

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»
Факультет инженерных систем и экологии
Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

СОГЛАСОВАНО Заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции  В.Г.Новосельцев «24» 06 2025 г.	СОГЛАСОВАНО Декан факультета электронно- информационных технологий  В.С.Разумейчик «24» 06 2025 г.
--	---

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

для специальностей
6-05-0713-02 Электронные системы и технологии
(профилизация: Компоненты киберфизических систем)
6-05-0611-05 Компьютерная инженерия
(профилизация: Программируемые мобильные системы)
6-05-0611-05 Компьютерная инженерия
(профилизация: Вычислительные машины, системы и сети)

Составитель: Дмитрий Владимирович Омель, старший преподаватель кафедры
теплогазоснабжения и вентиляции

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета
университета 26.06.2025 г., протокол № 4.

Брест 2025

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	5
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	7
1.1 Общие сведения	7
1.2 Основные правила оформления чертежей.....	7
1.2.1 Форматы.	7
1.2.2 Масштабы.	8
1.2.3 Линии.	9
1.2.4 Шрифты.	11
1.2.5 Нанесение размеров на чертежах.	15
1.2.6 Графические изображения материалов.	17
1.3 Геометрические построения	18
1.3.1. Сопряжения	18
1.3.2 Уклон и конусность.	21
1.3.3 Деление окружности на равные части.	22
1.4 Виды. Разрезы. Сечения. Аксонометрия.	22
1.4.1 Виды.	22
1.4.2 Разрезы.	24
1.4.3 Сечения	26
1.4.4 Аксонометрические проекции	27
1.5 Разъемные резьбовые соединения.	30
1.5.1 Разъемные резьбовые соединения	30
1.5.2 Изображение резьбы на чертежах	32
1.5.3 Болтовое соединение	33
1.5.4 Винтовое соединение	37
1.5.5 Условные изображения болтового и винтового соединений	41
1.6 Неразъемные соединения	41
1.6.1 Паяные соединения	41
1.6.2 Клеевые соединения	43
1.6.3 Изображение соединений пайкой и склеиванием	43
1.7 Эскизирование деталей. Деталировочный чертеж.	45
1.7.1 Чертежи общих видов	45
1.7.2 Сборочные чертежи	46

1.7.3 Детализовочные чертежи	48
1.7.4 Эскизирование деталей.....	48
1.8 Пересечение поверхности плоскостью. Построение развертки	50
1.8.1 Сечение гранных тел проецирующими плоскостями.	50
1.8.2 Построение разверток.....	52
1.9 Пересечение поверхностей.....	56
1.9.1 Метод вспомогательных секущих плоскостей-посредников	56
1.9.2 Пересечение поверхностей вращения.....	57
1.9.3 Пересечение поверхностей вращения.....	58
1.9.4 Пересечение поверхности вращения с гранной поверхностью.....	59
1.9.5 Пересечение гранных поверхностей.....	60
1.10 Схемы электрические	61
1.10.1 Правила выполнения чертежей схем	61
1.10.2 Общие требования к выполнению чертежей схем	63
1.10.3 Схема электрическая структурная	66
1.10.4 Схема электрическая принципиальная	68
1.11 Основы дизайна в системах векторной и растровой графики	74
1.11.1 Растровые и векторные графические изображения.	74
1.11.2 Форматы графических файлов.	76
1.11.3 Графические редакторы.	78
2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	83
2.1 Примерный перечень графических работ по дисциплине и их содержание.....	83
2.1.1 Графическая работа №1	83
2.1.2 Графическая работа №2	83
2.1.3 Графическая работа №3	84
2.1.4 Графическая работа №4	84
2.1.5 Графическая работа №5	85
2.1.6 Графическая работа №6	86
2.1.7 Графическая работа №7	86
2.1.8 Графическая работа №8	87
2.1.9 Графическая работа №9	87
2.2 Перечень методических рекомендаций к выполнению графических работ	88
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	89
3.1. Вопросы для подготовки к зачёту по дисциплине «основы компьютерной графики»	89
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	94

4.1 Учебная программа дисциплины «Инженерная компьютерная графика»	94
4.1.1 Пояснительная записка	94
4.1.2. Содержание учебного материала.....	98
4.1.3. Учебно-методическая карта учебной дисциплины	100
4.1.4. Информационно-методическая часть	101
РЕЦЕНЗИИ	112

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно–методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика» создан в соответствии с требованиями Постановления Министерства образования Республики Беларусь № 427 от 08.11.2022 г. «Об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования», Положения Брестского государственного технического университета № 8 от 13.01.2023 г. «Об учебно-методическом комплексе по учебной дисциплине» и предназначен для студентов специальностей 6-05-0713-02 Электронные системы и технологии (профилизация: Компоненты киберфизических систем), 6-05-0611-05 Компьютерная инженерия (профилизации: Программируемые мобильные системы; Вычислительные машины, системы и сети).

Содержание разделов ЭУМК соответствует образовательным стандартам данных специальностей, структуре и тематике учебной программы по дисциплине «Инженерная компьютерная графика».

Цели ЭУМК:

- повышение эффективности образовательного процесса;
- обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;
- организация эффективной самостоятельной работы студентов;
- внедрение перспективных технологий хранения и передачи информации в электронном виде;
- обеспечение открытости и доступности образовательных ресурсов путем размещения ЭУМК в локальной сети университета.

Структура ЭУМК включает:

1. Теоретический раздел, состоящий из конспекта лекций по основным темам курса.
2. Практический раздел, в котором представлены материалы для проведения практических учебных занятий в виде методических указаний для выполнения индивидуальных графических работ.
3. Раздел контроля знаний, который содержит перечень зачетных вопросов и задач, позволяющих определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.
4. Вспомогательный раздел представлен в виде учебной программы по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика» и перечень изданий, рекомендуемых для изучения.

Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

- при проведении лекционных и практических занятий преподавателем используется компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийный проектор;
- при подготовке к зачету, выполнению и защите индивидуальных графических работ студенты могут использовать конспект лекций и набор презентаций и видео-уроков;
- практические занятия проводятся в компьютерном классе (оборудованном персональными компьютерами с установленным лицензионным программным обеспечением, а также возможностью доступа к локальной компьютерной сети университета) с использованием представленных в ЭУМК методических указаний и системы автоматизированного проектирования AutoCAD;
- в течение семестра выполняются графические работы (брошюруются в альбом), проводятся промежуточные аттестационные работы, зачет проводится в письменном виде или на компьютере, вопросы и задачи для зачета приведены в разделе контроля знаний.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Общие сведения

Чертеж — это своеобразный язык, с помощью которого, используя всего лишь точки, линии и ограниченное число знаков и цифр, человек имеет возможность изобразить на плоскости геометрические фигуры или их сочетание (машины, приборы, инженерные сооружения и т. д.). Причем этот графический язык является интернациональным, он понятен любому технически грамотному человеку, независимо от того, на каком языке он говорит. Иными словами, для выполнения чертежа необходимы знания правильного его оформления, т.е. знания ГОСТов и «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД). В ГОСТах даны единые нормы и правила составления чертежей, а также стандартные условные изображения и обозначения.

Научно-технический прогресс и рост производительных сил предъявляют высокие требования к подготовке высококвалифицированных инженеров, имеющих глубокие теоретические знания и твердые практические навыки по специальности. Одним из условий успешного овладения техническими знаниями является графическая грамотность, т. е. умение выполнять и читать чертежи.

1.2 Основные правила оформления чертежей

1.2.1 Форматы.

Во всех отраслях производства чертежи и техническая документация выполняются на листах строго определенных размеров. ГОСТ 2.301-68 устанавливает пять основных форматов чертежей - форматы А0, А1, А2, А3, А4, (рис. 1).

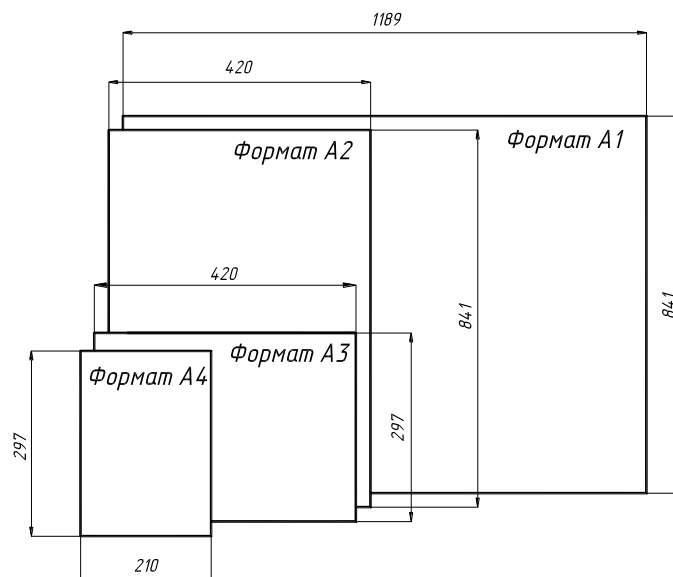


Рисунок 1.1

Дополнительные форматы образуются путем увеличения коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкими линиями. Поле чертежа ограничивается внутренней рамкой, которая выполняется сплошной толстой линией. Поле формата шириной 20 мм оставляется для подшивки чертежа (рис.2).

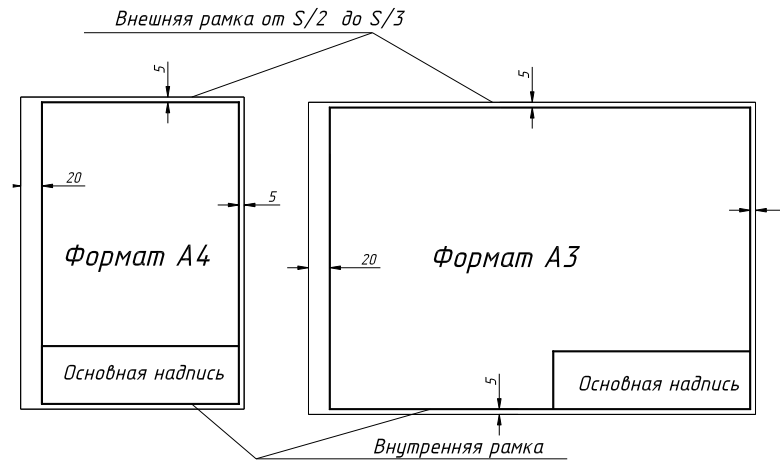


Рисунок 1.2

В правом нижнем углу выполняется основная надпись (ГОСТ 2.104-68). Штамп для основной надписи формата А4 располагают только вдоль короткой стороны листа (см. рис. 2). Размеры и заполнение основной надписи приведены на рис. 3.

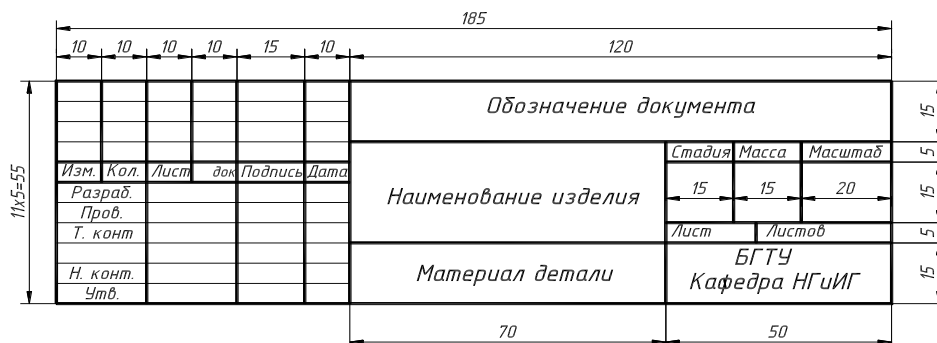


Рисунок 1.3

Обозначение документа, изделия, объекта (шифр), например:

1 - 53 01 02. AC45. 01. 30

где, 1 - 53 01 02 – шифр специальности; AC45 – номер группы; 01– порядковый номер работы; 30 – № варианта.

1.2.2 Масштабы.

Масштабы для вычерчивания чертежей принимаются по ГОСТ 2.302-68 «Масштабы» (табл. 1). Масштаб – это отношение линейных размеров на чертеже к действительным. На чертежах *всегда* наносятся *действительные* размеры в

миллиметрах. Применение масштабов распространяется только на *величину изображения*.

Если на листе все чертежи выполнены в одном масштабе, то в соответствующей графе основной надписи ставится только этот масштаб; если нет, то в графе основной надписи ставят прочерк, а масштаб указывают непосредственно рядом с надписью в скобках, например: А-А (1:10); Б (1:50).

Таблица 1.1

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

1.2.3 Линии.

Типы линий при выполнении чертежей, их наименование, начертание, толщину и основное назначение устанавливает ГОСТ 2.303-68 «Линии» (табл. 2).

Толщина сплошной основной линии *s* должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа.

На изображении детали (рис. 4) показан пример применения типов линий в соответствии с ГОСТ 2.303-68.

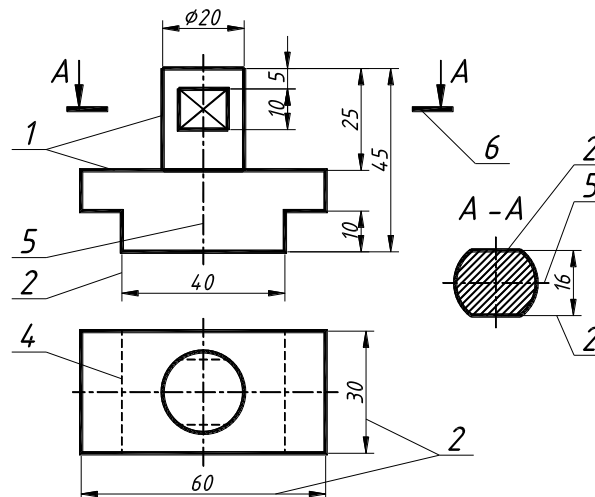
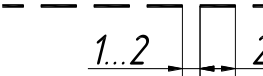
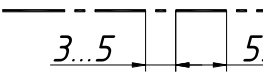


Рисунок 1.4

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже. Длина штрихов и промежутки между ними должны быть одинаковыми на всем чертеже.

Таблица 1.2

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		s	Линии видимого контура. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза).
2. Сплошная тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски, полки линий-выносок. Линии построения характерных точек при специальных построениях.
3. Сплошная волнистая		От $s/3$ до $s/2$	Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза.
4. Штриховая		От $s/3$ до $s/2$	Линии невидимого контура. Линии пересечения невидимые.
5. Штрихпунктирная тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии осевые и центровые. Линии сечений, являющихся осями симметрии для вынесенных сечений.
6. Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2} s$	Линии сечений.
7. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии сгиба на развертках.

Штрихпунктирные и штриховые линии должны заканчиваться и пересекаться штрихами. При начертании штрихпунктирной линии вместо точки можно наносить маленький штрих (≈ 1 мм). Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве

центровых, следует заменять сплошными тонкими, если диаметр окружности менее 12 мм. Осевые и центровые линии должны выступать за контур изображения на 2-5 мм.

Линии-выноски различных обозначений не должны пересекаться между собой.

1.2.4 Шрифты.

При выполнении на чертежах надписей используют шрифты чертежные по ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные», прямой и наклонный (угол наклона 75°).

Высота прописных (заглавных) букв и цифр, применяемых наиболее часто в студенческих чертежах, равна: 1.8; 2.5; 3.5; 5; 7; 10; 14 и 20 мм (табл. 3). Расстояние между цифрами и отдельными словами должно быть не менее ширины буквы текста, а расстояние между основаниями строк не менее 1,5 высоты шрифта.

Размер шрифта определяется высотой h прописных (заглавных) букв в миллиметрах.

Таблица 1.3

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм									
Высота прописных букв	h	$(10/10)h$	10d	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	
Высота строчных букв	c	$(7/10)h$	7d	1.3	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	
Расстояние между буквами	a	$(2/10)h$	2d	0.35	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(17/10)h$	17d	3.1	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10)h$	6d	1.1	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.4	12.0	
Толщина линий шрифта	d	$(1/10)h$	d	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0	

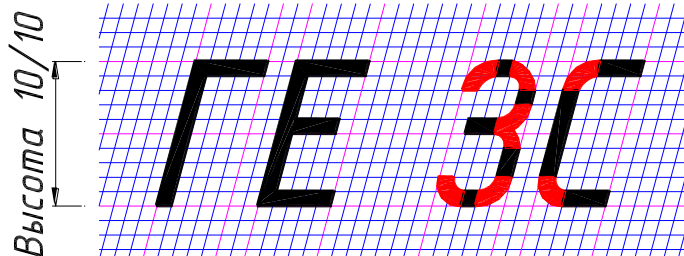
Таблица 1.4

Шрифт		Буквы и цифры	Ширина букв
ТТ Б	Прописные буквы	Г, Е, З, С	5/10 h
		Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, У, Т, Ц, Ч, Ъ, Э, Я	6/10 h
		А, Д, М, Х, Ы, Ю	7/10 h
		Ж, Ф, Ш, Щ, Ь	8/10 h
	Строчные буквы	з, с	4/10 h
		а, б, в, г, д, е, и, й, к, л, н, о, п, р, у, х, ч, ц, ъ, э, я	5/10 h
		м, ъ, ы, ю	6/10 h
		ж, т, ф, ш, щ	7/10 h
	Цифры	1	3/10 h
		2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	5/10 h
		4	6/10 h

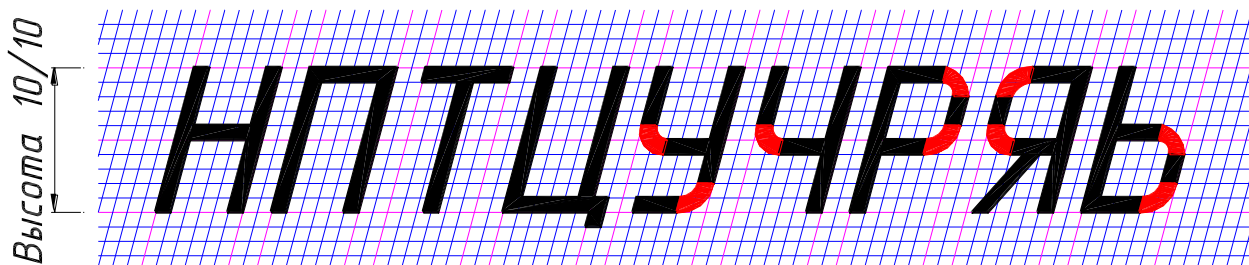
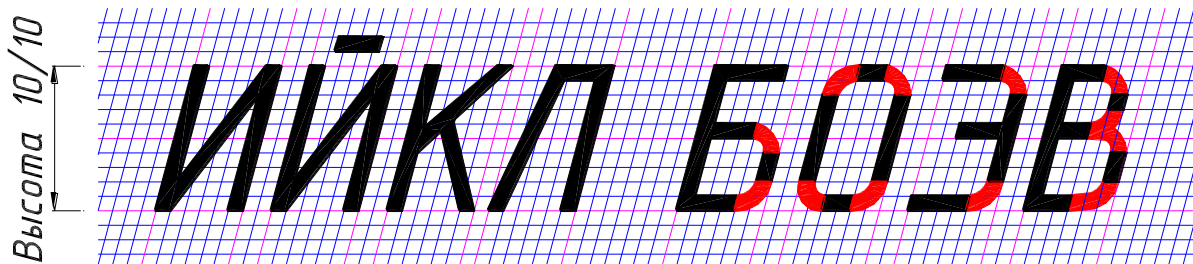
Для освоения конструкции букв и цифр и способа их построения предварительно выполняют тонкими линиями сетку, в которую вписывают буквы и цифры.

