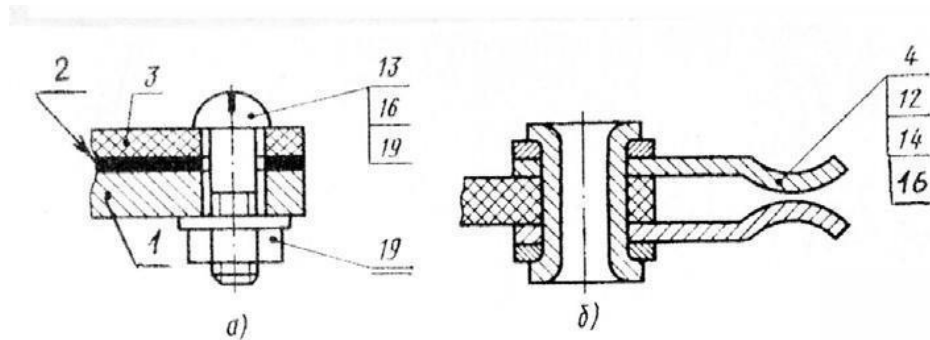


Рисунок 14.1 – Крепежная группа

Вопросы и задания

1. Что является основным конструкторским документом для сборочного чертежа?
2. Какие условности и упрощения допустимы при выполнении сборочного чертежа?
3. Какова последовательность чтения сборочного чертежа?
4. Какие размеры указывают на сборочном чертеже?
5. Каково назначение сборочных чертежей на производстве?

Задание 14.1. На формате А3 выполнить сборочный чертеж изделия и спецификацию к нему (спецификация будет выполнена на следующем практическом занятии). Для этого **формат А3 разделить на два формата А4**. В правой части листа подготовить основную надпись по форме 1 (для чертежей), а в левой

– по форме 2 (для текстовых документов).

Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 11. На формате **А4 правой части**, используя коэффициент пропорциональности масштаба, изобразить сборочный чертеж с разрезом. Проставить необходимые размеры.

Образец выполнения практического занятия приведен в Приложении Б, рисунок 12.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

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

2. 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.

3. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – ISBN 5-94157-479-7;

4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 303 с. – Доп. МО. – ISBN 978-5-16-005178-9;

5. Инженерная графика : учеб. пособие / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова, Л. В. Гереева, В. В. Князьков. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 299 с. : ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-222-21988-1;

6. Лагерь, А. И. Инженерная графика : учебник / А. И. Лагерь. – Изд. 6-е стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 335 с. – ISBN 978-5-06-006148-2;

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

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

Практическое занятие 25. Спецификация

Цель: получение навыков и умений составления спецификации к сборочному чертежу.

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

- знание методов построения чертежей стандартных изделий и сборочных единиц (ПК-13);
- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-2);
- умение читать сборочные чертежи (ПК-2);
- умение составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД (ПК-2);
- владение навыками технически грамотного выполнения текстовых документов (ПК-2).

Актуальность темы: знание принципов составления спецификации является неотъемлемой частью умения читать сборочные чертежи.

Теоретическая часть

Каждый сборочный чертеж сопровождается **спецификацией**, которая согласно ГОСТ 2.102–68 **является основным конструкторским документом**, определяющим состав сборочной единицы.

Спецификация необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство данного изделия (ГОСТ 2.108–68).

Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 по форме 1 как на рисунке 15.1. При этом основную надпись для заглавного листа выполняют по форме 2 (рисунок 15.2а), а для последующих листов по форме 2а (рисунок 15.2б).

6 6 8			70	63	10	22
Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			<u>Документация</u>			
А3			ПК 04.08.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Сборочные единицы</u>			
А3	1		ПК 04.08.01.00	Ролик	1	
			<u>Детали</u>			
А4	2		ПК 04.08.00.01	Скаба	1	
А4	3		ПК 04.08.00.02	Кольцо	2	
А4	4		ПК 04.08.00.03	Ось	1	
А4	5		ПК 04.08.00.04	Кольцо	1	
А4	6		ПК 04.08.00.05	Вилка	1	
			<u>Стандартные изделия</u>			
	7			Винт М12×20.36 ГОСТ 8878-64		
	8			Гайка М20.4 ГОСТ 5915-70		
	9			Шайба 20 ГОСТ 11371-68		

10				ПК 04.08.00.00.		
Изм/Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Проект						
Консульт						
Чертил						
Принял						

Обойма			Лит.	Лист	Листов
			У	1	2
			5	5	5
			КМТ		

Рисунок 15.1 – Спецификация

а)

7 10 23 15 10					185		
					Обозначение		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.							
Пров.							
Н. контр.							
Утв.							
					Наименование изделия		
					Лит.	Лист	Листов
					5	5	5
					15 20		

б)

7 10 23 15 10					185		
					Обозначение		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
					Лит		
					8		

Рисунок 15.2 – Формы основной надписи для спецификации

Если же чертеж сборочной единицы выполнен на листе формата **A4**, то там же может быть помещена ее спецификация. При этом шифр **СБ** в обозначении сборочного чертежа не проставляется.