Пример выполнения надписи «Основы чертежа» (рис.7). Первоначально проводят вспомогательные горизонтальные прямые линии, определяющие границы строчек шрифта. На нижней линии откладывают отрезки, равные ширине букв плюс расстояние между буквами. Чтобы выполнить надпись шрифтом №5 следует воспользоваться табл. 3 и 4, а также рис. 5 и 6.

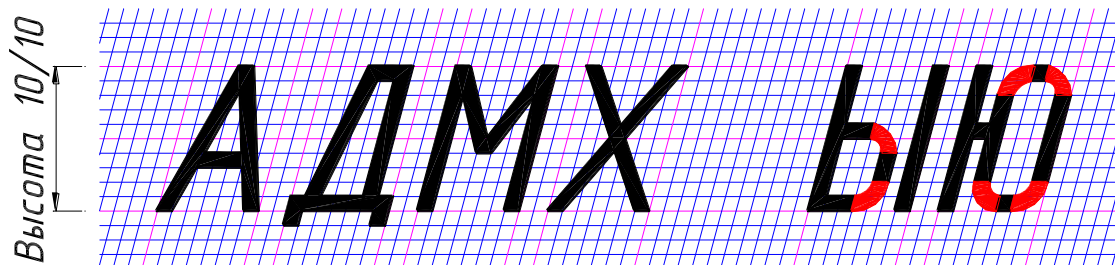
Ширина букв 5/10



Ширина букв 6/10



Ширина букв 7/10



Ширина букв 8/10

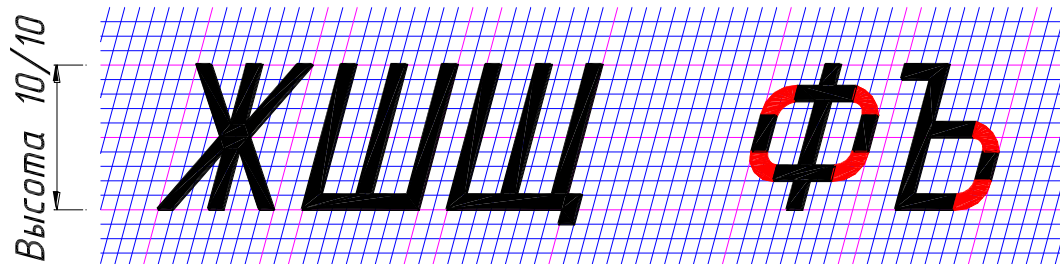
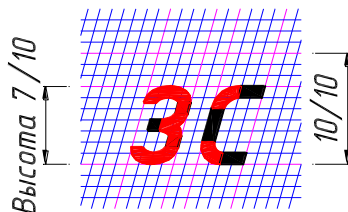
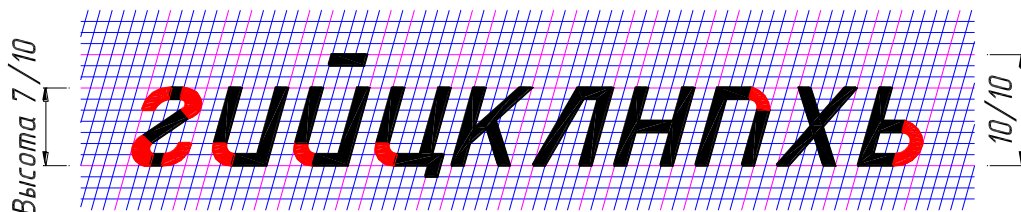
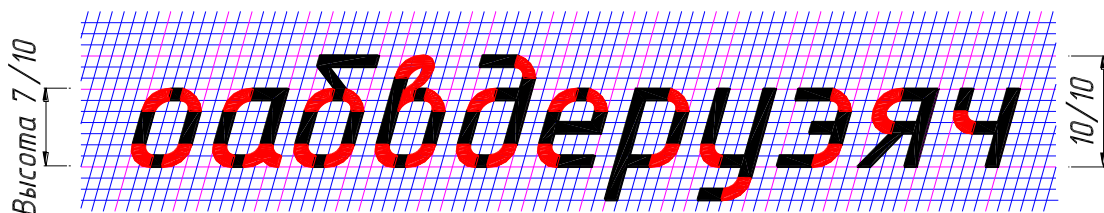


Рисунок 1.5 – Прописные буквы

Ширина букв 4/10

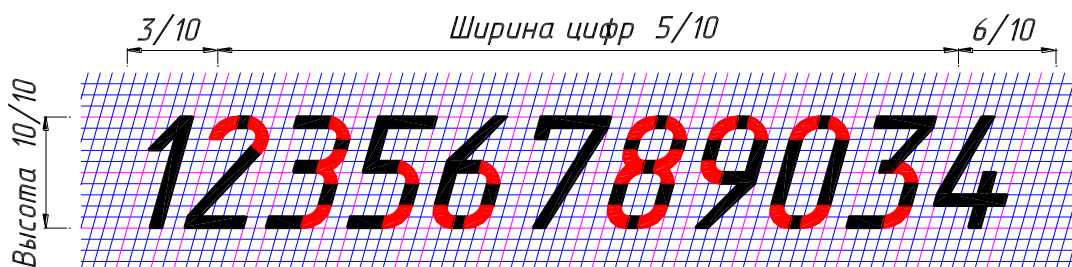
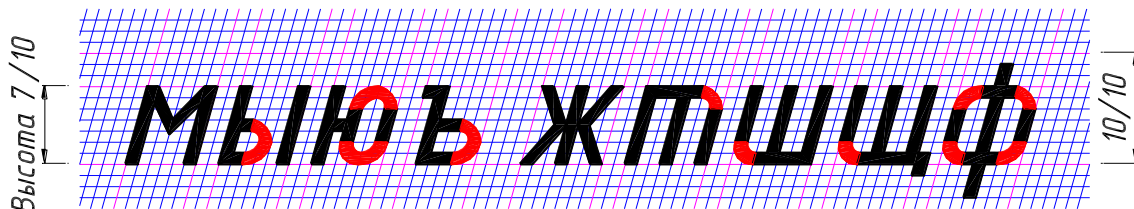


Ширина букв 5/10



Ширина букв 6/10

Ширина букв 7/10



диаметр окружности $2/3 h$
наклонная черта угол 60°

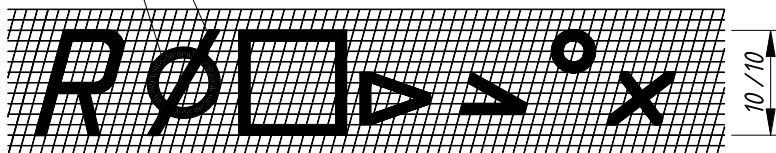


Рисунок 1.6 – Строчные буквы и знаки

Ширина прописной (заглавной) буквы «О» равна $6/10$ (из табл. 4) умноженная на 5 (высота шрифта h).

Ширина строчной буквы «с» равна $4/10$ (из табл. 4), умноженная на 5 (высота шрифта h). Ширина строчных букв «н, о, в» равна $5/10$ умноженная на 5. Ширина строчной буквы «ы» равна $6/10$ умноженная на 5. При выполнении надписи шрифтом №5 расстояние между буквами – 1 мм, а толщина линий шрифта – 0,5 мм (см. табл. 3). Наклонные линии для сетки проводят через намеченные точки при помощи двух прямоугольных треугольников: одного с углами 45° - 45° - 90° и другого с углами 30° - 60° - 90° . После выполнения сетки пишут буквы, придерживаясь их конфигурации на рис. 5 и 6.



Рисунок 1.7

При сочетании некоторых букв, например, Г и А, Г и Л, А и Т, расстояние между ними уменьшаться наполовину, т.е. на толщину линии шрифта.

Низ буквы Д и верхний знак буквы Й выполняются за счет промежутков между строчками, а нижние и боковые отводы букв Ц и Щ – за счет промежутков между строками и буквами.

1.2.5 Нанесение размеров на чертежах.

ГОСТ 2.307-68* «Нанесение размеров и предельных отклонений» устанавливает правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах, на проектной документации всех отраслей промышленности.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе выполнен чертеж. Каждый размер на чертеже указывают только один раз, повторение размера не допускается.

Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм. Расстояния

выбираются в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Значение увеличивается, если чертеж не насыщен, и уменьшается, если насыщен.

Размерные линии заканчиваются стрелками, выполняемыми длиной 4...5 мм с углом раскрытия 20° (рис. 8,а). Величины элементов стрелок выбираются в зависимости от толщины контурной линии чертежа и вычерчивают их одинаковыми на всем чертеже (рис. 8,в). Эти линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 2...3 мм (рис. 8,б).

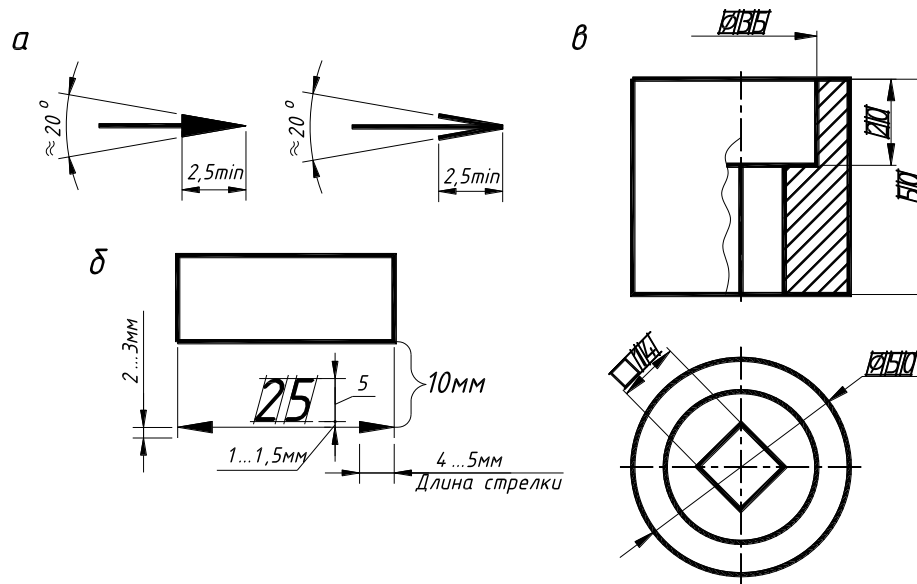


Рисунок 1.8

Приведем пример простановки размерных чисел на рис. 8. Высота цифр на чертеже принимается равной высоте шрифта №5 ($h = 5$ мм).

При использовании шрифта №5 ширина цифры 1 равна $3/10h$ или 1,5 мм, ширина цифры 4 равна $6/10h$ или 3 мм, все остальные цифры шириной 2,5 мм. Выполним разбивку (сеточку) для цифр и, пользуясь рис. 6, напомним размерные цифры, соблюдая расстояния до размерных линий, как на рис. 8 и 9.

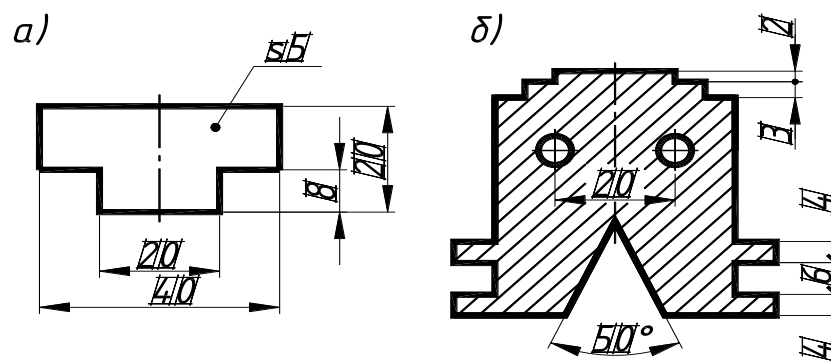


Рисунок 1.9

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четкими точками (см. рис. 9, б).

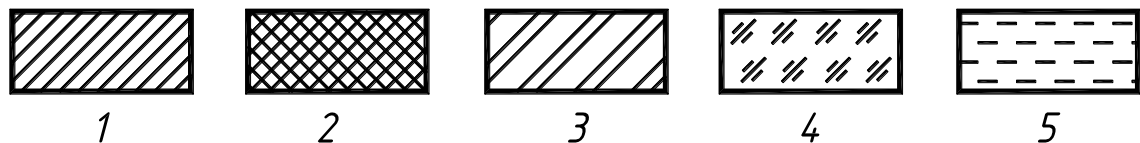
При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R, диаметра знак $\varnothing$ (см. рис. 8).

При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (см. рис. 9, а).

1.2.6 Графические изображения материалов.

Графические изображения материалов и правила их нанесения на чертежах устанавливает ГОСТ 2.306-68* «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах».

Для придания чертежу большей наглядности на изображение разреза и сечения наносят штриховку в соответствии с применяемым материалом, из которого изготовлена деталь (рис. 10).



1 – металлы и твердые сплавы; 2 – неметаллические материалы;
3 – керамика и силикатные материалы для кладки; 4 – стекло; 5 – жидкости

Рисунок 1.10

Штриховка выполняется в виде параллельных линий, проводимых под углом 45° к линии контура изображения (рис. 11, а), или к его оси (рис. 11, б), или к линиям рамки чертежа.

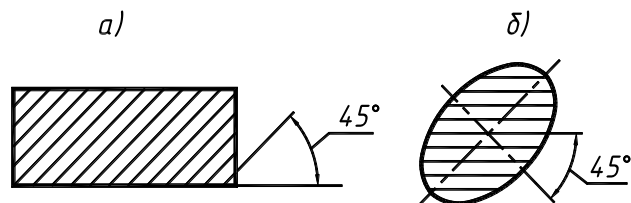


Рисунок 1.11

Если линии штриховки совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° допускается проводить линии под углом 30° или 60° .

Наклон штриховки может быть как влево, так и вправо. Для всех разрезов и сечений одной и той же детали штриховку следует наносить с наклоном линий в одну и ту же сторону и с выбранным интервалом. Расстояние (интервал) между

линиями штриховки выбирают (в пределах от 2 до 10 мм) в зависимости от величины площади, которую следует заштриховать.

Одну и ту же деталь на всех изображениях разрезов и сечений штрихуют одинаково, то есть в принятом направлении и с принятой величиной густоты штриховых линий.

При совпадении линий штриховки с направлением наклонных линий контура или с осевыми допускается проводить штриховку под углом 30° или 60° . Наклон штриховки может быть как влево, так и вправо.

1.3 Геометрические построения

1.3.1. Сопряжения

Плавный переход одной линии в другую называют сопряжением (рис. 12, 13, 14, 15), который осуществляется в точках сопряжений. Точки сопряжений двух окружностей лежат на пересечении с линией, соединяющей их центры, а двух прямых дугой – на основании перпендикуляра, опущенного на прямую из центра сопрягающей дуги.

Сопряжение углов дугой радиусом R выполняется одинаково для прямых, острых и тупых углов (рис. 12, а, б и в).

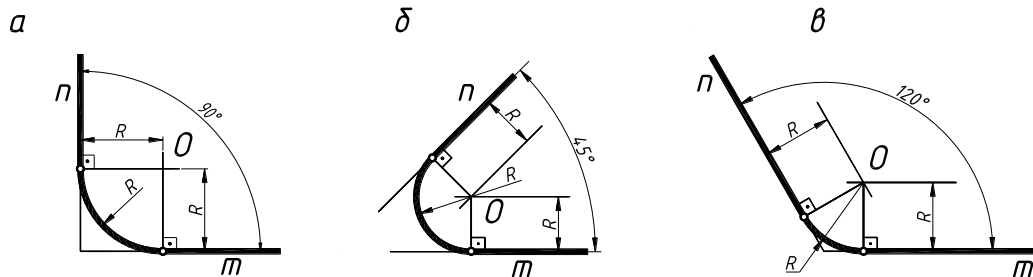


Рисунок 1.12

Порядок построения:

- 1) параллельно сторонам угла m и n на расстоянии, равном радиусу R , проводим линии, которые пересекаются в точке O ;
- 2) из точки O проводим перпендикуляры к сторонам угла, которые в пересечении с ними образуют точки сопряжений;
- 3) радиусом R из центра O вычерчиваем дугу между точками сопряжений.

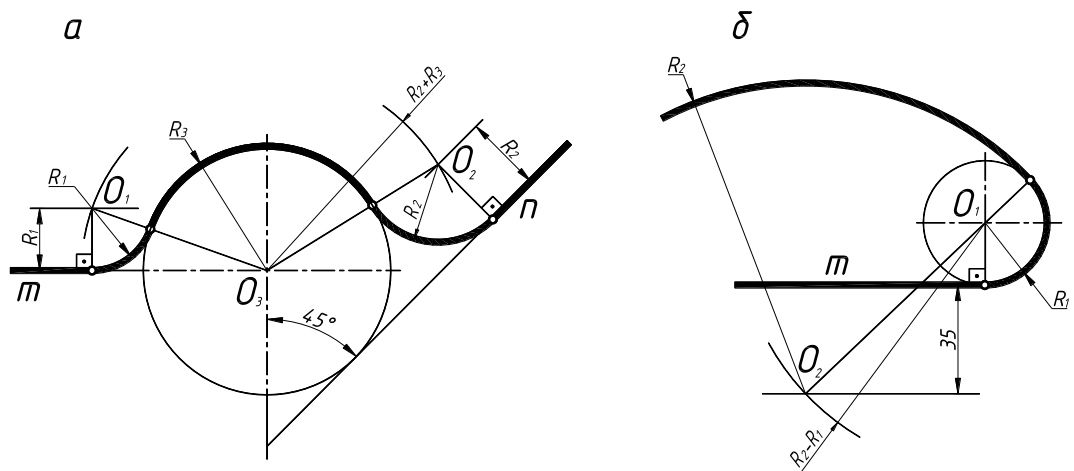


Рисунок 1.13

Сопряжение линий m и n с окружностью радиусом R_3 (рис. 13,а) выполняется следующим образом:

- 1) параллельно заданной прямой m на расстоянии равном радиусу R_1 проводим линию, на которой дугой $(R_1 + R_3)$ из точки O_3 отмечаем центр O_1 ;
- 2) соединяем O_1 и O_3 вспомогательной линией, которая, пересекая заданную окружность, дает первую точку сопряжения, а затем перпендикуляром из O_1 на прямую m определяем вторую точку сопряжения;
- 3) радиусом R_1 из центра O_1 проводим дугу, соединяя точки сопряжения;
- 4) аналогично строится сопряжение дугой радиусом R_2 .

Рассмотрим еще один вариант построения такого же типа сопряжений, приведенный на рис. 13,б:

- 1) параллельно заданной прямой m на расстоянии 35 мм проводим линию, на которой дугой $(R_2 - R_1)$ из точки O_1 отмечаем центр O_2 ;
- 2) соединяем O_1 и O_2 вспомогательной линией, которая, пересекая заданную окружность, дает точку сопряжения;
- 3) радиусом R_2 из центра O_2 проводим дугу от точки сопряжения.

Построение внутреннего, внешнего и смешанного сопряжений окружностей заданной дугой (рис. 14, а, б и в) сводится к определению центра O_3 сопрягающей дуги.

а) внутреннее сопряжение заданных окружностей (рис. 14,а) предполагает их расположение внутри сопрягающей дуги. При построении из заданных центров O_1 и O_2 проводим две пересекающиеся дуги, имеющие радиусы, равные $(R_3 - R_1)$ и $(R_3 - R_2)$, которые образуют центр O_3 ; соединяем найденный центр O_3 с O_1 и O_2 вспомогательными линиями и находим точки сопряжения, а затем проводим между ними дугу радиусом R_3 ;

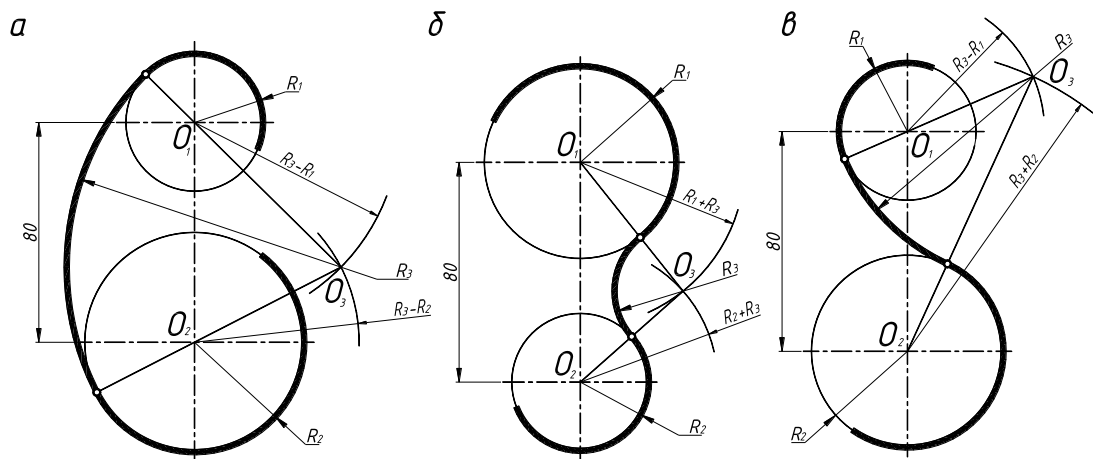


Рисунок 1.14

б) внешнее сопряжение заданных окружностей (рис. 14,б) предполагает их расположение снаружи сопрягающей дуги. При построении из заданных центров O_1 и O_2 проводим две пересекающиеся дуги, имеющие радиусы, равные $(R_3 + R_1)$ и $(R_3 + R_2)$, которые образуют центр O_3 ; соединяем найденный центр O_3 с O_1 и O_2 вспомогательными линиями и находим точки сопряжения, а затем проводим между ними дугу радиусом R_3 ;

в) смешанное сопряжение заданных окружностей (рис. 14,в) предполагает их расположение снаружи и внутри сопрягающей дуги. Центр O_3 построим пересечением двух дуг – первую проведем радиусом $(R_3 - R_1)$ из центра O_1 , а вторую из центра O_2 радиусом $(R_3 + R_2)$; находим точки сопряжения и проводим сопрягающую дугу.

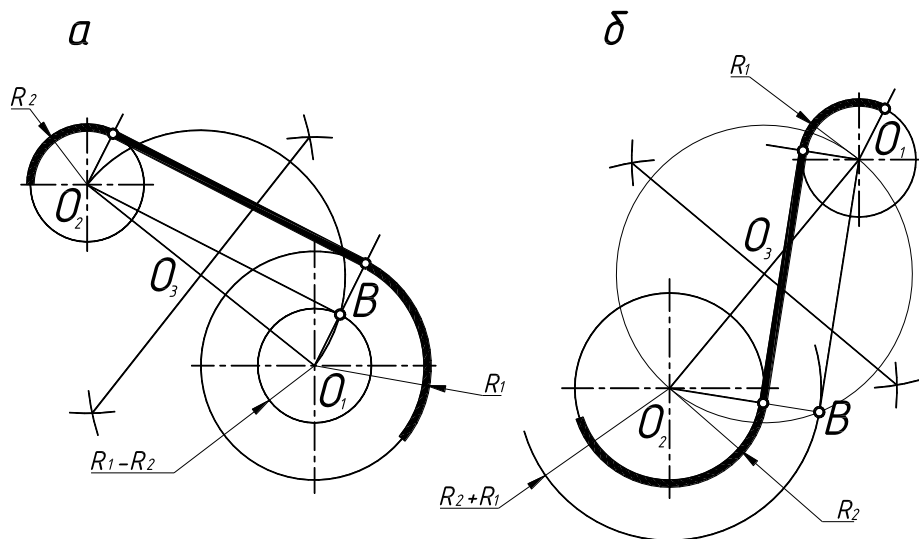


Рисунок 1.15

Построение касательной к окружности рассмотрим в двух вариантах.

а) внешнюю касательную к заданным окружностям (рис. 15,а) начинаем с построения окружности диаметром O_1O_2 с центром в точке O_3 . Затем из O_1 проводим дополнительную окружность радиусом $(R_1 - R_2)$. Пересечением построенных окружностей определим точку B и соединим с O_2 . Проведем из O_1 и O_2 перпендикулярные линии к O_2B , которые создадут точки касания в пересечении с заданными окружностями;

б) внутреннюю касательную к заданным окружностям (рис. 15,б) начинаем с построения окружности диаметром O_1O_2 с центром в точке O_3 . Затем из O_2 проводим дополнительную окружность радиусом $(R_1 + R_2)$. Пересечением построенных окружностей определим точку B и соединим с O_1 . Проведем из O_1 и O_2 перпендикулярные линии к O_1B , которые создадут точки касания в пересечении с заданными окружностями.

1.3.2 Уклон и конусность.

В построениях чертежей часто используются линии с заданным уклоном и конусность.

Уклон – это величина, которая характеризует наклон одной прямой линии по отношению к другой и равна тангенсу угла между ними (рис. 16,а).

Уклон может быть выражен в процентах или в виде отношения двух чисел.

Конусность – величина, представляющая собой отношение разности диаметров оснований прямого кругового усеченного конуса к его длине (рис. 16,б).

Конусность также выражается как отношение диаметра основания прямого кругового конуса к его высоте (рис. 16,б).

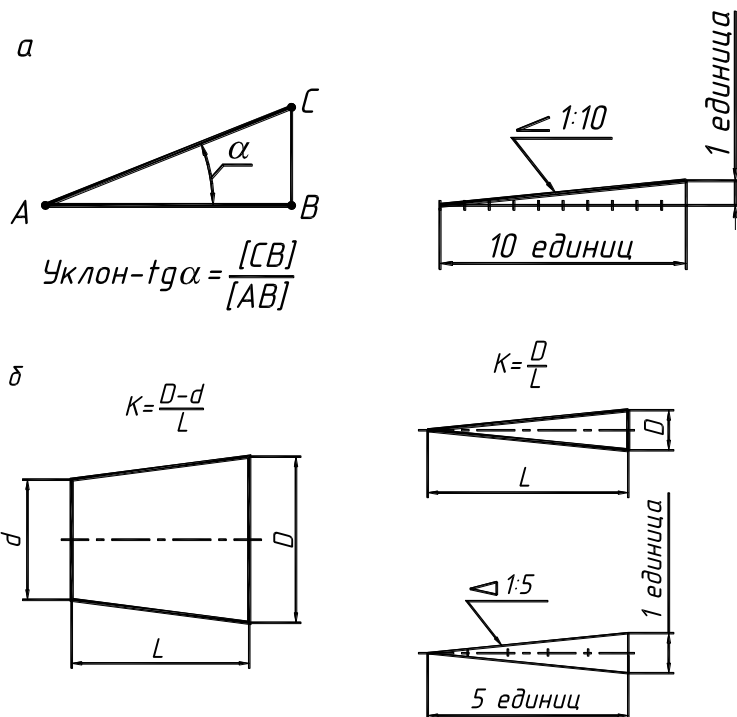


Рисунок 1.16

1.3.3 Деление окружности на равные части.

В различных технических деталях встречаются построения отверстий по окружности и в различном количестве, поэтому необходимо уметь делить окружность на равные части. Приведем пример деления на 3, 4, 5, 6, 7, и 8 равных частей окружности на рис. 17.

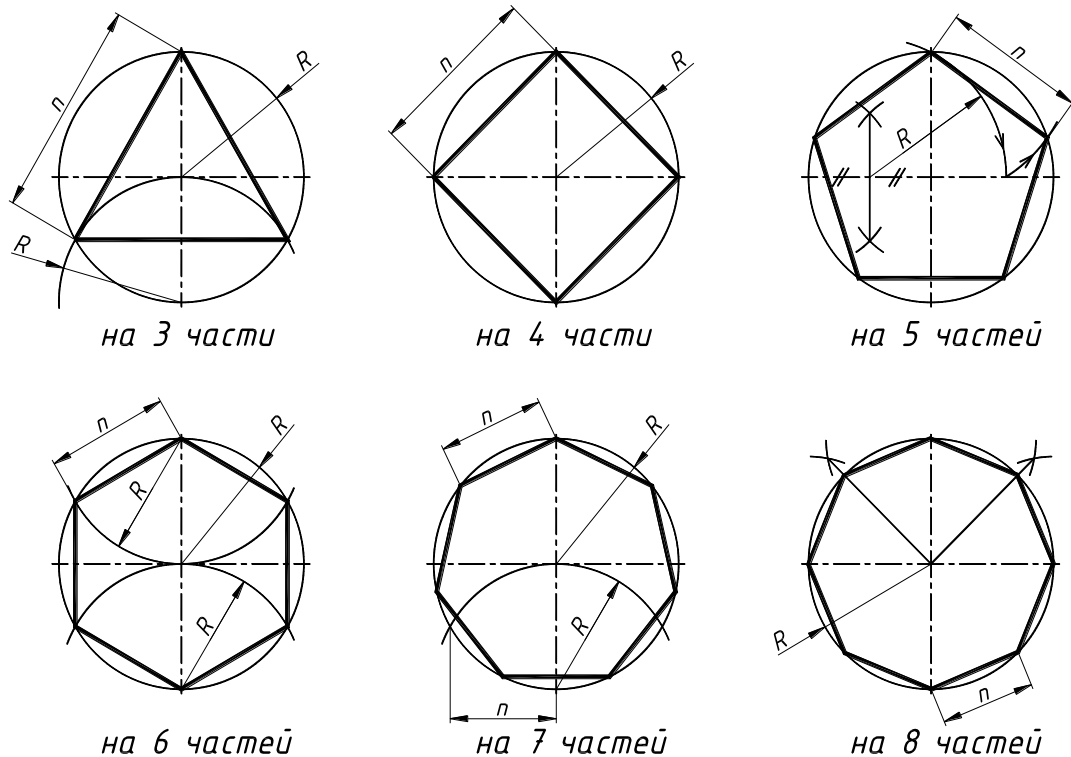


Рисунок 1.17

1.4 Виды. Разрезы. Сечения. Аксонометрия.

1.4.1 Виды.

ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения» определяет шесть стандартных видов изображения деталей на чертежах.

Вид – это изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета или детали.

Установлены следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций (рис. 18): вид спереди (главный вид), вид сверху, вид справа, вид слева, вид снизу, вид сзади. При выполнении чертежа предмета количество видов должно быть наименьшим и в то же время достаточным для получения полного представления о предмете. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части предмета при помощи штриховых линий.

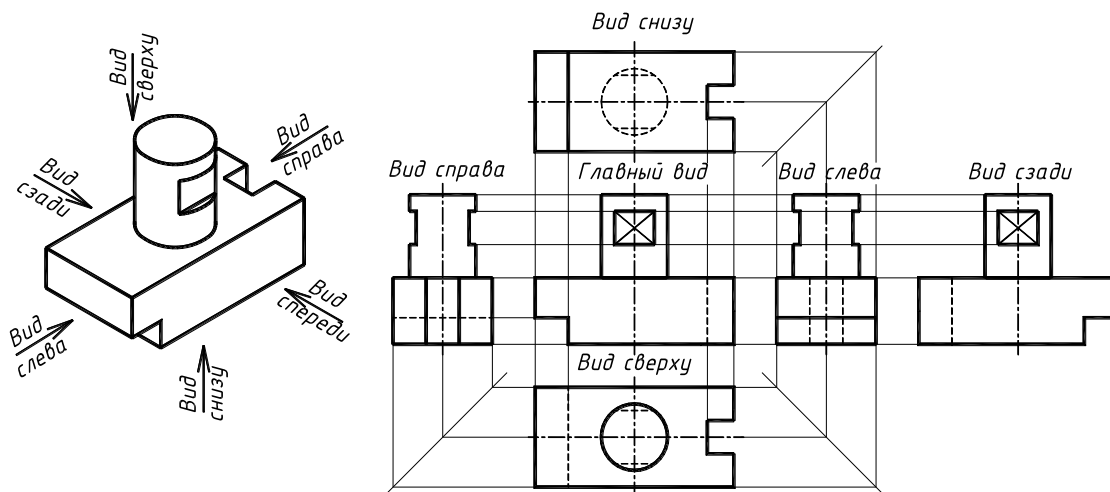


Рисунок 1.18

ГОСТом 2.305-68 в п. 2.1 определено положение на чертеже этих видов в таком порядке, как это показано на рис. 18. Названия стандартных видов не надписывают.

В том случае, если стандартный вид не может быть помещен соответственно положению, определенному ГОСТом, то его располагают в другом месте и сопровождают надписью буквой русского алфавита над изображением, а направления взгляда указывают стрелкой, перпендикулярной к поверхности вида и той же буквой (рис. 19).

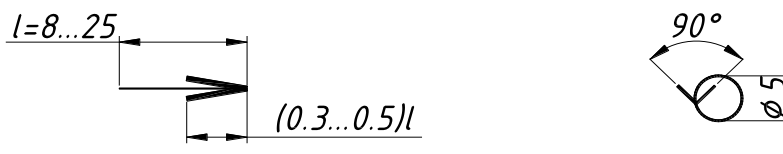


Рисунок 1.19

Возможны случаи, когда какая-либо часть детали не может быть показана ни на одном из видов без искажения ее формы и размеров, то следует применять дополнительные виды. Изображение дополнительного вида получается на плоскости, не параллельной ни одной из основных плоскостей проекций. Поэтому дополнительный вид всегда обозначается и дополняется соответствующим знаком, если его изображение повернуто относительно основного вида.

Следует отметить, что если дополнительный вид расположен в проекционной связи с изображением основного вида, то допускается не делать надписи и указания стрелкой над видом.

Местным видом называется изображение отдельного, узкоограниченного места на поверхности детали. Обозначается местный вид аналогично дополнительному виду.

1.4.2 Разрезы.

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. *На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости, и то, что расположено за ней* (рис. 20, г, д и е). Отсеченную часть предмета, расположенную между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, мысленно удаляют.

Внутренние линии контура, изображавшиеся на чертеже штриховыми линиями, на разрезе становятся видимыми и изображаются сплошными линиями.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы подразделяются на простые, выполненные одной секущей плоскостью, и сложные, выполненные несколькими секущими плоскостями.

Простые разрезы. В зависимости от положения секущей плоскости относительно плоскостей проекций разрез может быть: фронтальным, когда секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 20), профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций и горизонтальным, когда секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций.

Положение секущей плоскости, так же как и сечения, указывают на чертежах разомкнутой линией в виде отдельных утолщенных штрихов со стрелками и буквами (рис. 20,е). Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета и соответствующие изображения его расположены на одном чертеже в непосредственной проекционной связи, то в этом случае для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов линию сечения не показывают и разрез не обозначают.

Соединение вида с частью разреза. Разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов. Фронтальный разрез располагают на месте вида спереди, профильный – на месте вида слева, горизонтальный – на месте вида сверху.

В черчении принята такая условность: если деталь проецируется в форме симметричной фигуры, допускается в одном изображении соединять половину вида с половиной соответствующего разреза. Разделяющей линией служит ось симметрии фигуры, т.е. тонкая штрихпунктирная линия. На главном виде и виде слева разрез, как правило, помещают справа от вертикальной оси симметрии, а на видах сверху и снизу - справа от вертикальной и снизу от горизонтальной оси.

В тех случаях, когда на симметричных изображениях контуры деталей совпадают с осями симметрии, допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 20, г и д).

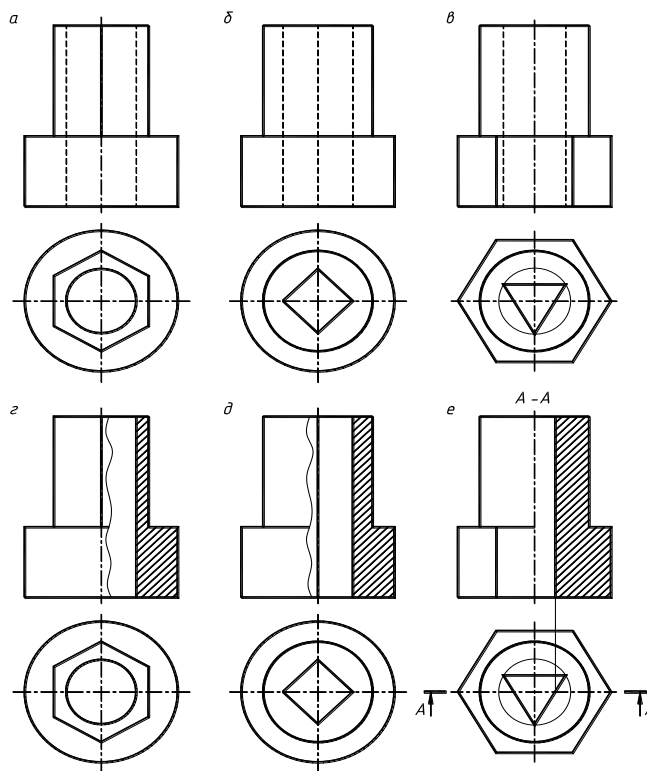


Рисунок 1.20

На половине вида не следует изображать внутренних очертаний детали (они изображены на разрезе), а на половине разреза не изображаются наружные очертания детали, так как они показаны на половине вида. Наклонные параллельные линии штриховки на разрезах выполняют сплошными тонкими линиями, угол наклона которых к линии рамки чертежа равен 45° . Если линии штриховки совпадают по направлению с линиями контура изображения, то вместо угла 45° можно применять углы 30° (или 60°).

Сложные разрезы. Если секущие плоскости параллельны, то сложный разрез называется ступенчатым (рис. 21,а), а если секущие плоскости пересекаются, то – ломаным (рис. 21,б).

На рис. 21,а изображён сложный ступенчатый разрез. На чертеже он изображается так, как будто сделан одной плоскостью, без каких-либо линий в месте ступеньки. Как и в простых разрезах, положение секущей плоскости указывают на чертеже разомкнутой линией. При сложном разрезе штрихи проводят также у перегибов линии сечения. Деталь в разрезе заштрихована, за исключением ребра, секущая плоскость хотя и пересекает его, но условно принято сплошные ребра по их длине не штриховать.