На сборочном чертеже составные части изделия обозначаются номерами позиций из спецификации, **т. е. спецификация должна быть выполнена до простановки позиций на сборочном чертеже.**

Спецификацию заполняют сверху вниз. В общем случае она состоит из **восьми** разделов, которые располагают в такой последовательности:

- документация; комплексы; сборочные единицы;
- детали; стандартные изделия;
- прочие изделия; материалы; комплекты.

Названия разделов указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией (рисунок 15.1). После каждого заголовка оставляют свободную строку. Допускается резервировать и номера позиций, проставляя их у резервных строк.

Графы спецификации заполняют следующим образом (рисунок 15.1):

а) в графе «Формат» указывают форматы документов (например, A2, A3 или A4). Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе пишут «**БЧ**». В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» эту графу не заполняют;

б) графа «Зона» на учебных чертежах не заполняется;

в) в графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей. Эта графа для раздела «Документация» не заполняется;

г) в графе «Обозначение» записывается обозначение документа на изделие (сборочную единицу, деталь) в соответствии с ГОСТ 2.201 – 80. Но для учебных чертежей обозначение составных частей изделия записывается упрощенно. Например, запись **МЧ. 03.03.11.01** означает: МЧ – машиностроительное черчение; 03 – третий раздел; 03 – вариант; 11 – порядковый номер учебного чертежа; 01 – номер детали.

Эту графу для раздела стандартные изделия не заполняют (рисунок 15.1);

д) в графе «Наименование»:

– для раздела «Документация» указывают только наименование документа, например, «Сборочный чертеж»;

– для разделов «Сборочные единицы» и «Детали» указывают наименования деталей в соответствии с основными надписями на их чертежах. Для деталей, на которые не выполняются чертежи (код – БЧ), в этой графе указывают размеры и материалы для ее изготовления. Если деталь изготавливается из сортового материала (уголок, швеллер, двутавр), то в этой графе для неё указывают наименование проката, его номер, ГОСТ, материал и все необходимые размеры, например:

$$\text{Полка. Уголок} \frac{15 \times 15 \times 2 \text{ ГОСТ } 8509 - 72}{\text{Ст3 ГОСТ } 535 - 88}; \quad L = 30.$$

– для раздела «Стандартные изделия» указывают наименование и обозначение изделий в соответствии со стандартом на это изделие, например: «Гайка М6 ГОСТ 5915–70». Запись выполняют по группам деталей, объединенных по функциональному назначению (крепежные изделия, подшипники, кольца уплотнительные). В пределах каждой группы запись наименования делают в алфавитном порядке (болт, винт, гайка, шайба, шпилька, штифт и т. д.), а в пределах одного наименования в порядке возрастания номера ГОСТ, а в пределах одного ГОСТа – в порядке возрастания размеров изделия (М8, М12 и т. д.);

– в разделе «Материалы» указывается количество материала, требуемого для изделия, с указанием единицы измерения.

В основной надписи спецификации буквы **СБ** в конце обозначения не пишут.

Вопросы и задания.

1. Каково назначение спецификации?
2. На каком формате выполняется спецификация?
3. Какие графы и разделы содержит спецификация?
4. Какие изделия и в каком порядке указывают в разделе «Стандартные изделия»?

Задание 15.1. По перечню деталей, приведенному в вариантах задания 14.1, составить спецификацию. Образец выполнения практического занятия приведен в Приложении Б, рисунок 12.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 352 с.
2. 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.
3. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – ISBN 5-94157-479-7;
4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 303 с. – Доп. МО. – ISBN 978-5-16-005178-9;
5. Инженерная графика : учеб. пособие / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова, Л. В. Гереева, В. В. Князьков. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 299 с. : ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-222-21988-1;
6. Лагерь, А. И. Инженерная графика : учебник / А. И. Лагерь. – Изд. 6-е стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 335 с. – ISBN 978-5-06-006148-2;
7. Конакова, И.П. Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14 / И.П. Конакова, И.И. Пирогова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; науч. ред. С.Б. Комаров. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 113 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276270>
8. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсу «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»;
9. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.

Таблица 1- Данные к задачам 1.1,1.2, 1.3, 1.4

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
	В	x	10	20	-10	10	10	10	10	12	-15	5	5	10
		y	-35	5	13	5	20	30	-25	6	38	30	-25	25
		z	40	6	5	-20	45	12	65	40	15	5	15	10
	С	x	30	15	68	60	45	-63	90	40	55	60	-78	85
		y	60	70	-80	15	70	29	70	-70	80	30	50	35
		z	10	72	15	28	65	72	15	10	80	10	25	15
	D	x	10	20	5	10	15	5	-20	5	15	15	5	25
		y	60	30	15	10	5	15	-35	35	48	5	30	15

Таблица 2- Данные к задаче 1.4

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 3 – Данные к задачам 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 3.1, 3.2

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

Таблица 4- Данные к задаче 2.5

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AK/KB	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 5 – Данные к задачам 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 6.1-6.5

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

Таблица 6 – Данные к задачам 7.1, 7.2

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

Таблица 7 – Данные к задачам 7.3 - 7.5

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

Таблица 8 – Углы наклона следов P_1 и P_2 к оси X (в градусах)

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

Таблица 9 – Данные к задачам 7.8, 7.9

вариант			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Координаты	A	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
	B	x	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	13	15
		y	10	12	14	16	18	20	22	24	11	13	15	17
		z	8	10	12	14	16	18	20	24	26	29	17	23

Таблица 10 – Углы наклона следов P_1 и P_2 к оси X (в градусах)

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

Таблица 11 – Данные к задачам 7.12, 7.13

Варианты	A			B			C		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83

6	115	7	85	50	80	25	0	50	85
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80

Таблица 12 – Данные к задаче 8.1

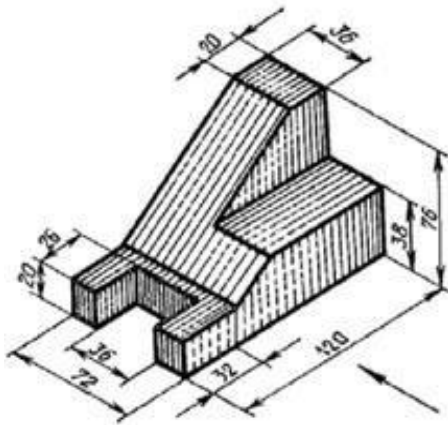
вариант	А			В			С			S			Z _R	α_{T2}^0
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z		
1	78	21	0	56	26	0	3	37	0	80	25	75	10	10
2	81	21	0	60	48	0	11	32	0	60	70	76	9	15
3	82	22	0	62	46	0	12	34	0	59	71	77	11	20
4	83	23	0	63	44	0	13	36	0	61	72	78	8	25
5	84	24	0	64	42	0	14	38	0	58	73	79	12	30
6	85	25	0	65	40	0	15	40	0	62	74	80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

Таблица 13 – Данные к задаче 9.1

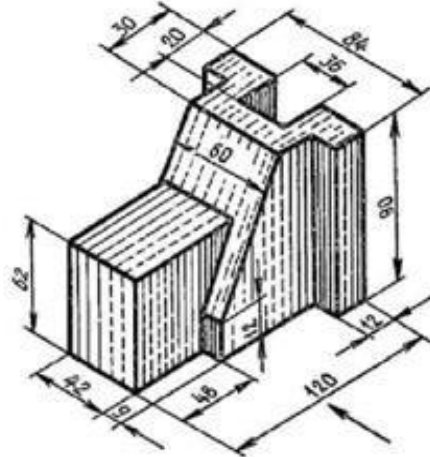
№	X _A	Y _A	Z _A	X _B	Y _B	Z _B	X _C	Y _C	Z _C	X _D	Y _D	Z _D	X _E	Y _E	Z _E	X _K	Y _K	X _G	Y _G	X _U	Y _U	<i>h</i>
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	16	20	55	95	85
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40	40	50	0	67	20	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