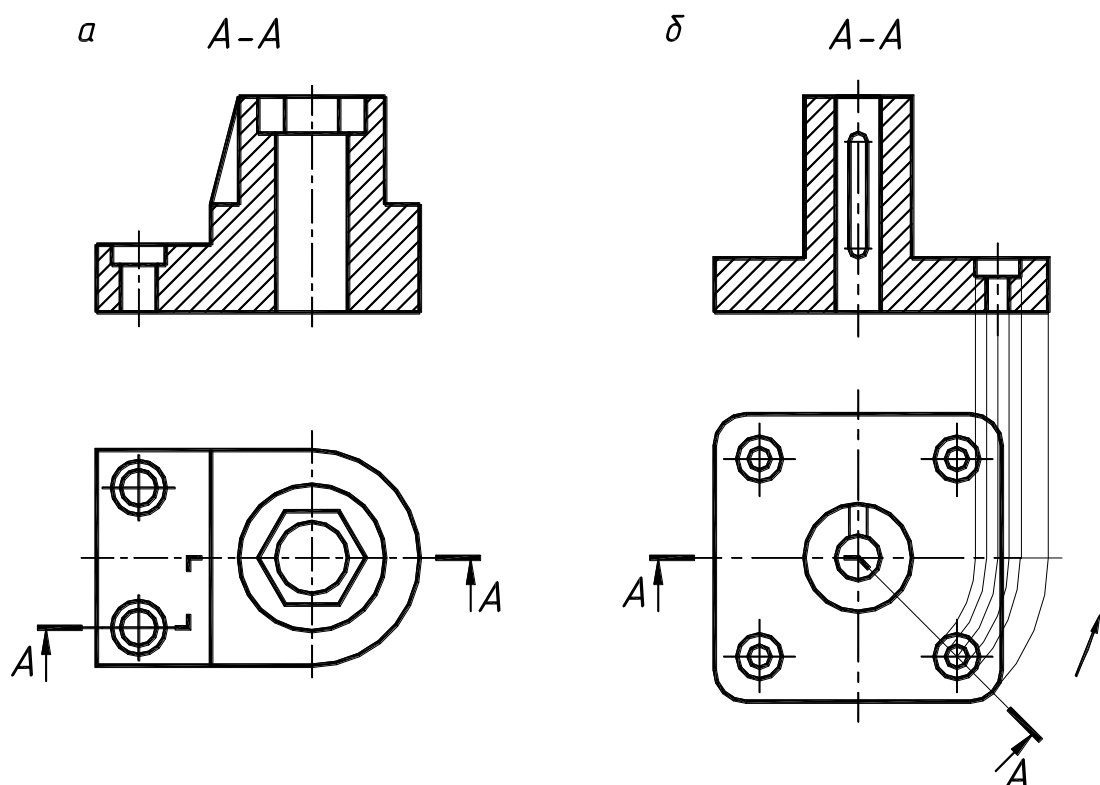


Рисунок 1.21

При изображении сложного ломаного разреза правую часть детали вместе с рассекающей его плоскостью мысленно поворачивают около линии пересечения секущих плоскостей до совмещения с фронтальной плоскостью (рис. 21,б). При вычерчивании ломаного разреза элементы предмета, расположенные за секущей плоскостью, поворачивать не надо. Они должны проецироваться так, как они проецировались на плоскость, до которой производится совмещение.

1.4.3 Сечения

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. *На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости* (рис. 22 и 23).

При построении сечений деталей применимы все правила, изученные в начертательной геометрии по теме пересечения поверхности плоскостью. Всегда задается плоскость сечения и обязательно обозначается ее след, как показано на рис. 22 и 23. Плоскость сечения представляет собой фронтально проецирующую плоскость, а значит все то, что получено при пересечении в ней, следует изображать, используя любые способы преобразований. На приведенных примерах рис. 22 – это замена плоскостей проекций, рис. 23 – натуральная величина сечения определялась плоскопараллельным перемещением и сопровождалась знаком повернуто (размеры знака рис. 19).

Для обозначения линии сечения применяют разомкнутую линию в виде отдельных утолщенных штрихов с указанием стрелками направления взгляда. Линию сечения обозначают прописными буквами русского алфавита, а само сечение сопровождается надписью по типу А – А.

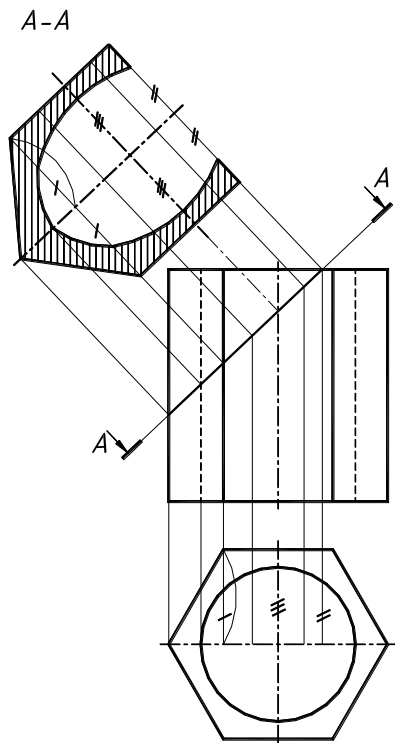


Рисунок 1.22

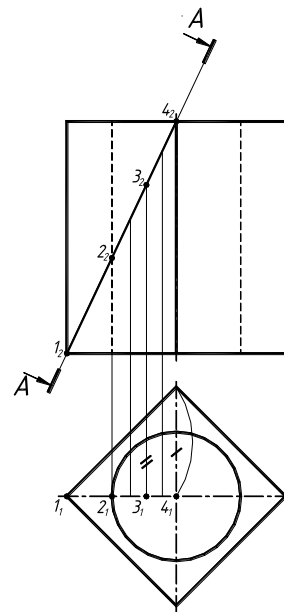
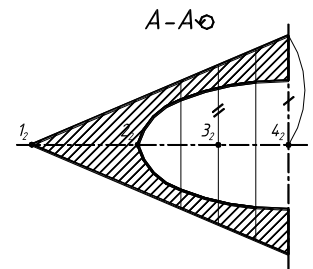


Рисунок 1.23



1.4.4 Аксонометрические проекции

Аксонометрическое проектирование состоит в том, что изображаемый предмет вместе с осями прямоугольных координат, к которым отнесена эта система в пространстве, проектируется параллельными лучами на некоторую плоскость. В таком случае плоскость проекций называют аксонометрической.

Аксонометрические изображения называют прямоугольными, если проектирующие лучи направлены под прямым углом к аксонометрической плоскости, и косоугольными, если лучи направлены под углом, отличным от прямого.

Из всех видов аксонометрических проекций (ГОСТ 2.317 - 69) студентам для выполнения графических работ рекомендуется применять прямоугольные аксонометрические проекции (изометрическую и диметрическую проекции).

Прямоугольная изометрическая проекция. В изометрии аксонометрическая плоскость наклонена ко всем трем координатным осям под углом 120° .

Поэтапное построения овала в плоскости XOY (рис. 24):

1. Через точку O (начало аксонометрических осей) проводят горизонтальную линию. Из точки O проводят окружность заданного по условию диаметра. На вертикальной линии отмечают центры O_1 и O_1' . Из этих центров проводят большие дуги овала радиусами $R = O_1-1$ и $R' = O_1'-1'$.

2. Из центра O радиусом, равным $O-2$, проводят дугу до пересечения с горизонтальной линией. Отмечают центры O_2 и O_2' .

3. Проводят прямые $O_1 O_2$ и $O_1' O_2'$ и доводят их до радиуса R и R' .

4. Из центров O_2 и O_2' проводят малые дуги овала радиусами R_1 и R_1' .

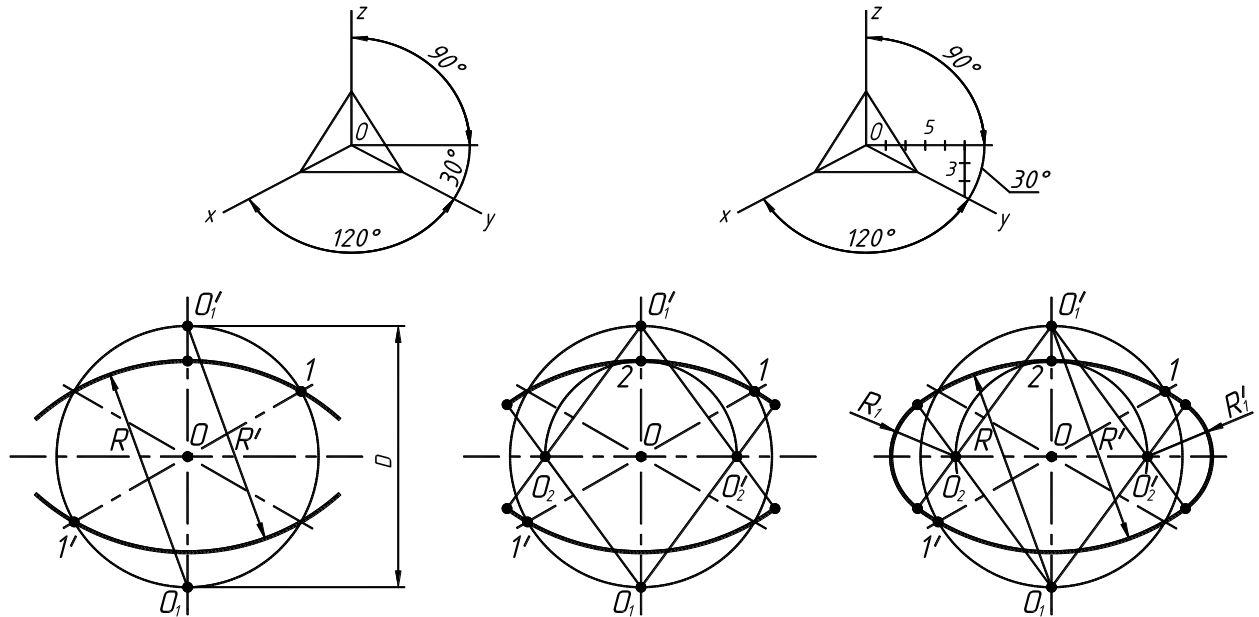


Рисунок 1.24

Прямоугольная диметрическая проекция. Аксонометрическая ось z расположена вертикально, ось x – под углом $7^\circ 10'$, а ось y – под углом $41^\circ 25'$ от горизонтали (рис. 25). Для построения угла, примерно равного $7^\circ 10'$ графическим способом строят прямоугольник с катетами 1 и 8 единиц, угла $41^\circ 25'$ – с катетами 7 и 8 единиц. Гипотенузы этих прямоугольников и будут иметь необходимый угол наклона.

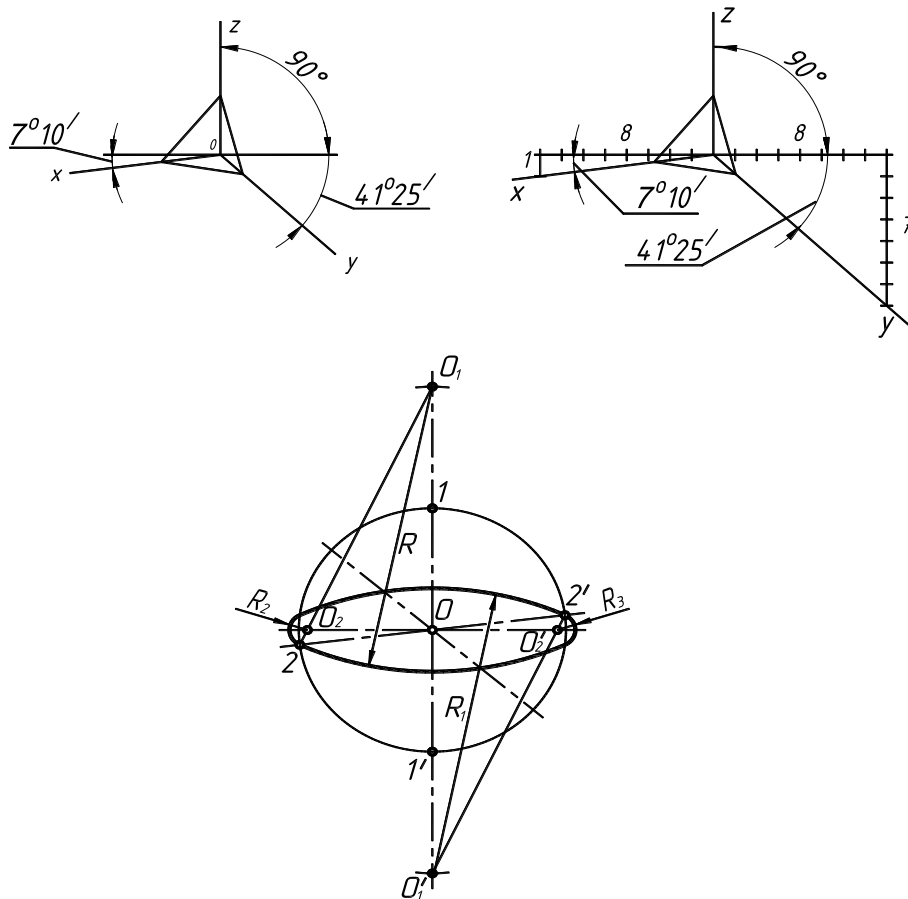


Рисунок 1.25

Последовательность построения овала в плоскости XOY (рис. 25):

1. Через точку O проводят горизонтальную линию. Из точки O проводят окружность заданного диаметра D. На вертикальной линии откладывают от точек 1 и 1' в обе стороны расстояния, равные радиусу окружности, заданной по условию. Отмечают центры O_1 и O_1' для больших дуг овала.

2. Проводят из этих центров дуги радиуса $R = O_1 - 2$ и $R_1 = O_1' - 2'$.

3. Соединяют прямыми линиями O_1 и 2, O_1' и 2'. На горизонтальной линии отмечают центры O_2 и O_2' для малых дуг овала.

4. Из этих центров проводят дуги радиусами $R_2 = O_2 - 2$ и $R_3 = O_2' - 2'$.

Для более полного выявления внутренней формы изображаемых предметов в аксонометрических проекциях применяют разрезы (четвертные вырезы), определяемыми аксонометрическими осями. Разрезы в аксонометрических проекциях выполняют следующим образом. Сначала строят аксонометрическую проекцию всего предмета (рис. 26 и 27), а затем выполняют разрез и оставляют в тонких линиях часть предмета, находящуюся между глазом наблюдателя и секущими плоскостями (рис. 26,г и 27,г).

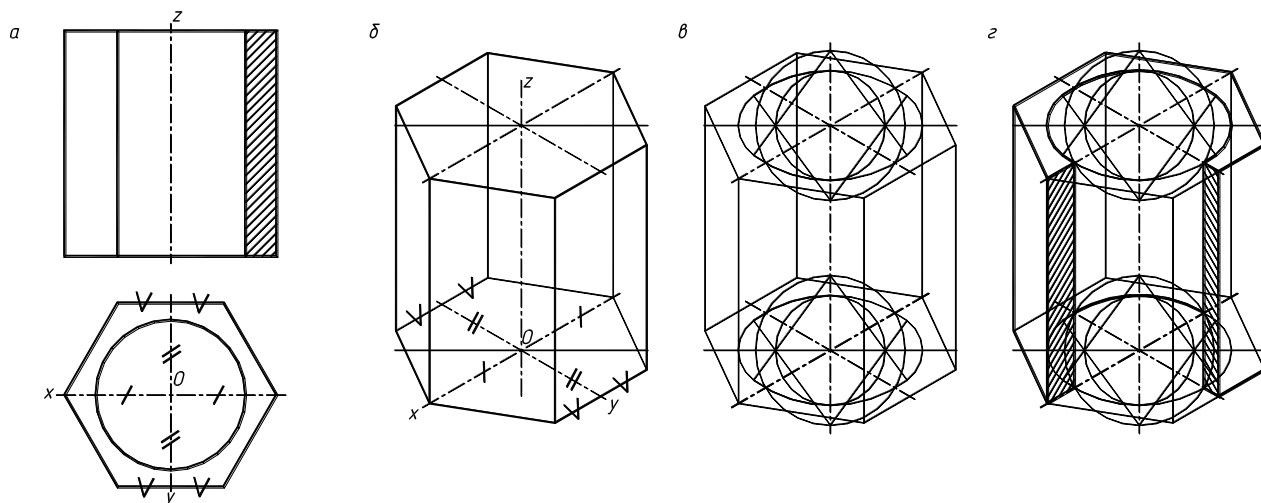


Рисунок 1.26

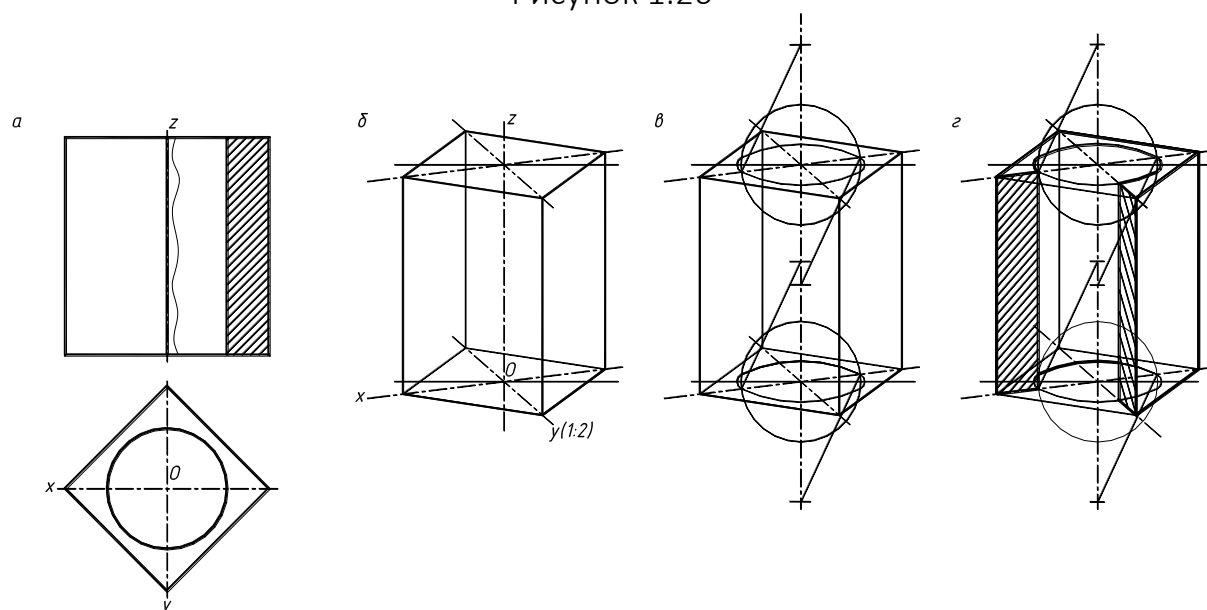


Рисунок 1.27

Линии штриховки сечений наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 24 и 25).

1.5 Разъемные резьбовые соединения.

Разъемные соединения можно разъединить, не разрушая формы основных деталей и их креплений. К ним относятся – резьбовые, шпоночные, шлицевые и др.

1.5.1 Разъемные резьбовые соединения.

Это наиболее распространенный вид разъемных соединений. В основе образования резьбы лежит принцип получения винтовой линии. Резьба - поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по

цилиндрической или конической поверхности. Определение резьбы и ее основные параметры даны в ГОСТ 11708-82 "Резьбы. Термины и определения".

Резьбы классифицируются по нескольким признакам:

- В зависимости от формы профиля резьбы различают: треугольного, трапецеидального, круглого, прямоугольного и других профилей.
- В зависимости от формы поверхности, на которой нарезаны резьбы, они разделяются на цилиндрические и конические.
- В зависимости от расположения на поверхности резьбы разделяются на внешние и внутренние.
- По эксплуатационному назначению резьбы подразделяются на крепёжные (метрические, дюймовые); крепежно-уплотнительные (трубные, конические), ходовые (трапецеидальные, упорные), специальные и др.

Основными параметрами резьбы являются (рис. 28):

Ось резьбы – прямая, относительно которой происходит винтовое движение плоского контура, образующего резьбу.

Профиль резьбы - контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ось резьбы.

Боковые стороны профиля – прямолинейные участки профиля, принадлежащие винтовым поверхностям.

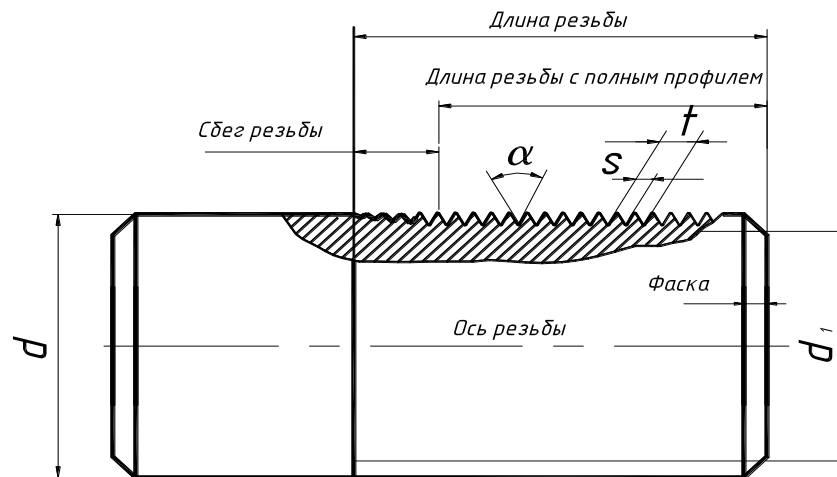


Рисунок 1.28

Угол профиля α – угол между боковыми сторонами профиля.