Таблица 14 - Данные к заданию 16.1

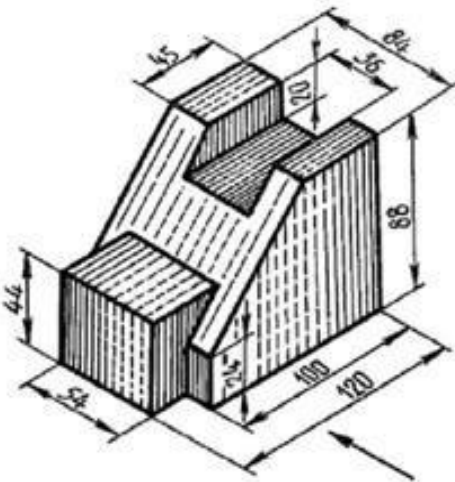
Вариант 1



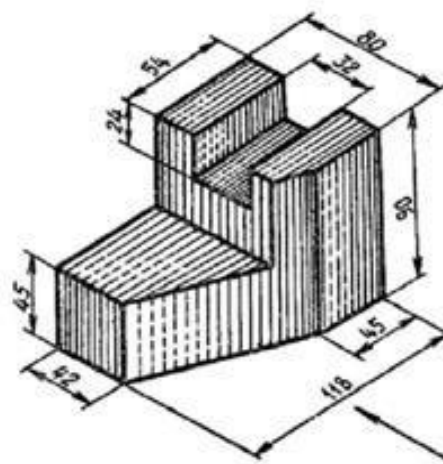
Вариант 2



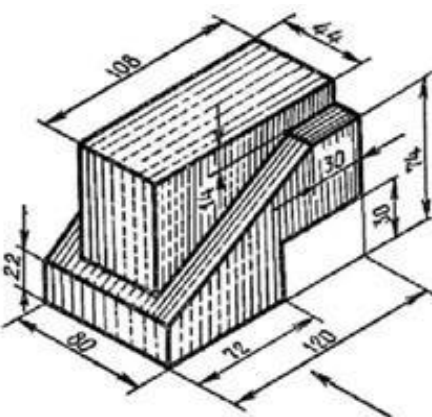
Вариант 3



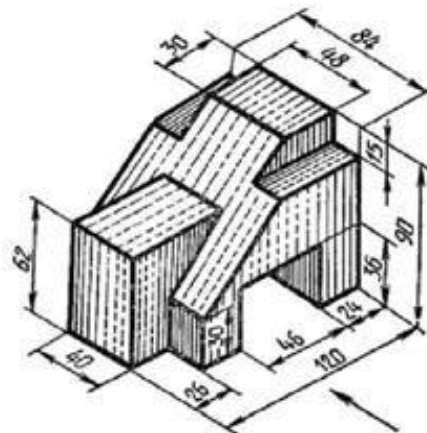
Вариант 4



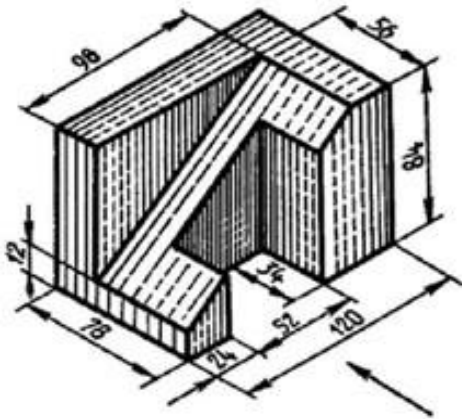
Вариант 5



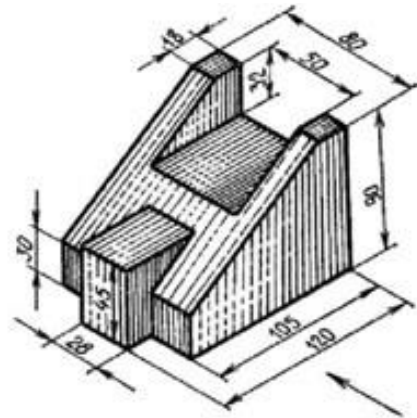
Вариант 6



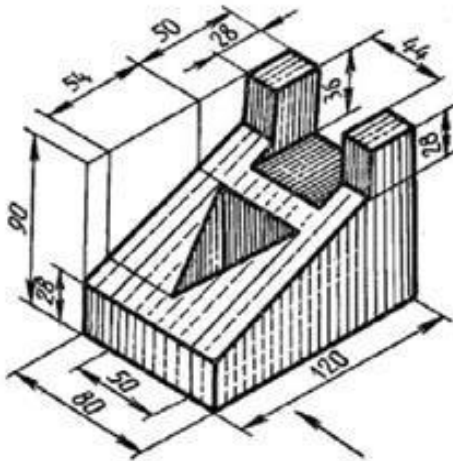
Вариант 7



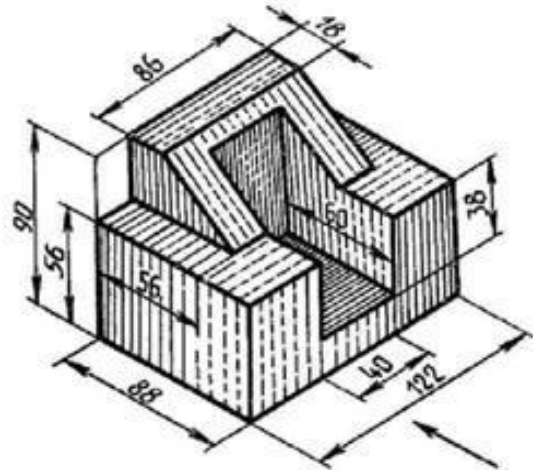
Вариант 8



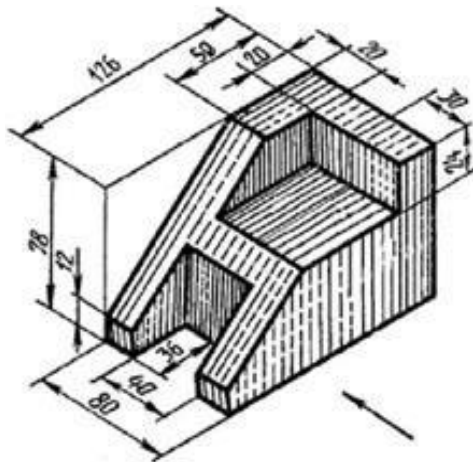
Вариант 9



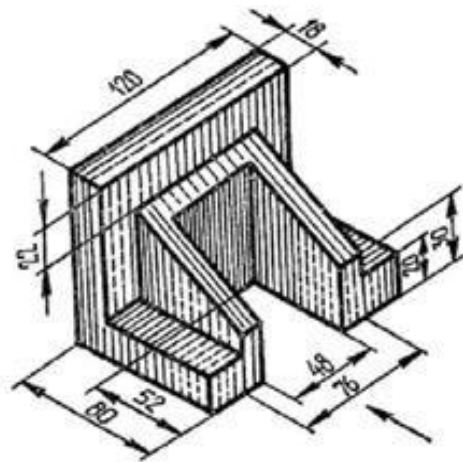
Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12



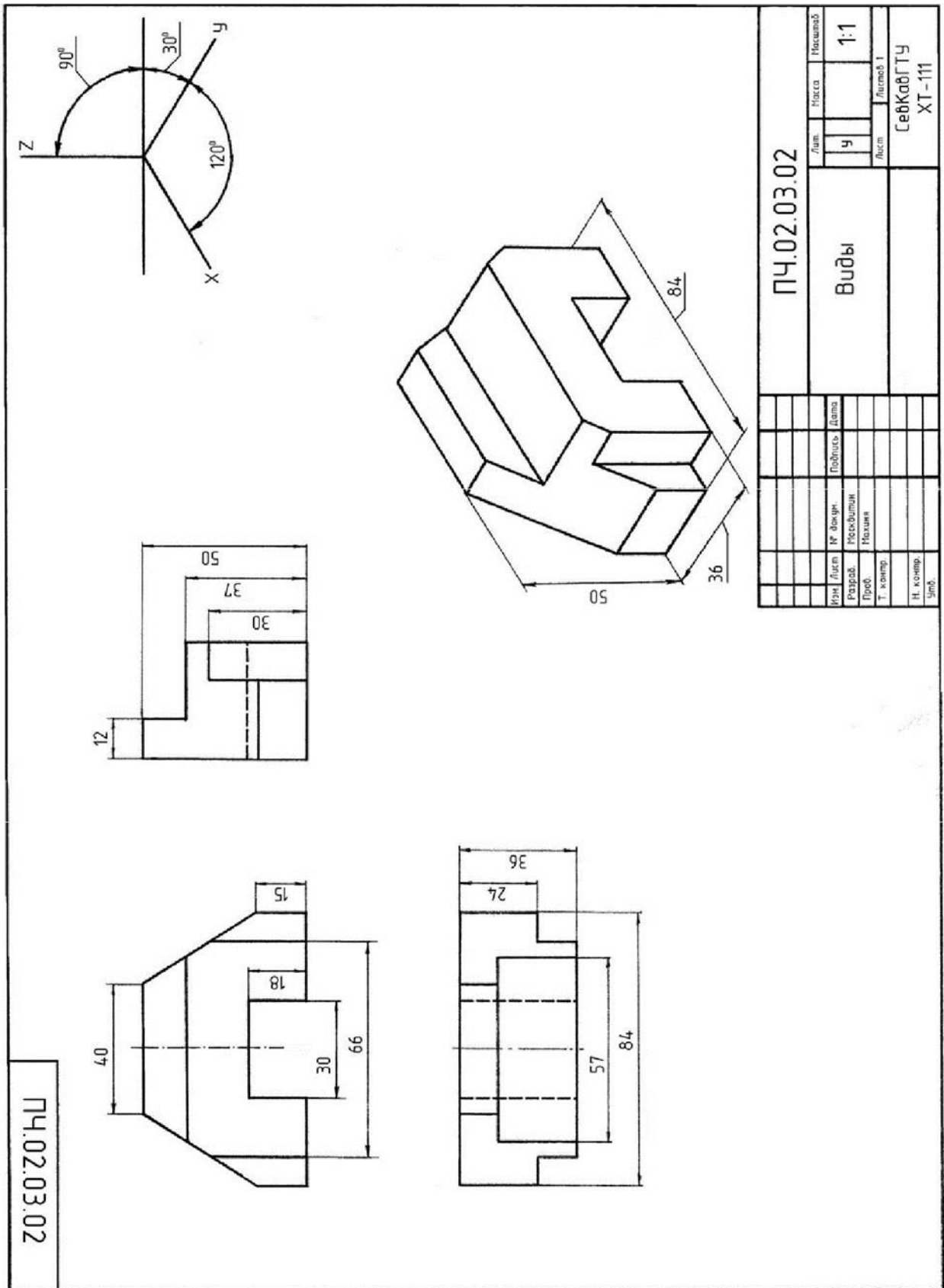


Рисунок 1 – Пример выполнения задания 16.1

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

для студентов направления подготовки
27.03.01 Стандартизация и метрология
Направленность (профиль): «Стандартизация, метрология и управление качеством»

Введение

В настоящее время актуальными становятся требования к личным качествам современного студента – умению самостоятельно пополнять и обновлять знания, вести самостоятельный поиск необходимого материала.

Ориентация учебного процесса на саморазвивающуюся личность делает невозможным процесс обучения без учета индивидуально-личностных особенностей обучаемых, предоставления им права выбора путей и способов обучения. Соответственно появляется новая цель образовательного процесса – воспитание компетентной личности, ориентированной на будущее, способной решать типичные проблемы и задачи исходя из учебного опыта и адекватной оценки конкретной производственной ситуации.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом.