Наружный диаметр резьбы d - диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы.

Внутренний диаметр резьбы d_1 - диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы.

Шаг резьбы s – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

Ход резьбы t – расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы.

Сбег резьбы – участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали.

Основные типы и обозначение резьб. Резьбы по назначению подразделяются на крепежные и ходовые. Крепежные резьбы служат для получения разъемных соединений деталей, и имеют, как правило, треугольный профиль и выполняются однозаходными.

Стандартами предусмотрено большое количество резьб с различными параметрами. Среди них крепежные резьбы: метрическая (ГОСТ 9150-81, ГОСТ 8724-81, ГОСТ 24705-81), метрическая коническая (ГОСТ 25229-82), трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357-81) и др. типы.

У метрической резьбы треугольный профиль с углом между боковыми сторонами, равным 60° . Вершины треугольников срезаны по прямой. Форма впадин профиля не регламентируется и может выполняться как плоско срезанной, так и закругленной.

В условных обозначениях метрической резьбы должно входить: буква М, номинальный диаметр резьбы, числовое значение шага (только для резьб с мелким шагом). Пример условного обозначения с номинальным диаметром 24 мм: отверстия равен с крупным шагом - М24; с мелким шагом - М24х2 (при шаге 2 мм).

1.5.2 Изображение резьбы на чертежах

ГОСТ 2.311-68 установлено одинаковое изображение на чертежах всех резьб.

На стержне (наружная) резьба изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими - по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводят сплошную тонкую линию на всю длину резьбы без сбega, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 29,а).

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы проводят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Границу резьбового участка по длине стержня или глубине отверстия изображают сплошной основной линией. Ее наносят в конце участка с полным профилем (до начала сбega резьбы) и доводят до линии наружного диаметра резьбы.

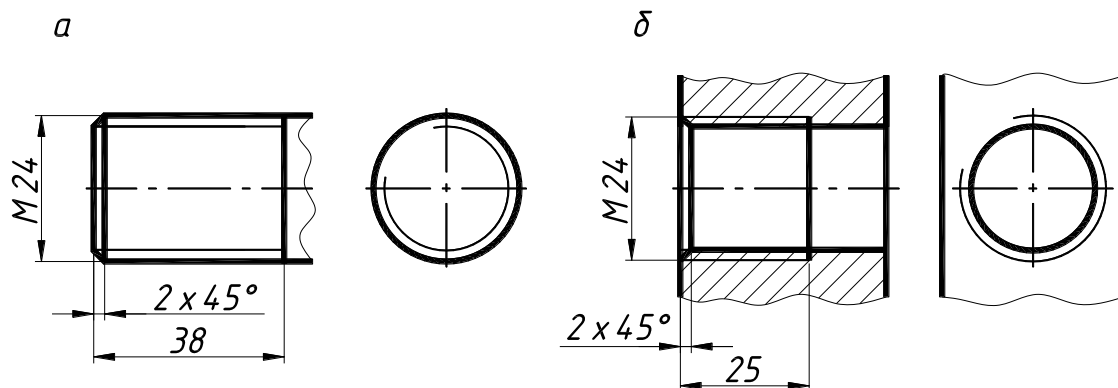


Рисунок 1.29

Внутренняя резьба (в отверстиях) на разрезах и сечениях вдоль оси резьбы изображается сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру на всей длине резьбы без сбега.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по наружному диаметру проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте (рис. 29,б).

1.5.3 Болтовое соединение

В технике широкое применение получило болтовое соединение, выполненное посредством болта, гайки и шайбы. Отверстия под болты сверлят немного больше диаметра болта ($d_0 = 1,1d$, где d - диаметр болта).

Болтовое соединение по действительным размерам (рис 31,а). Все необходимые размеры студент выбирает из соответствующих таблиц согласно варианту. Определяем длину болта по формуле:

$$L = a + b + S_{ш} + H_{г} + a_1,$$

где $a + b$ - толщина соединяемых деталей (по варианту);

$S_{ш}$ - высота шайбы (табл. 7);

$H_{г}$ - высота гайки (табл. 6);

$a_1 = 0,27...0,3d$ - длина свободной части болта, выступающая над гайкой.

Полученную длину болта округляют до стандартной (принимают ближайшее большее число), в соответствии с рядом длин, установленных ГОСТом.

Стандартный ряд длин болтов: 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.

По полученным размерам вычерчивается болтовое соединение деталей в масштабе 1:1 (рис. 31) в последовательности:

а) проводятся вертикальные и горизонтальные оси;

б) на виде сверху строится шестиугольник с окружностью фасок;

в) на главном виде вдоль вертикальной оси откладываем размеры высоты головки болта, толщин соединяемых деталей, толщину шайбы, высоту гайки и рабочую длину болта;

г) на главном виде отмечаем диаметр шайбы; ширину гайки и головки болта. Изображение гайки и головки болта вычерчиваем по относительным размерам (рис. 30). Фаска $c=0,15 d$.

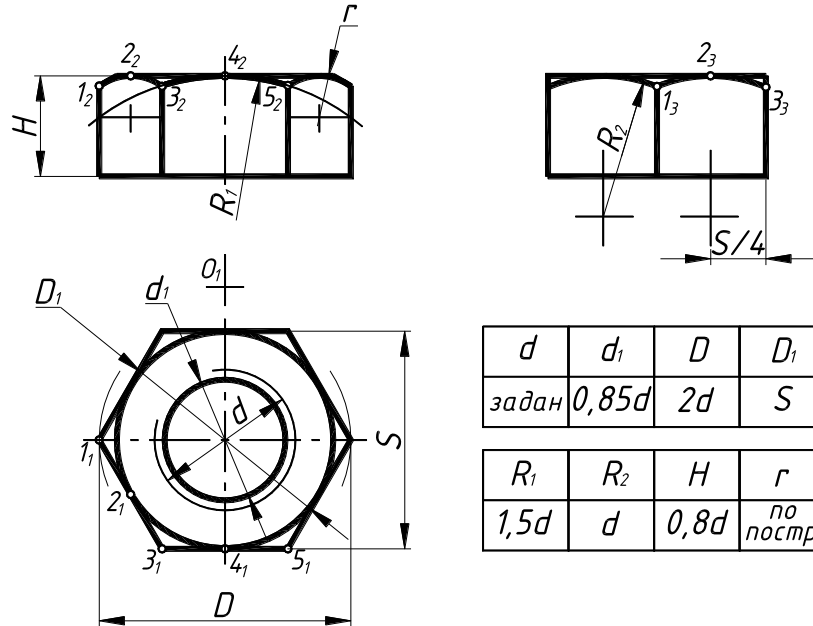


Рисунок 1.30

д) на виде сверху наносим внутренний и наружный диаметр резьбы;

е) на главном виде и виде слева проводим вертикальные линии, ограничивающие диаметр болта отверстия, линии обозначения резьбы и ограничения ее длины;

ж) наносят основные размеры соединения, отмеченные звездочкой (*): диаметр резьбы, длину болта и толщину скрепляемых деталей, размер под «ключ».

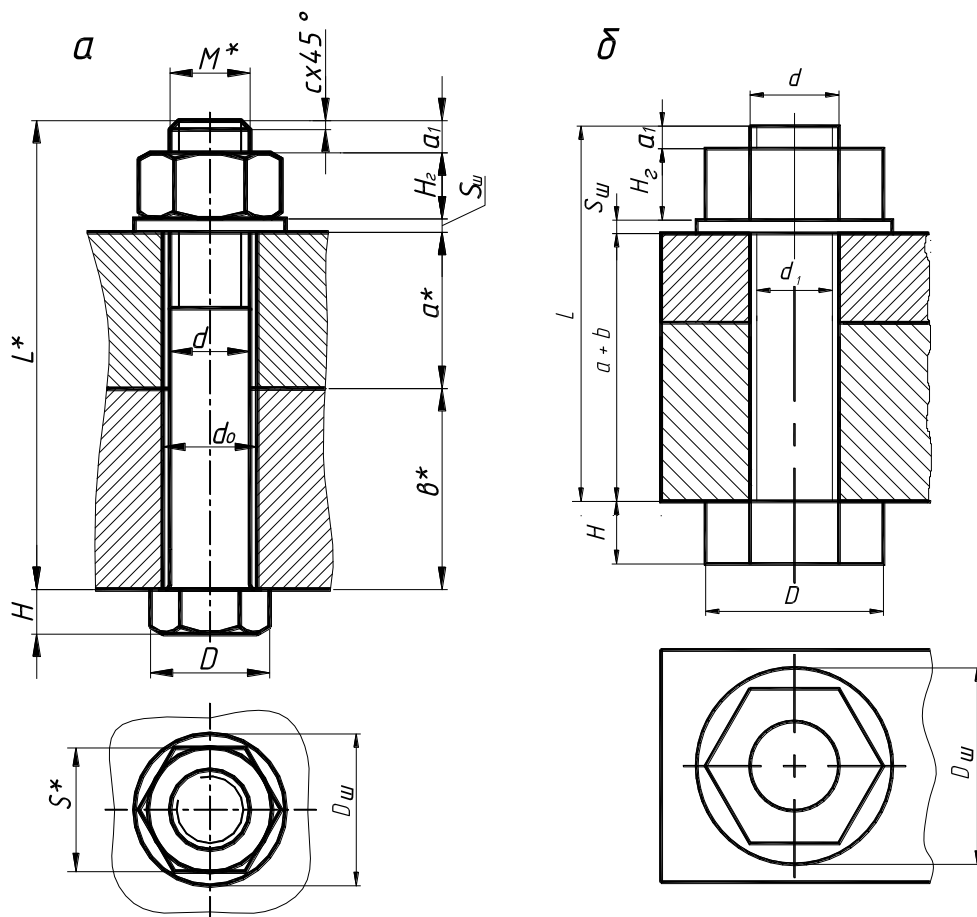


Рисунок 1.31

На рис. 31,б показано упрощенное изображение болтового соединения. Особенность такого изображения заключается в следующем:

- резьбу обозначают на всем стержне болта;
- стержень болта изображают без фасок;
- не показывают зазор между стержнем болта и отверстием;
- головку болта изображают без фасок;
- гайку изображают без фасок.

На сборочном чертеже детали болтового соединения вычерчивают по условным соотношениям в зависимости от диаметра резьбы (d). Формулы для расчёта болтового соединения:

$D=2d$ – размер шестигранника;

$D_{ш}=2,2d$ – диаметр шайбы;

$d_1=0,85d$ – глубина впадин резьбы;

$S_{ш}=0,15d$ – высота шайбы;

$H=0,7d$ – высота головки болта;

$H_r=0,8d$ – высота гайки;

$a_1 = 0,3 d$ – свободная часть болта, выступающая над гайкой.

По полученным размерам вычерчивается болтовое соединение деталей (рис. 31,б) в следующей последовательности:

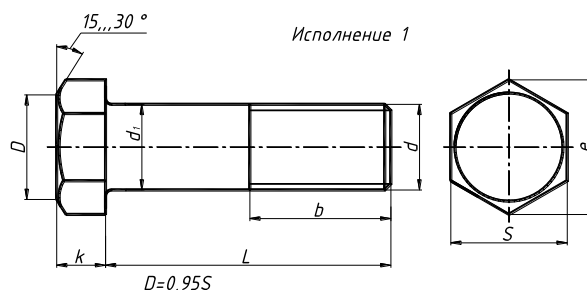
а) проводятся вертикальные и горизонтальные оси;

б) на виде сверху строится шестиугольник;

в) на главном виде вдоль вертикальной оси откладываем размеры высоты головки болта, толщины соединяемых деталей, толщины шайбы, высоты гайки и рабочей длины болта, линии обозначения резьбы и ограничения ее длины.

Таблица 1.5

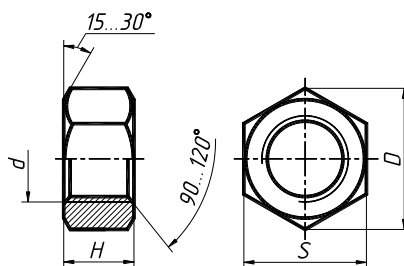
Болты с шестигранной головкой по ГОСТу 7798-70*, мм



Номинальный диаметр резьбы d	S	k	e, не менее	d ₁	b
12	19	8	20,9	12	30
14	22	9	24,0	14	34
16	24	10	26,7	16	38
18	27	12	29,6	18	42
20	30	13	33,0	20	46
22	32	14	35,0	22	50
24	36	15	39,6	24	54

Таблица 1.6

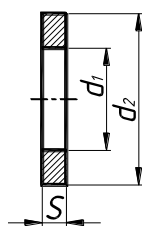
Гайки шестигранные по ГОСТу 5915-70*, мм



Номинальный диаметр резьбы, d	S	D	H
12	19	20,9	10
14	22	23,9	11
16	24	26,2	13
18	27	29,6	15
20	30	33,0	16
22	32	35,0	18
24	36	39,6	19

Таблица 1.7

Шайбы по ГОСТу 11371-78, мм*



Диаметр резьбы крепёжной детали, d	d_1	d_2	S
12	13,5	24,0	2,5
14	15,5	28,0	2,5
16	17,5	30,0	3,0
18	20,0	34,0	3,0
20	22,0	37,0	3,0
22	24,0	39,0	3,0
24	26,0	44,0	4,0

1.5.4 Винтовое соединение

Винтовое соединение состоит из винта и скрепляемых деталей. Отверстия под винты сверлят немного больше диаметра винта ($1,1d$, где d – диаметр винта).

На рис. 32,а показано винтовое соединение, выполненное по действительным размерам. Длина винта определяется по формуле:

$$L_v = a + (b - 0,5d),$$

где, a - толщина присоединяемой детали,

b - длина резьбы винта,

$0,5d$ – выход резьбы за уровень скрепляемых деталей,

d - наружный диаметр резьбы винта,

Стандартный ряд длин винтов: (1,5), 2, (2,5), 3 (3,5). 4, 5,6, (7), 8, 9. 10, 11, 12, (13), 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 42, 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, 110, 120.

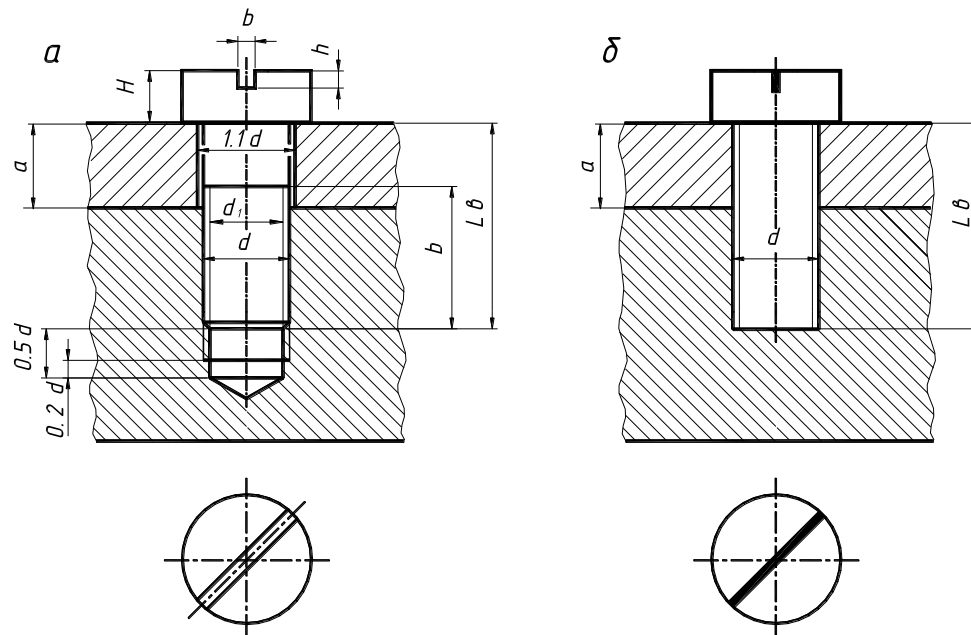


Рисунок 1.32

На сборочном чертеже детали винтового соединения вычерчивают по условным соотношениям (рис.32,б) в зависимости от диаметра резьбы (d).

$d_1 = 0,85 d$ - внутренний диаметр резьбы винта;

H - высота головки винта;

D - диаметр головки винта;

$H = 0,6 d$, $D = 1,5 d$ (для винтов по ГОСТу 1491-80);

$H = 0,7 d$, $D = 1,6 d$ (для винтов по ГОСТу 17473-80);

$H = 0,5 d$, $D = 1,8 d$ (для винтов по ГОСТу 17475-80);

$b = 0,2d$; $h = 0,25d$.

По полученным размерам вычерчивается винтовое соединение деталей (рис. 32,б).

а) на виде сверху - диаметр головки винта,

б) на главном виде проводим вертикальные линии, ограничивающие высоту головки винта, толщину присоединяемой детали, длину отверстия, линии обозначения резьбы и ограничения ее длины.

При выполнении винтовых соединений на чертеже задают только три размера: диаметр резьбы, длину винта и толщину присоединяемой детали.

На сборочных чертежах шлицы (под отвертку) на головках винтов вычерчивают под углом 45 градусов относительно рамки чертежа. При упрощенном и условном обозначении шлицы вычерчивают утолщенной линией.

На рис. 33 показано упрощенные изображения соединений винтом с утопленной и потайной головкой.

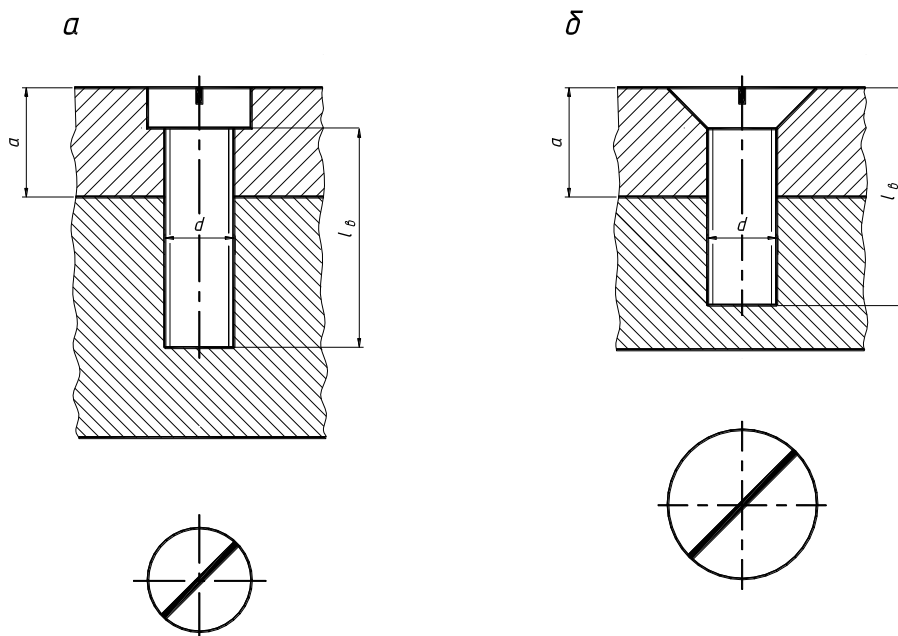
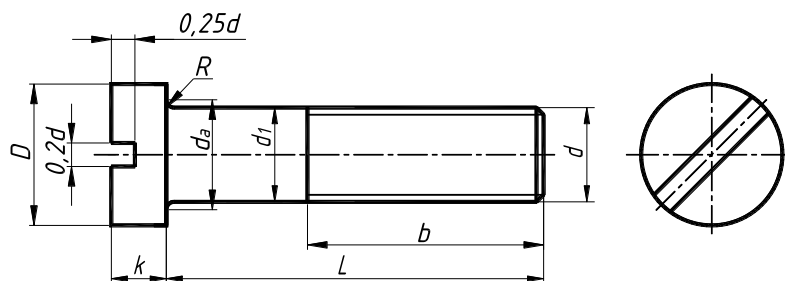


Рисунок 1.33

Таблица 1.8

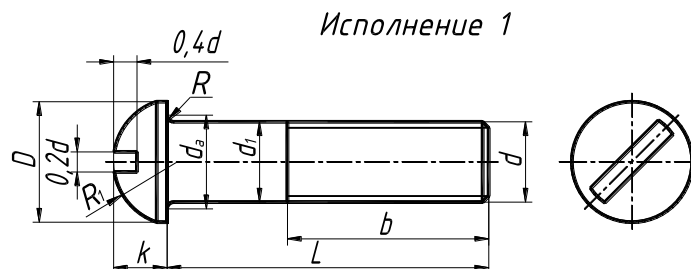
Крепежные винты с цилиндрической головкой по ГОСТу 1491-80, мм*



Номиналь- ный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Длина резьбы b	D	k	R , не менее	d_a , не более	L , длина винта
	крупный	мелкий						
10	1,5	1,25	26	16	6	0,4	11,2	18—100
12	1,75	1,25	30	18	7	0,6	14,2	18—100
14	2	1,5	34	21	8	0,6	16,2	22—100
16	2	1,5	38	24	9	0,6	18,2	28—100
18	2,5	1,5	42	27	10	0,6	20,2	35—110
20	2,5	1,5	46	30	11	0,8	22,4	40—120

Таблица 1.9

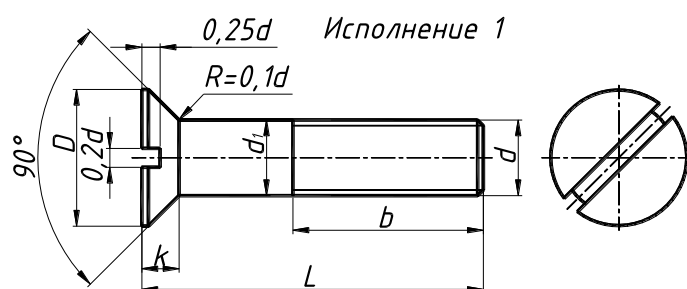
Крепежные винты с полукруглой головкой по ГОСТу 17473-80*, мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		b	D	k	R1	R, не менее	da, не более	L, длина винта
	крупный	мелкий							
10	1,5	1,25	26	16	7,0	8,1	0,4	11,2	18—70
12	1,75	1,25	30	18	8,0	9,1	0,6	14,2	22—80
14	2	1,5	34	21	9,5	10,6	0,6	16,2	25—90
16	2	1,5	38	24	11	12,1	0,6	18,2	30—95
18	2,5	1,5	42	27	12	13,6	0,6	20,2	35—110
20	2,5	1,5	46	30	14	15,1	0,8	22,4	40—120

Таблица 1.10

Крепежные винты с потайной головкой по ГОСТу 17475- 80*, мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Длина резьбы b	D	k	L, длина винта
	крупный	мелкий				
10	1,5	1,2	26	1	5	11—
12	1,7	1,2	30	2	6	16—

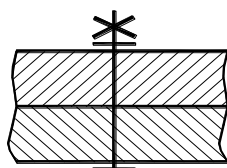
14	2	1,5	34	2	7	30—
16	2	1,5	38	2	8	32—
18	2,5	1,5	42	3	9	35—
20	2,5	1,5	46	3	1	40—

1.5.5 Условные изображения болтового и винтового соединений

На рис. 34 показано условное обозначение болтового и винтового соединений.

а) Болтовое

в разрезе



б) Винтовое

в разрезе

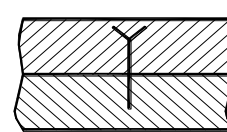
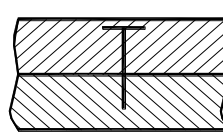
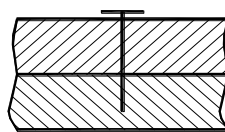


Рисунок 1.34

1.6 Неразъемные соединения

Неразъемные соединения нельзя разъединить без разрушения или же значительного повреждения скрепляемых или скрепляющих их деталей.

В качестве неразъемных соединений следует рассматривать соединения, получаемые клепкой, пайкой, сваркой, склеиванием, сшиванием, и соединения при помощи металлических скоб. Стандартом, устанавливающим условные изображения и обозначения данных соединений на чертежах всех отраслей промышленности и строительства (за исключением чертежей металлических конструкций в строительстве) является ГОСТ 3.313-82.

В данном разделе методических указаний будут рассмотрены условные изображения и обозначения соединений, получаемых пайкой и склеиванием.

1.6.1 Паяные соединения

Соединение деталей в нагретом состоянии с помощью легкоплавкого сплава (припой) называется пайкой. Припой при расплавлении смачивает поверхности паемых деталей, а при застывании соединяет их.

Основные типы и элементы паяных швов устанавливает ГОСТ 19.249-73.

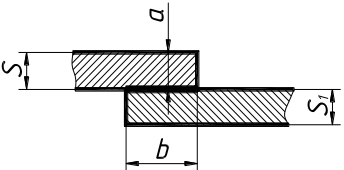
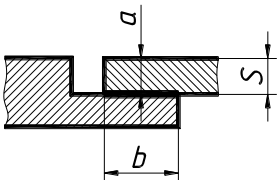
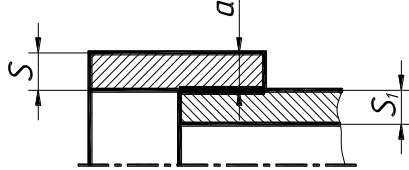
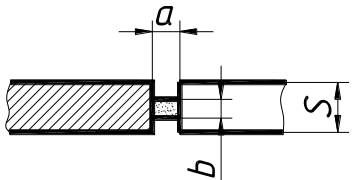
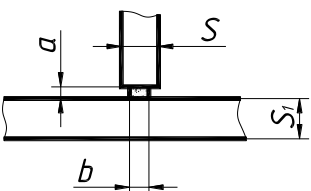
Швы неразъемных соединений, получаемые пайкой или склеиванием, изображают по ГОСТу 3.313-82. Основными параметрами конструктивных элементов паяного шва являются: толщина шва (расстояние между поверхностями соединяемых деталей), ширина шва, длина шва.

Перед пайкой поверхности соединения элементов следует предварительно подготовить (зачистить до зеркального блеска абразивным материалом, обезжирить поверхность).

При использовании пасты (специальной мастики для пайки) необходимо нанести её на подготовленную поверхность и соединить стыкующиеся элементы. Затем равномерно разогреть газопламенной горелкой область стыка. При необходимости дополнительно накладывают шов, по контуру стыка, используя припой.

Таблица 1.11

Основные типы и элементы паяных швов (ГОСТ 19249-73)

Тип соединения	Форма поперечного сечения соединения	Условное обозначение соединения	Примечание
В нахлестку		ПН-1	S - толщина основного материала a - толщина шва b - ширина шва
		ПН-3	
Телескопическое		ПН-4	
Встык		ПВ-1	
Втавр		ПТ-1	$S \neq b$

Существует большое число способов пайки: паяльником, погружением в расплавленный припой, газопламенный, лазерный, электроннолучевой и др. (подробнее см. ГОСТ 17 349-79). Припой подразделяют:

- по температуре расплавления - особо легкоплавкие (до 145°C), легкоплавкие (до 450°), среднеплавкие (до 1100°), высокоплавкие (до 1850°C) и тугоплавкие (свыше 1850°C).
- по основному компоненту - на оловянные (ПО), оловяно-свинцовые (ПОС), цинковые (ПП), медно-цинковые (латунные, ПМЦ), серебряные (ПСр) и др. (см. ГОСТ 19248-73. Припой. Классификация).
- Выпускают припои в виде проволоки (Прв), прутков (Пт), лент (П) и др. (см. ГОСТ 21931-76).

1.6.2 Клеевые соединения

В клеевых конструкциях наиболее часто применяют соединения внахлестку (рис. 35) и встык (рис. 36).

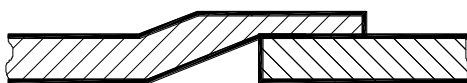


Рисунок 1.35



Рисунок 1.36

По технологии до проведения склеивания элементов, следует подготовить поверхности, на которые будет наноситься клей (зачистить, обезжирить). В процессе склеивания, как правило, необходим нагрев (незначительное повышение температуры для ускорения протекающих реакций) и сжатие соединяемых деталей (помещение склеиваемых элементов под пресс).

1.6.3 Изображение соединений пайкой и склеиванием

Припой или клей в разрезах и на видах изображают линией толщиной $2s$ (в 2 раза толще сплошной основной линии) согласно ГОСТ 2.313-82.

При небольшой толщине соединяемых деталей (меньше 2 мм), когда соединяемые элементы на чертеже показаны в сечении зачерненными, место соединения показывают с просветом.

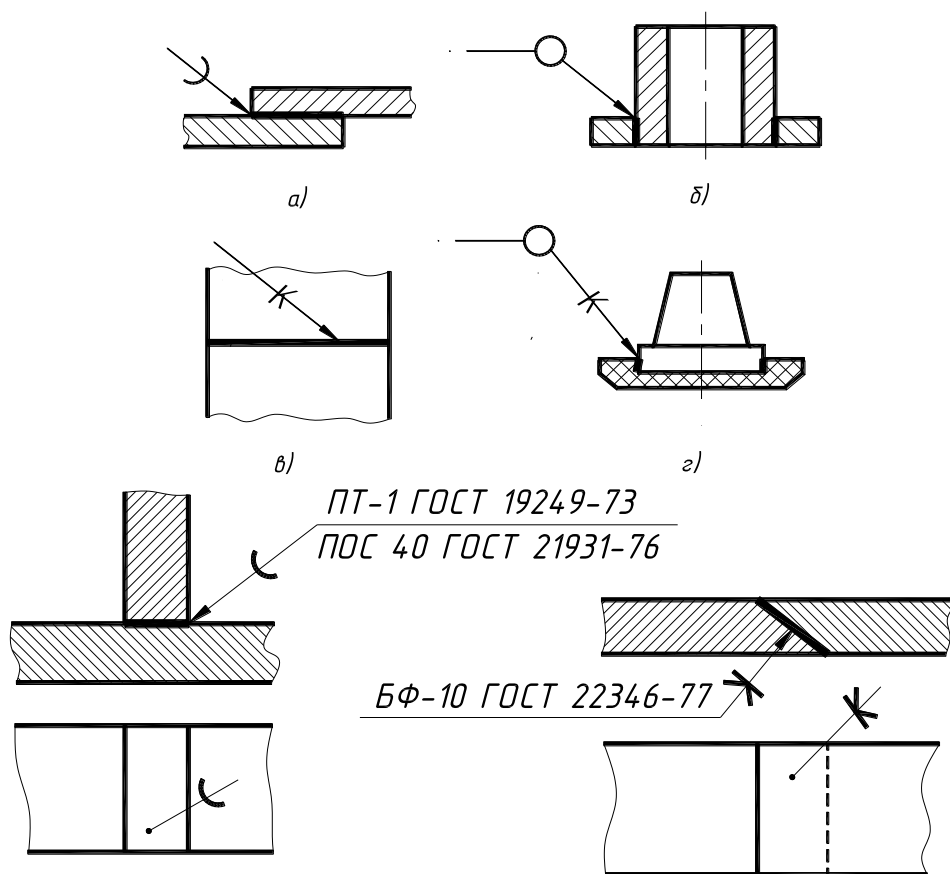


Рисунок 1.37

Для обозначения пайки (рис. 37,а и б) или склеивания (рис. 37,в и г) применяют условные знаки, которые наносят на наклонном участке линии выноски сплошной основной линией.

На изображении паяного соединения при необходимости указывают размеры шва и обозначение шероховатости поверхности.

Обозначения соединений, полученных пайкой и склеиванием, производится с помощью символов и знаков, помещаемых на линии-выноске, выполненной тонкой линией и начинающейся от изображения шва двухсторонней стрелкой с символом метода соединения (для пайки знак, похожий на букву С, а для склеивания - на букву К (рис. 37).

Швы, выполненные пайкой или склеиванием по периметру, обозначают линией-выноской, заканчивающейся окружностью диаметра 3-4 мм (рис.37,б и г).

Согласно ГОСТ 19249-73 тип шва указывают на полке линии-выноски. Обозначение припоя или клея производится в технических требованиях по типу ПОС 40 ГОСТ ... или клей БФ-2 ГОСТ .. с указанием на полке линии-выноски номера соответствующего пункта технических требований.

1.7 Эскизирование деталей. Деталировочный чертеж.

В данном учебном курсе в процессе работы над созданием эскизов и деталировочных чертежей преследуется цель – приобретение практических навыков у студентов в разработке рабочих чертежей и развитие творческого, инженерного мышления у будущих специалистов. В процессе работы студенты ознакомятся и приобретут практические навыки в создании эскизов деталей с натуры и существующего чертежа, освоят технику создания деталировочных чертежей.

ГОСТ 2.102—68 «Виды и комплектность конструкторской документации» среди графических конструкторских документов рассматривает:

Чертеж общих видов на стадии технического проекта (ВО).

Сборочные чертежи на стадии рабочей документации (СБ).

Главное отличие этих документов состоит в том, что на сборочный чертеж составляется спецификация (рис. 39).

Если рассматривать эти графические документы по содержанию, то чертеж «Общего вида» содержит значительно больше информации об изделии, чем сборочный чертеж. Если чертеж общего вида дополнить спецификацией и некоторыми другими данными, то в условиях учебного процесса можно получить документ, который позволит выполнять деталирование.

1.7.1 Чертежи общих видов

Чертеж общего вида выполняется, как правило, на стадии технического проекта, но может также выполняться на стадии технического предложения и эскизного проекта. Чертеж общего вида является основой для разработки рабочей документации: спецификаций, чертежей деталей и сборочных чертежей всего изделия или отдельных сборочных единиц.

Чертеж общего вида служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации и содержит:

- Изображения изделия и его составных частей, выполненные при минимальном и достаточном количестве изображений (видов, сечений, разрезов), с достаточной полнотой отображающих их форму.
- Указания о предусмотренной обработке деталей в процессе сборки и после сборки.
- Указания о характере сопряжений, способе их исполнения.
- Габаритные, установочные и присоединительные размеры.
- Движущиеся механизмы в крайних (предельных) положениях.
- Описание назначения рукояток, технические требования к готовому изделию, основные характеристики изделия (число оборотов, мощность и т. д.)
- Основную надпись.

- Спецификацию (лишь для использования чертежей общего вида в учебном процессе).

1.7.2 Сборочные чертежи

Сборочный чертеж является документом, содержащим изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления и контроля).

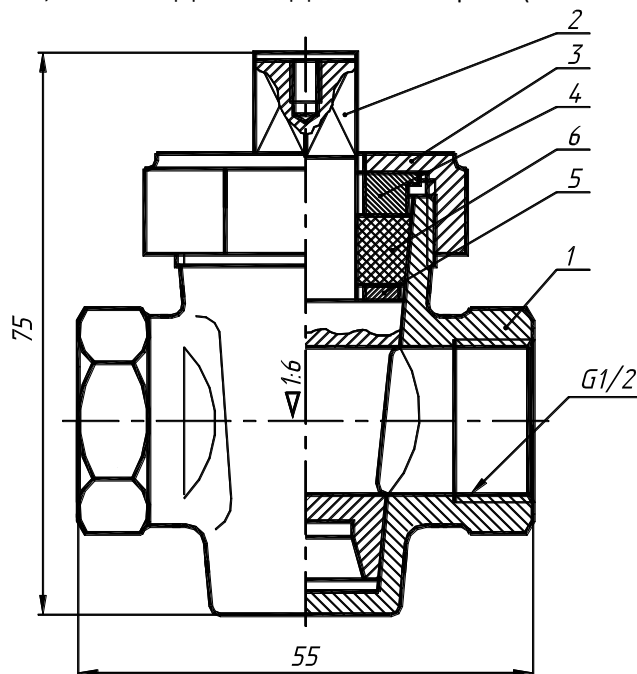


Рисунок 1.38

Составные части изделия (сборочные единицы) подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями. Наличие сборочных чертежей позволяет правильно производить сборку и разборку; сборку изделия и его составных частей, а также пользоваться этими чертежами при эксплуатации и ремонте.

На сборочном чертеже должно быть показано, из каких деталей состоит изделие, их взаимное расположение, а также дано представление о взаимодействии деталей.

Сборочный чертеж должен содержать габаритные размеры, определяющие предельные внешние и внутренние очертания изделия, установочные размеры, по которым изделие устанавливается при монтаже (рис. 38).

На сборочном чертеже допускается указывать, что представляют собой те части изделия, которые сопрягаются или соприкасаются (обстановка) с деталями или изделиями, не принадлежащими рассматриваемому изделию. Такими деталями и частями изделий являются фундаментные плиты, фланцы, несущие поверхности кронштейнов и т. д.

Части изделия, расположенные за обстановкой, изображаются как видимые, но могут при необходимости изображаться как невидимые. Предметы «обстановки» показываются упрощенно. В разрезах и сечениях их допускается не штриховать.

На сборочном чертеже допускается изображать перемещающиеся части изделия в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами, указывать основные характеристики изделия (вес, число оборотов, мощность, грузоподъемность и т.д.), назначение рукояток, способы осуществления неразъемных соединений, номера позиций составных частей, входящих в изделие. На сборочный чертеж составляется спецификация (рис. 39).

Сборочные чертежи являются рабочей документацией, выполняемой при проектировании изделий, но могут также выполняться и для существующего изделия, например при его модернизации.

		6		6		8		70		63		10		22			
8		15		Формат		Зона		Поз.		Обозначение		Наименование		Кол.		Примеч.	
												Документация					
										1-53 02 01.AC25.04.30.00 СБ		Сборочный чертеж					
												Детали					
				A3		1		1-53 01 02.AC25.04.30.01		Корпус		1					
				A4		2		1-53 01 02.AC25.04.30.02		Пробка		1					
				A4		3		1-53 01 02.AC25.04.30.03		Гайка накидная		1					
				A4		4		1-53 01 02.AC25.04.30.04		Втулка нажимная		1					
				A4		5		1-53 01 02.AC25.04.30.05		Шайба		1					
										Материалы							

1.7.3 Деталировочные чертежи

Детализирование чертежа общего вида – процесс создания (разработки и выполнения) рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида.

Общие замечания по детализированию.

- Технологические операции, например, по запрессовке, расклепыванию, развальцовыванию, обжатию, сверлению и нарезанию, скреплению деталей болтами, шпильками и винтами, выполняются при сборке изделия. Обычно в технических требованиях к сборочному чертежу эти операции оговариваются.
- Детали на рабочих чертежах, выполняемых по чертежу общего вида, следует изображать в таком виде, в каком они поступают на сборку, т. е. до выполнения указанных технологических операций при сборке изделия.
- Как известно, на сборочных чертежах с учетом рекомендаций стандартов (ГОСТ 2.315—68) некоторые части и элементы деталей показываются упрощенно, условно или вообще не показываются, а на рабочих чертежах эти детали должны быть показаны, как правило, без упрощений и, если они стандартизованы, с указанием номеров стандартов.
- Пружины и некоторые другие детали на сборочных чертежах изображаются условно или схематично, а на рабочих чертежах пружины показываются с диаграммами механических характеристик.