Самостоятельная работа выполняет ряд функций в образовательном процессе. К ним относятся: развивающая – приобщение к творческой деятельности, повышение уровня умственного труда; воспитывающая – формирование и развитие профессиональных качеств будущего бакалавра; информационно-обучающая – самостоятельный поиск и отбор необходимой информации.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных знаний и умений студентов,
- углубления и расширения теоретических знаний,
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу,
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации,
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа студента подразделяется на внеаудиторную и аудиторную.

Внеаудиторная работа выполняется студентом по тщательно разработанному заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы определяется программой самостоятельной работы по дисциплине.

Перед выполнением студентами внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержания, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Аудиторная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Приступая к выполнению самостоятельной работы, студент должен внимательно ознакомиться с методическими рекомендациями по её выполнению.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов, на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

1. Организация и руководство внеаудиторной самостоятельной работы

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание рефератов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала,
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении самостоятельных работ,
- обоснованность и четкость изложения ответа.

Методические рекомендации по составлению конспекта. Конспект, план-конспект – это жанры работы с другим источником. Цель этих жанров – зафиксировать, переработать тот или иной научный

текст.

Конспект представляет собой дословные выписки из текста источника. При этом конспект – это не полное переписывание чужого текста. Обычно при написании конспекта сначала прочитывается текст-источник, в нём выделяются основные положения, подбираются примеры, идёт перекомпоновка материала, а уже затем оформляется текст конспекта. Конспект может быть полным, когда работа идёт со всем текстом источника или неполным, когда интерес представляет какой-либо один или несколько вопросов, затронутых в источнике.

План-конспект представляет собой более детальную проработку источника: составляется подробный, сложный план, в котором освещаются не только основные вопросы источника, но и частные. К каждому пункту или подпункту плана подбираются и выписываются цитаты.

Часто записей в виде плана и тезисов бывает недостаточно для полноценного усвоения материала. В этом случае прибегают к конспектированию, т.е. к переработке информации за счет ее свертывания.

Конспектом называется краткое последовательное изложение содержания статьи, книги, лекции. Его основу составляют план тезисы, выписки, цитаты. Конспект в отличие от тезисов воспроизводит не только мысли оригинала, но и связь между ними, в конспекте отражается не только то, о чем говорится в работе, но и что утверждается, и как доказывается.

Существуют разнообразные виды и способы конспектирования. Одним из наиболее распространенных является, так называемый текстуальный конспект, который представляет собой последовательную запись текста книги или лекции. Такой конспект точно передает логику материала и максимум информации.

Общую последовательность действий при составлении текстуального конспекта можно определить таким образом:

1. Уяснить цели и задачи конспектирования.
2. Ознакомиться с произведением в целом: прочитать предисловие, введение, оглавление и выделить информационно значимые разделы текста.
3. Внимательно прочитать текст параграфа, главы и отметить информационно значимые места.
4. Составить конспект, для этого:
 - сделать библиографическое описание конспектируемого источника;
 - последовательно выделить в тексте тезисы и записать их с последующей аргументацией;
 - написать краткое резюме – обобщить текст конспекта, выделить основное содержание проработанного материала, дать ему оценку.

Конспекты могут быть плановыми, пишутся на основе составленного плана статьи, книги. Каждому вопросу плана соответствует определенная часть конспекта.

Удобно в этом случае воспользоваться вопросным планом. В левой части страницы вы ставите проблемы, затронутые в книге в виде вопросов, а в правой части страницы даете на них ответы.

Очень удобно пользоваться схематичной записью прочитанного. Составление конспектов-схем служит не только для запоминания материала. Такая работа становится средством развития способности выделять самое главное, существенное в учебном материале, классифицировать информацию.

Схемы могут быть простыми, в которых записываются самые основные понятия без объяснений. Такая схема используется, если материал не вызывает затруднений при воспроизведении.

Действия при составлении конспекта – схемы могут быть такими:

1. Подберите факты для составления схемы.
2. Выделите среди них основные, общие понятия.
3. Определите ключевые слова, фразы, помогающие раскрыть суть основного понятия.
4. Сгруппируйте факты в логической последовательности.
5. Дайте название выделенным группам.
6. Заполните схему данными.

Те учащиеся, которые не могут положиться на свою память, должны иметь зрительную опору, которая является удобным способом проверки и запоминания информации.

Такой опорой может служить опорный конспект. Это творческий вид работы был введен в учебную деятельность Шаталовым В.Ф. известным педагогом-новатором и получил название «опорный сигнал». В опорном сигнале содержание информации «кодируется» с помощью сочетания графических символов, знаков, рисунков, ключевых слов, цифр и т.п. Такая запись учебного материала позволяет быстро и без труда его запомнить, мгновенно восстановить в памяти в нужный момент.