При разработке новых проектов, в процессе выполнения ремонтных работ возникает необходимость в быстром создании точных рабочих чертежей. В подобных ситуациях наиболее целесообразным является изготовление эскизов.

1.7.4 Эскизирование деталей

Эскиз – рабочий чертеж (как правило, временного характера), выполненный от руки (без применения чертежных инструментов), без соблюдения масштаба, но с сохранением общих пропорций элементов. Эскизы должны быть выполнены в соответствии с требованиями прямоугольного проецирования, содержать необходимые данные для изготовления детали и контроля ее параметров.

В качестве задания предлагается выполнить два эскиза детали с существующего чертежа и один эскиз детали с натуры. Задания на выполнение эскизов и деталировочных чертежей студенты получают из альбома чертежей в соответствии со своими вариантами, для выполнения работ по эскизированию с натуры выдаются детали.

От студентов в процессе работы требуется определить необходимое минимальное количество видов, осуществить выбор главного вида и рационально разместить текстовую и графическую информацию на листе, осуществить простановку размеров и допусков, а также материала детали. Эскизы выполняются на листах с миллиметровой сеткой (либо на листах в клетку) с соблюдением правил оформления чертежа и стандартов университета.

Основные требования и методика создания эскизов. Прежде всего, следует отметить, что к эскизам предъявляются те же требования, что и к рабочим чертежам (ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам»):

- эскиз должен дать исчерпывающую информацию о геометрии детали при минимальном количестве видов, кроме того, он должен содержать информацию об предельных отклонениях геометрических размеров, о материале детали и информацию по предъявляемым к ней техническим требованиям;
- на каждую деталь выполняется отдельный эскиз;
- в основной надписи эскиза наименование детали должно быть лаконичным и терминологически верным, записанным в именительном падеже (в сложных названиях деталей первым следует имя существительное);
- условные обозначения материалов должны соответствовать установленным стандартом, на штампе в соответствующей графе при обозначении материала указывается наименование материала, марка и номер.

При выполнении работ по созданию эскизов целесообразно придерживаться следующего порядка:

- визуально осмотреть деталь, выяснить все ее особенности (назначение детали, визуальное соотношение геометрических параметров, определения степени обработки детали, визуальное определение материала;
- определить главный вид детали (ГОСТ 2.305-68), выбрать необходимое минимальное количество видов (с учетом построения, при необходимости, разрезов, сечений), визуально определить соотношение между габаритами детали;
- эскизы выполняются на листах с миллиметровой сеткой (листах в клетку) формата А4, нанесение рамки и штампа осуществляется без применения линейки, создание изображений следует начинать с создания габаритных прямоугольников, и затем наносятся осевые линии (рис. 40);

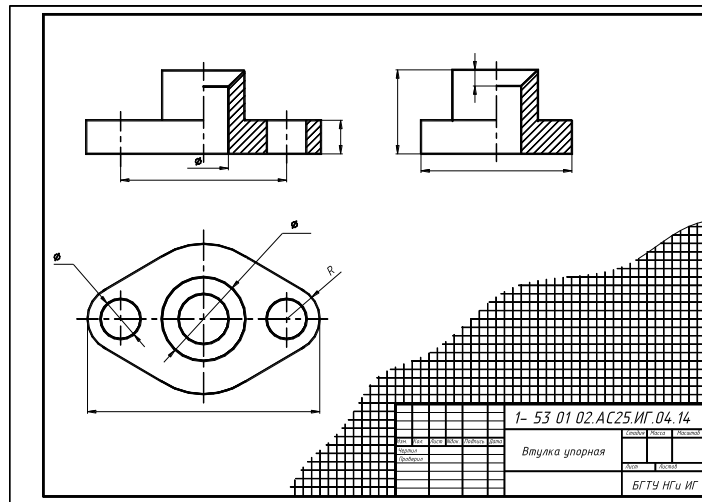


Рисунок 1.40

- первоначально все изображения детали следует выполнять тонкой линией, построение всех видов целесообразно осуществлять одновременно, начертание окружностей можно производить циркулем с последующей обводкой от руки.
- разрезы и сечения сначала намечают тонкими линиями. Затем сечения заштриховывают, а контуры изображений обводят от руки с соблюдением толщины линий;
- наносят необходимые выносные и размерные линии, проставляют знаки R , диаметров и др.;
- затем производят обмер детали и проставляют над размерными линиями размерные числа;
- наносят и заполняют графы основной надписи.

1.8 Пересечение поверхности плоскостью. Построение развертки

1.8.1 Сечение гранных тел проецирующими плоскостями.

Сечением называется плоская фигура, полученная в результате пересечения тела плоскостью и содержащая точки, принадлежащие как поверхности тела, так и секущей плоскости.

При пересечении поверхности геометрического тела проецирующими плоскостями одна проекция сечения всегда совпадает с проекцией плоскости: если плоскость горизонтально-проецирующая, то сечение на горизонтальной плоскости совпадает с горизонтальной проекцией плоскости, если секущая плоскость фронтально-проецирующая, то сечение совпадает с фронтальной проекцией плоскости.

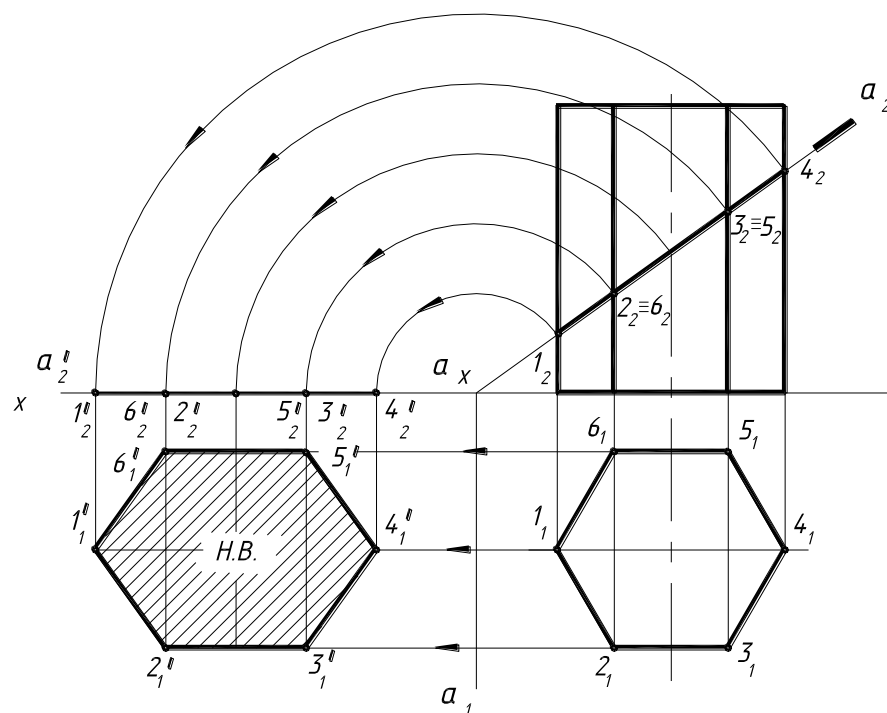


Рисунок 1.41

На рис. 41 дан чертеж шестиугольной призмы в двух проекциях и секущая фронтально проецирующая плоскость α , пересекающая призму в точках 1... 6. Так как секущая плоскость фронтально-проецирующая, то фронтальные проекции точек нам известны. Горизонтальные проекции совпадают с проекциями ребер.

Н. в. сечения можно определить способом совмещения (вращение вокруг горизонтального следа плоскости α_1).

На рис. 42 дан чертеж шестиугольной пирамиды в двух проекциях фронтально-проецирующая плоскость α , которая пересекает все ребра пирамиды. В результате в сечении будет шестиугольная фигура, н. в. которой можно определить способом совмещения. Фронтальная проекция сечения совпадает с фронтальным следом плоскости α , а горизонтальная проекция построена при помощи линий проекционной связи.

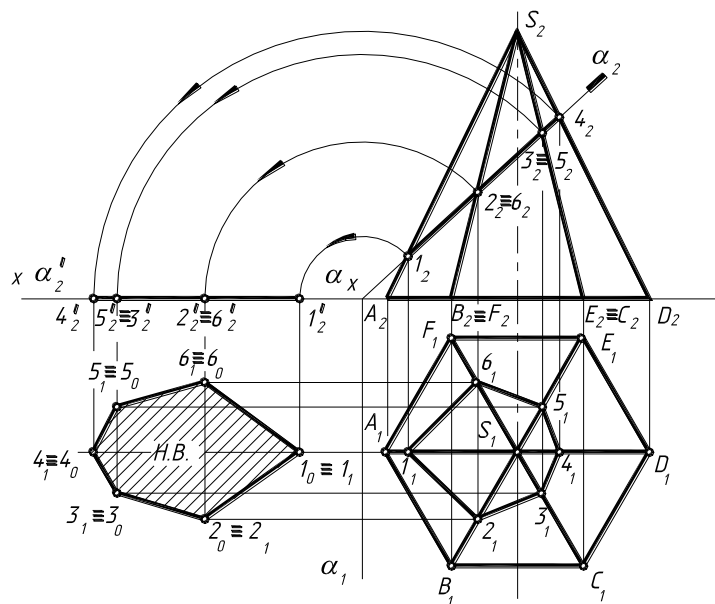


Рисунок 1.42

1.8.2 Построение разверток

Развертка представляет собой фигуру на плоскости, в которую преобразуется поверхность. Развертываемыми называются поверхности, которые без складок и разрывов можно совместить с одной плоскостью.

Все гранные поверхности и линейчатые поверхности вращения являются развертываемыми. В зависимости от вида поверхностей для построения развертки применяют один из способов: способ треугольников, способ нормального сечения и способ раскатки.

Для того чтобы построить развертку усеченной поверхности, необходимо научиться строить полную развертку поверхности и затем нанести на ней линию сечения.

На рис. 43 дан чертеж призмы, усеченной фронтально-проецирующей плоскостью α . Требуется построить развертку поверхности усеченной части призмы.

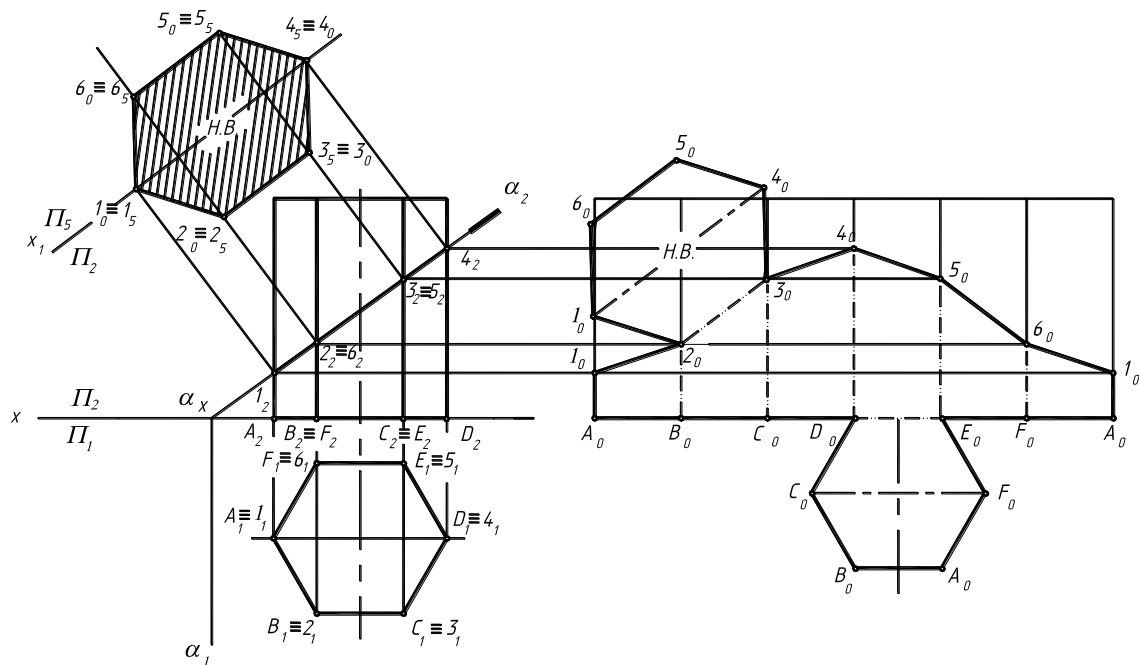


Рисунок 1.43

Вначале строим полную развертку призмы. Для чего проводим горизонтальную прямую и откладываем на ней шесть сторон основания призмы. Высоту берем с фронтальной проекции, которую откладываем на вертикальных прямых, перпендикулярных сторонам основания призмы. Затем на полной развертке на каждом ребре откладываем натуральные размеры отсеченных ребер, например, на ребре 1 размер A_0I_0 , равный A_2I_2 , на ребрах 2 ... 6 - размер B_0I_0 , равный B_2I_2 ... F_0I_0 , равный F_2I_2 .. и т. д.

Натуральная величина сечения может быть определена любым из известных способов. На чертеже она определена способом замены плоскостей проекций.

Затем натуральная величина переносится на развертку, причем пристраивать ее можно к любой стороне сечения согласно буквенным обозначениям, используя способ триангуляции.

На рис. 44 показана развертка шестиугольной правильной пирамиды, усеченной фронтально - проецирующей плоскостью α . На чертеже построено сечение при помощи линий связи и найден натуральный размер его способом замены плоскостей проекций.

Вначале построим полную развертку поверхности пирамиды, для чего наносим точку S_0 , из которой проводим дугу $S_0 A_0$ радиусом, равным натуральной длине ребра, например SA , а на дуге откладываем стороны основания пирамиды, в данном примере их шесть ($A_1 B_1$ – получаем $A_0 B_0$ и т. д.). Дистраиваем основание пирамиды.

Затем строим линию сечения. Для этого найдены на фронтальной плоскости проекций натуральные длины отсеченных частей ребер способом вращения вокруг

оси, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций. Так, для ребер SB и SF натуральная длина отсеченной части будет равна l_1 , для ребер SC и SE – l_2 .

После того, как на развертку нанесена линия сечения, к одной из сторон пристраиваем натуральное сечение ($1_0 2_0 3_0 4_0 5_0 6_0$) способом триангуляции.

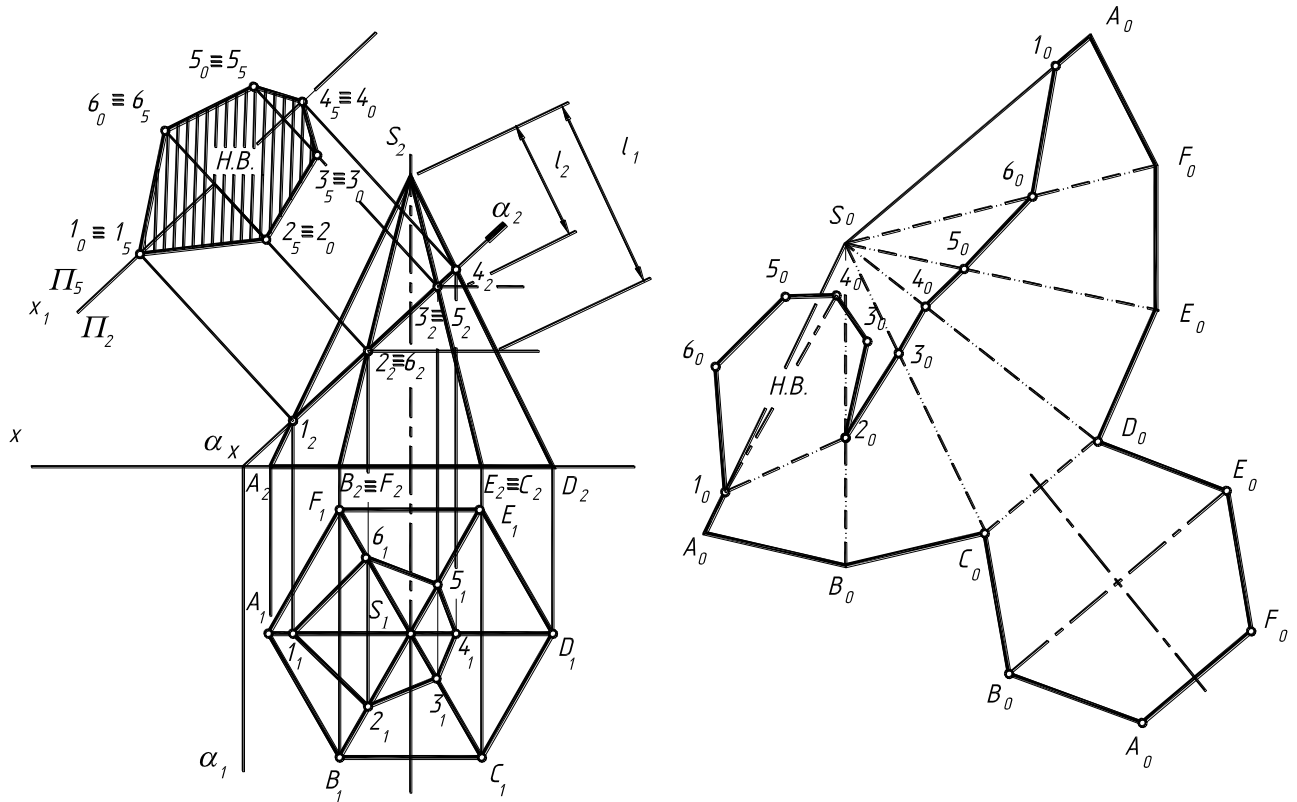
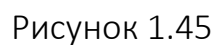


Рисунок 1.44

На рис. 45 представлена трехгранная наклонная призма. Развёртку такой поверхности выполняют методом нормального сечения. Строят секущую плоскость нормальную (или $\perp$) к ребрам поверхности (α). Определяют сечение поверхности плоскостью - нормальное сечение ($1, 2, 3$). Определяют н. в. нормального сечения (любым способом). В данном случае – плоско-параллельным перемещением ($1_1', 2_1', 3_1'$). На свободном поле чертежа, на прямой линии откладывают периметр нормального сечения с отметкой характерных точек ($2, 1, 3, 2$). В каждой характерной точке восстанавливают $\perp$ и на нем откладывают соответственно длины ребер, лежащие по обе стороны от нормального сечения.

Полученные точки соединяют прямой линией. Дистраиваются верхнее и нижнее основания.



55

3. Определяем промежуточные точки. В качестве «посредников» выбираем плоскости частного положения, которые пересекает обе заданные поверхности. Секущие плоскости проводим в зоне пересечения поверхностей.

4. Полученные точки соединяем плавной кривой либо ломаной в зависимости от вида поверхностей. Точность аппроксимации линии пересечения зависит от принятого количества секущих плоскостей посредников.

5. Видимость полученной линии пересечения поверхностей решаем методом конкурирующих точек.

1.9.2 Пересечение поверхностей вращения

Пересечение двух поверхностей вращения – позволяет получить одну или две плавные кривые линии.