При любом виде конспектирования важно не забывать о том, что:

Записи полезно делить, для этого используются:

1. Подзаголовки.
2. Абзацные отступы.
3. Пробельные строки.

Всё это повышает удобочитаемость, организует запись.

При конспектировании нужно пользоваться оформительскими средствами:

1. Делать в тексте конспекта подчёркивания, а на полях тетради отчёркивания «например, вертикальные»
2. Заключать законы, основные понятия, правила и т.п. в рамки.
3. Пользоваться при записи различными цветами.
4. Писать разными шрифтами.

Методические рекомендации по выполнению презентации. Одним из актуальных и распространённых направлений внедрения использования информационных технологий в образовательный процесс учебного заведения являются мультимедийные презентационные технологии.

У термина презентация (от лат. praesento — передаю, вручаю или англ. present — представлять) два значения — широкое и узкое. В широком смысле слова презентация — это выступление, доклад, защита законченного или перспективного проекта, представление на обсуждение рабочего проекта, результатов внедрения и т.п. В узком смысле слова презентации — это электронные документы особого рода. Они отличаются комплексным мультимедийным содержанием и особыми возможностями управления воспроизведением (может быть автоматическим или интерактивным). Далее этот термин будет использоваться в узком смысле этого слова.

Презентация наглядно отображает на экране в сжатом виде весь отобранный автором материал. Документы этого типа готовятся с помощью специальных программных средств, но при этом широко используются и традиционные универсальные средства, такие как текстовые и табличные процессоры, графические редакторы, средства обработки звуковой и видеoinформации.

Сравнение таких программных средств подготовки электронных презентаций, как Corel Presentation 9, Presentation и Microsoft PowerPoint позволило сделать выбор в пользу последнего — в силу его широкого распространения, доступности интерфейса при достаточно больших возможностях анимации предоставляемого материала, импорта различных графических приложений, видео- и звуковых материалов.

Общая характеристика основных структурных элементов презентации

Основной единицей электронной презентации в среде PowerPoint является слайд, или кадр представления информации, учитывающий эргономические требования визуального восприятия информации.

Каждая электронная презентация с одной стороны, должна быть в значительной степени автономным программным продуктом, а с другой — отвечать некоторым общим стандартам по своей внутренней структуре и форматам содержащихся в ней исходных данных (формат рисунков, дизайн таблиц и т.п.).

Обязательными структурными элементами, как правило, являются:

- обложка;
- титовый слайд;
- оглавление;
- основной материал (включая текст, схемы, таблицы, иллюстрации, графики);
- информационные ресурсы по теме.

При этом содержательное наполнение указанных слайдов может быть прокомментировано следующим образом.

Обложка должна быть по возможности красочной. Для этого следует оформить ее с помощью графических вставок и фонов. Дизайн обложки должен способствовать улучшению эмоционального состояния человека и повышать его интерес к предмету.

Титульный слайд должен включать:

- название темы;
- информацию об образовательном учреждении;
- сведения об авторе;
- дату разработки;
- информацию о местоположении информации в сети, на локальном компьютере и имя файла.

Оглавление является очень важным структурным элементом презентации. С одной стороны, оно должно быть достаточно подробным, чтобы обеспечивать оперативный доступ (через гипертекстовые ссылки) к ее сравнительно небольшим содержательным частям, с другой стороны, максимально обозримым, т.е. находиться на одном слайде. Практика показывает, что таким требованиям, как правило, удовлетворяет двухуровневое оглавление (разделы и подразделы).

Оглавление может представлять сокращенное графически-текстовое изображение содержания, помогающее понять структуру материала, идеи, заложенные в нем, и сопоставляющее отдельные фрагменты содержания презентации с некими графическими образами, способствующими ассоциативному запоминанию.

Основной материал в электронной презентации, как правило, представлен в краткой форме, что имеет достаточно веские основания для существования наряду с полным учебным материалом. Такое

представление дает качественно иной ракурс для рассмотрения содержания, что достаточно эффективно как на этапе вводных занятий по теме, так и на этапе обобщения и систематизации учебного материала.

Изложение содержания материала может осуществляться в виде текста, рисунков, таблиц, графиков и т.п. При этом графическое представление учебного материала позволяет передать необходимый объем информации при краткости его изложения.

Информационное обеспечение презентации удобно организовать в виде гипертекстовой системы, при которой фрагменты текста с элементами графики соединяются между собой с помощью специальных гиперсвязей в сеть. С помощью гиперссылок можно получить на экране дополнительную или поясняющую информацию, организовать многократное обращение к одним и тем же информационным объектам из разных мест презентации.

Каждый слайд, презентующий материал, как правило, содержит:

- область отображения местоположения страницы в контенте презентации;
- одно или несколько текстовых полей. Текст может включать небольшие графические вставки (формулы, графики, таблицы и т.п.);
- область для размещения элементов управления на странице.

Следует выделить наиболее общие требования к средствам, формам и способам представления содержания самостоятельного материала в электронной презентации:

- сжатость и краткость изложения, максимальная информативность текста;
- объединение связанных информационных элементов в целостно воспринимающиеся группы;
- каждому положению (каждой идее) должен быть отведен отдельный абзац текста;
- основная идея абзаца должна находиться в самом начале (в первой строке абзаца). Это связано с тем, что лучше всего запоминаются первая и последняя мысли абзаца;

предпочтительнее использование табличного (матричного) формата предъявления материала, который позволяет представить материал в компактной форме и наглядно показать связи между различными понятиями;

при проектировании характера и последовательности предъявления материала должен соблюдаться принцип стадийности: информация может разделяться в пространстве (одновременное отображение в разных зонах одного слайда) или во времени (размещение информации на последовательно демонстрируемых слайдах);

вся вербальная информация должна тщательно проверяться на отсутствие орфографических, грамматических и стилистических ошибок;

графика должна органично дополнять текст. Динамика взаимоотношений визуальных и вербальных элементов и их количество определяются функциональной направленностью материала.

При этом большие иллюстрации могут храниться в отдельном альбоме рисунков (графиков, схем, фотографий), оформляемом в виде самостоятельного модуля презентации.

2 Организация и руководство аудиторной самостоятельной работы

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Основными видами аудиторной самостоятельной работы являются:

- выполнение лабораторных/практических работ по инструкциям;
- работа с литературой и другими источниками информации, в том числе электронными;
- само- и взаимопроверка выполненных заданий;
- решение проблемных и ситуационных задач.

Выполнение лабораторных работ осуществляется на лабораторных занятиях в соответствии с графиком учебного процесса.

Для обеспечения самостоятельной работы преподавателями разрабатываются методические указания по выполнению лабораторной работы.

Работа с литературой, другими источниками информации, в т.ч. электронными может реализовываться на семинарских занятиях. Данные источники информации могут быть представлены на бумажном и/или электронном носителях, в том числе, в сети Internet.

Преподаватель формулирует цель работы с данным источником информации, определяет время на проработку документа и форму отчетности. Само и взаимопроверка выполненных заданий чаще используется на семинарском, практическом занятии и имеет своей целью приобретение таких навыков как наблюдение, анализ ответов сокурсников, сверка собственных результатов с эталонами.

Решение проблемных и ситуационных задач используется на лекционном, семинарском, практическом и других видах занятий. Проблемная/ситуационная задача должна иметь четкую формулировку, к ней должны быть поставлены вопросы, ответы на которые необходимо найти и обосновать.

Критерии оценки правильности решения проблемной/ситуационной задачи должны быть известны всем обучающимся.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных/практических занятий. Прежде чем приступить к выполнению лабораторного и практического занятия, необходимо: тщательно изучить содержание работы и порядок ее выполнения; повторить теоретический материал; подготовить таблицы для занесения результатов наблюдений и вычислений.

Работы выполняются в лабораториях кафедры в часы занятий по расписанию.

Лабораторные работы выполняются бригадами, обычно из 2-5 человек. В процессе работы каждый член бригады выполняет определенные обязанности. В последующих работах эти обязанности должны меняться так, чтобы каждый член бригады смог приобрести навыки по различным видам работ лабораторного исследования. При завершении работы студенты составляют письменный отчет о выполнении работы.

Требования к отчетам по лабораторным и практическим занятиям. Отчеты по лабораторным и практическим занятиям следует оформлять в тетради для каждого студента отдельно.

Отчет выполняется рукописным способом пастой синего цвета, четко и аккуратно или с применением печатающих устройств вывода ЭВМ (ПК).

Чертежи, схемы, рисунки и таблицы следует выполнять карандашом, по линейке (при ручном вычерчивании).

Ответы на контрольные вопросы прописываются в отчете и могут быть оформлены как на занятии, аудиторно, так и дома, внеаудиторно.

Отчет по каждой работе должен содержать:

- наименование работы;
- цель работы;
- основные приборы, материалы и оборудование;
- схемы (чертежи, рисунки), таблицы измерений, расчетов при необходимости;
- методы исследования;
- расчеты;
- графический материал (графики, характеристики, диаграммы) при необходимости;
- анализ полученных данных и выводы по работе;
- ответы на контрольные вопросы.

Критерии оценки:

- наличие отчета с правильно и аккуратно выполненными записями, таблицами, рисунками, чертежами, графиками, вычислениями и выводами;
- степень самостоятельности студента при выполнении работы;
- четкость проведения опыта в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- соблюдение требований безопасности труда;
- знание студентом ответов на контрольные вопросы.

3. Подготовка к зачету и экзамену

Каждый учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией.

Подготовка к зачетно-экзаменационной сессии, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой студента.

Основное в подготовке к сессии – повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет или экзамен. Только тот студент успевает, кто хорошо усвоил учебный материал.

Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь учебный материал.

Все это зачастую невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к зачету или экзамену будет трудным, а иногда и непосильным делом, а конечный результат – возможное отчисление из учебного заведения.