На рисунке 47 построена линия пересечения конуса с торовой поверхностью. Обе поверхности общего положения. Определяем область пересечения поверхностей и характерные точки А и В (точки пересечения очерковых образующих). Затем для нахождения промежуточных точек линии пересечения вводим вспомогательные плоскости горизонтального уровня. Плоскость α пересекает обе заданные поверхности по окружности. На фронтальной проекции замеряем радиусы полученных окружностей (от оси до очерка) и строим их на горизонтальной проекции. На пересечении окружностей получаем точки 1_1 и $1_1'$ - точки, принадлежащие горизонтальной проекции линии пересечения поверхностей. Эти точки одновременно принадлежат торовой поверхности, конусу и плоскости-посреднику α . Проводим линию проекционной связи и получаем на фронтальном следе α_2 точки 1_2 и $1_2'$ - фронтальные проекции точек линии пересечения. Вводим дополнительные плоскости-посредники горизонтального уровня и находим точки 2 и $2'$, 3 и $3'$. Далее соединяем полученные точки пересечения поверхностей в плавные кривые на фронтальной и горизонтальной плоскостях проекций. Фронтальная проекция линии пересечения будет видимой. А на горизонтальной проекции точки 2 и $2'$ (граничные точки видимости) лежат на горизонтальном очерке торовой поверхности. От точки А до точек 2 и $2'$ линия пересечения будет видима, а далее до точки В – невидима. Кроме того, поверхности будут пересекаться по второй кривой – окружности CD (основание конуса, являющееся плоскостью горизонтального уровня, пересекает торовую поверхность по окружности).

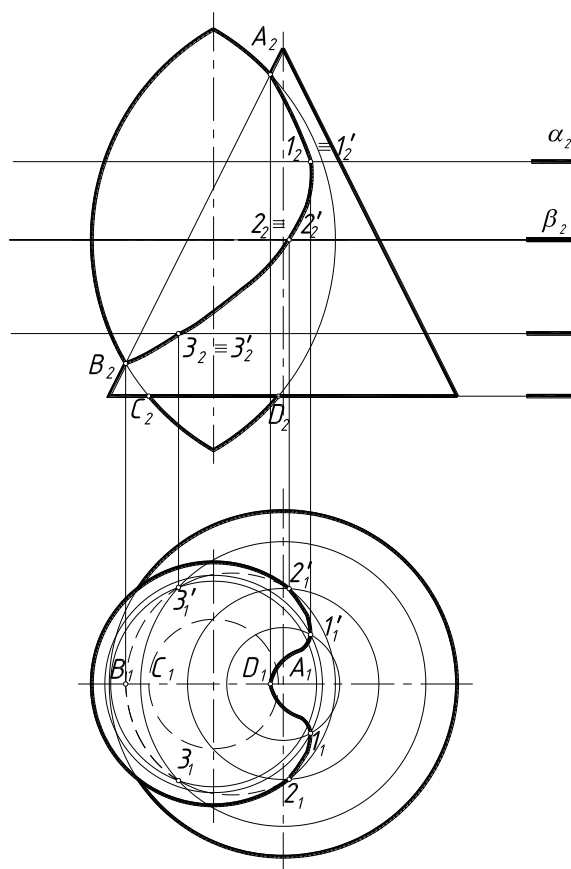


Рисунок 1.47

1.9.3 Пересечение поверхностей вращения

одна из которых - проецирующая. Если одна из поверхностей занимает проецирующее (частное) положение, то одна из проекций линии пересечения уже известна. На рисунке 48 пересекаются конус и фронтально-проецирующий цилиндр. Следовательно, фронтальная проекция линии пересечения уже известна – она совпадает с фронтальным очерком цилиндра – окружностью. Находим характерные точки А и В (точки пересечения очерковых образующих). Вводим вспомогательные плоскости горизонтального уровня. Плоскость α пересекает конус по окружности (радиус – от оси конуса до очерка), а цилиндр - по прямоугольнику. На горизонтальной проекции находим точки пересечения окружности с прямоугольником - 1_1 и $1_1'$ - точки, принадлежащие горизонтальной проекции линии пересечения поверхностей. Вводим дополнительные плоскости-посредники и находим последующие точки линии пересечения поверхностей. Полученные точки соединяем плавной кривой с учётом видимости.

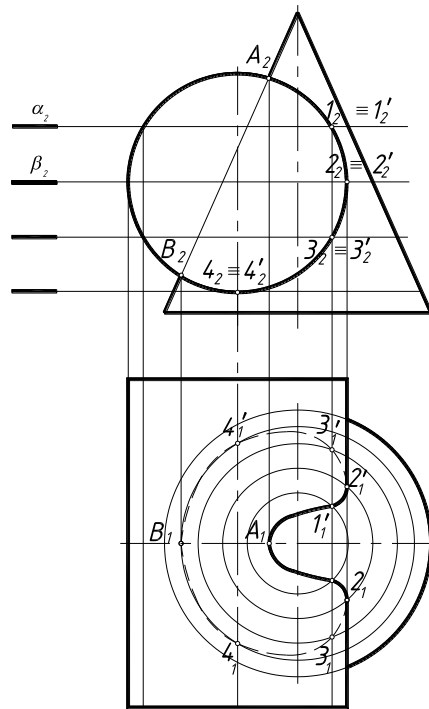


Рисунок 1.48

1.9.4 Пересечение поверхности вращения с гранной поверхностью

Пересечение «гранной» и «кривой» поверхностей – позволяет получить одну или две плавные пространственные кривые линии с изломом на рёбрах.

На рисунке 49 конус пересекается с четырёхгранной фронтально-проецирующей призмой. Фронтальная проекция линии пересечения совпадает с фронтальной проекцией оснований призмы. В результате сечения плоскостями-посредниками горизонтального уровня получаем точки, принадлежащие линии пересечения поверхностей. Плоскости, проходящие через рёбра призмы, дадут характерные точки излома кривой – линии пересечения (точки 1 и 1', 4 и 4', 5 и 5', 8 и 8').

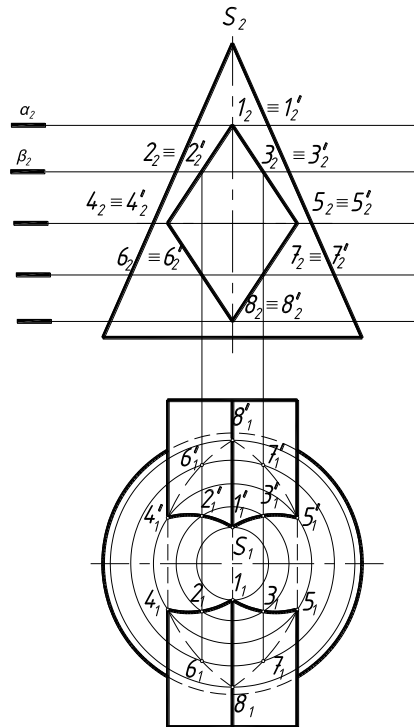


Рисунок 1.49

1.9.5 Пересечение гранных поверхностей

Пересечение двух многогранников в сечении позволяет получить одну или две ломаные линии.

На рисунке 50 шестигранная пирамида пересекается с треугольной фронтально-проецирующей призмой. Фронтальная проекция линии пересечения поверхностей совпадает с фронтальной проекцией оснований призмы – треугольником. Вспомогательная плоскость-посредник α пересекает треугольную призму по верхнему ребру, а шестигранную – по шестиугольнику, подобному шестиугольнику основания. В результате получаем общие точки A и A' . Аналогично проводим плоскость β , построения повторяем. В результате получаем две замкнутые ломаные. Характерные точки на рёбрах поверхностей дадут точки излома ломаных линий.

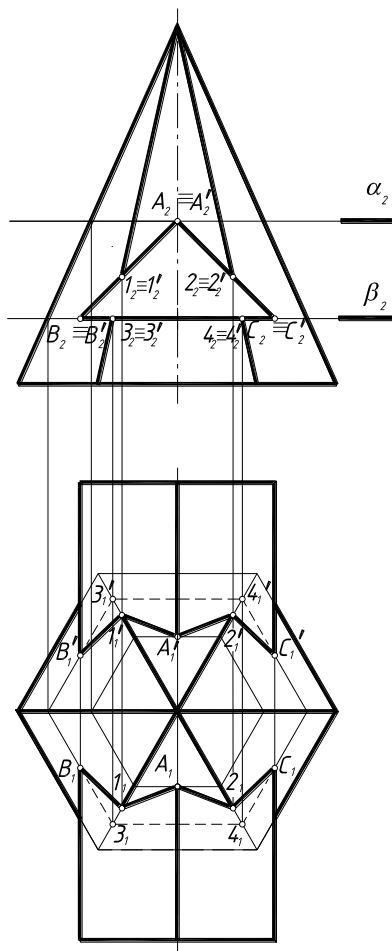


Рисунок 1.50

1.10 Схемы электрические

1.10.1 Правила выполнения чертежей схем

Общие положения. Общие требования по выполнению электрических схем приведены в ГОСТ 2.702–75.

Схемы выполняются без соблюдения масштаба, на одном или нескольких листах стандартных форматов, действительное пространственное расположение составных частей изделий либо не учитывается вообще, либо учитывается приближенно.

Схемы вычерчиваются в отключенном состоянии. Чертеж схемы выполняется на чертежной бумаге определенного формата. Таблица перечня элементов схемы выполняется по стандартной форме. Позиционные обозначения перечня даются сверху вниз. Перечень элементов выполняется на листах формата А4 в виде отдельного документа. Допускается отдельный документ не разрабатывать, а перечень элементов размещать над основной надписью не ближе 18 мм первого листа соответствующей схемы (приложение 8).

Современная радиоэлектронная промышленность характеризуется широким использованием различных электронных устройств.

В процессе проектирования радиотехнических изделий, их изготовления и эксплуатации особое место занимают в конструкторской документации электрические схемы.

Схема – графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Схемы содержат информацию, необходимую при изучении принципа работы конкретного устройства, связи между его отдельными элементами, без уточнения особенностей их конструкции и являются рабочими документами при монтаже, наладке, контроле и эксплуатации этого устройства.

Правила выполнения и оформления схем содержатся в стандартах седьмой версии классификационной группы Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Общие требования к выполнению схем, их виды, типы и обозначения устанавливает ГОСТ 2.701 – 2008.

В данной теме изложены основные сведения из стандартов по выполнению и оформлению двух типов электрических схем: структурной и принципиальной.

Термины и определения

ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД рекомендует применять следующие термины с соответствующими определениями.

- 1) Линия взаимосвязи – отрезок линии, указывающей на наличие связи между функциональными частями изделия.
- 2) Функциональная часть – элемент, устройство, функциональная группа.
- 3) Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии (установке) и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение и собственные условные обозначения.
- 4) Устройства – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию.
- 5) Функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию.
- 6) Функциональная цепь – совокупность элементов, функциональных групп и устройств (или совокупность функциональных частей) с линиями взаимосвязи, образующих канал или тракт определенного назначения.
- 7) Установка – условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который выпускается схема.

1.10.2 Общие требования к выполнению чертежей схем

Форматы листов схем выбираются в соответствии с требованиями, установленными ГОСТ 2.301 – Форматы.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею.

В учебных целях рекомендуется выполнять схемы на формате А3 (297х420) горизонтального расположения.

Основные надписи на электрических схемах выполняются согласно требованиям ГОСТ 2.104 – Основные надписи.

Чертежи и схемы сопровождаются основной надписью формы 1 (рис.1).

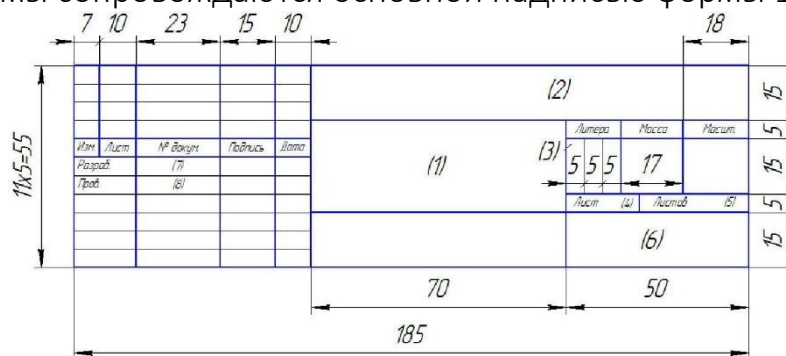


Рис.1.51 – Основная надпись формы 1

В учебных целях для электрических схем рекомендуется следующее заполнение граф основной надписи:

Графа 1 – Наименование изделия с обязательным указанием наименования документа – Схема электрическая структурная (принципиальная) - в зависимости от типа схемы.

Графа 2 – Обозначение документа (шифр)

Графа 3 – Литера, присвоенная данному документу («у» - учебный чертеж).

Графа 4 - Порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют).

Графа 5 - Общее количество листов документа.

Графа 6 – Номер группы студента, выполнившего чертеж.

Графа 7 – Фамилия студента, выполнившего чертеж.

Графа 8 – Фамилия преподавателя, проверившего чертеж.

Текстовые конструкторские документы (первый или заглавный лист) (для электрической принципиальной схемы – Перечень элементов) сопровождаются основной надписью формы 2 (рис.2).

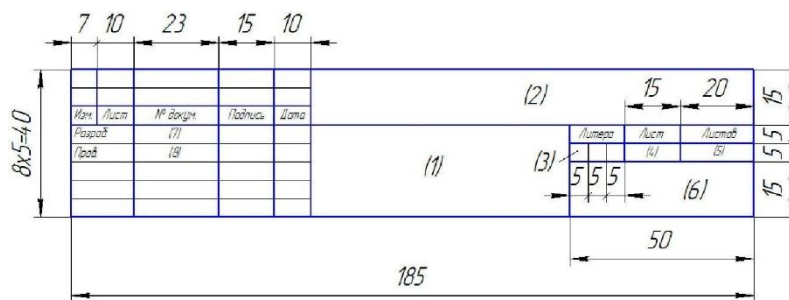


Рис.1.52 – Основная надпись формы 2

Заполнение граф основной надписи формы 2 аналогично заполнению граф основной надписи формы 1. В графе 1 указывают наименование изделия и наименование документа – Перечень элементов.

Текстовые конструкторские документы (второй и последующие листы) сопровождаются основной надписью формы 2а.

Схемы выполняются без соблюдения масштаба (графа «Масштаб» основной надписи не заполняется).

Условные графические обозначения (УГО) элементов, устройств, функциональных групп и соединяющие их линии взаимосвязи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

УГО элементов изображают в размерах, установленных в соответствующих стандартах Единой системы конструкторской документации на УГО. Размеры на УГО приведены в Приложении А.

Все размеры УГО допускается пропорционально изменять.

УГО на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии взаимосвязи.

Линии взаимосвязи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров УГО. Предпочтительная толщина – 0,5 мм.

Линии взаимосвязи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений.

Перечень элементов размещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа на формате А4 с основной надписью формы 2 (для первого листа) и формы 2а (для второго и последующих листов).

Для электронных документов перечень элементов выполняют только в виде самостоятельного документа.

Перечень элементов оформляют в виде таблицы (рис.3), заполняемой сверху вниз.

<i>Поз. обозн.</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол</i>	<i>Примечание</i>	15
20	110		10	8 min
185				

Рис.1.53 – Форма перечня элементов

В графах перечня элемента указываются следующие данные:

в графе «Поз. обозначение» - позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп;

в графе «Наименование» - наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (стандарт Российской Федерации, стандарт организации, технические условия и т.п.);

в графе «Количество» - количество элементов (устройств) одного наименования;

в графе «Примечание» - рекомендуется указывать технические данные элемента (устройства), не содержащиеся в его наименовании.

При выполнении перечня элементов на одном листе со схемой его располагают, как правило, над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм.

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенно-цифровых позиционных обозначений.

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень элементов в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например, R4, R5; C8-C12, а в графу «Кол.» - общее количество таких элементов.

Запись группы элементов сопровождается наименованием, которое записывают на отдельной строке графы «Наименование» (например, Резисторы) с обязательным подчеркиванием.

Отдельные элементы вписываются в графу

«Наименование», где указываются: наименование элемента, параметры и стандарт (ГОСТ, технические условия и т.п.).

Между группами элементов следует оставлять по одной незаполненной строке.

При выполнении перечня элементов в виде самостоятельного документа в графе 1 основной надписи указывается наименование изделия и наименование документа – Перечень элементов.

1.10.3 Схема электрическая структурная

(код Э1) – документ, определяющий в основе функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязь, служит для общего ознакомления с изделием (устройством).

На структурной схеме изображаются все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними.

Требования к выполнению:

- 1) Функциональные части на схеме изображаются в виде прямоугольников или в виде УГО (например, кинескоп, динамик, антенна и др.).

Рекомендуемое соотношение сторон прямоугольников: 1:1,5; 1:2.

- 2) Все прямоугольники предпочтительно выполнять одного размера с соблюдением пропорций между длиной и высотой.
- 3) На схеме функциональные части (прямоугольники) следует располагать с выравниванием по горизонтали и вертикали.
- 4) На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части изделия (устройства). Наименования, обозначения или типы изделий рекомендуется вписывать внутрь прямоугольников чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304 (рис.2).
- 5) Размер шрифта наименований выбирается в зависимости от величины изображения прямоугольников и содержания надписей в них.
- 6) Наименования вписываются по правилам русской грамматики (первое слово с заглавной буквы, остальные строчные) без сокращения и переносов слов.
- 7) При большом количестве функциональных частей или их длинного наименования допускается проставлять порядковые номера справа или над правым верхним углом прямоугольника по общему правилу для всех схем: сверху вниз в направлении слева направо (рис.3).

В этом случае наименования, типы и обозначения указывают в таблице, которую размещают над основной надписью, где для каждой функциональной части записывают обозначение и его наименование.

- 8) Функциональные части и линии электрической связи следует выполнять сплошными линиями одинаковой толщины (рекомендуемая толщина – 1,0 мм).
- 9) Направление хода рабочего процесса в устройстве (сигнал электрический) рекомендуется указывать специальными стрелками по ГОСТ 2.721-74 (рис.1).

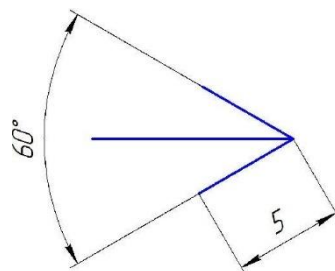


Рис.1.54 – Стрелка потока электрической энергии

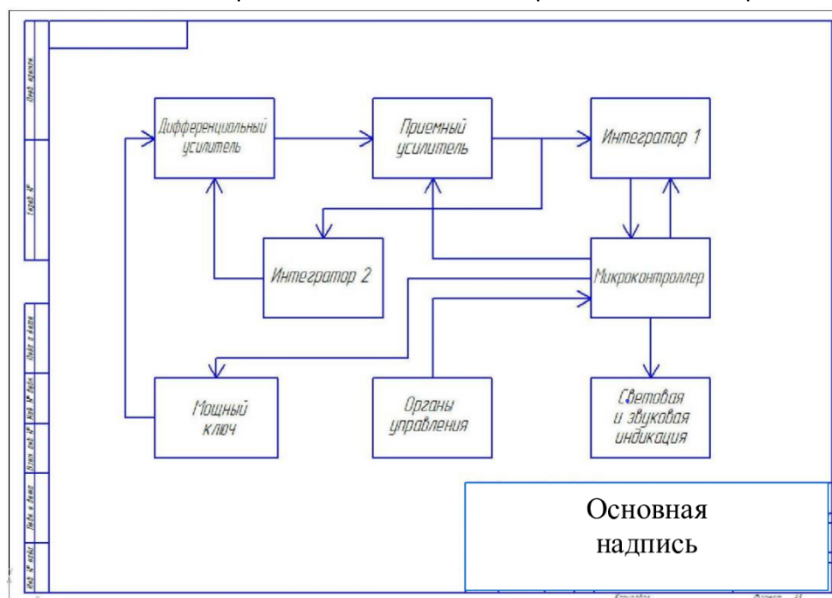


Рис.1.55 –Чертеж схемы электрической структурной

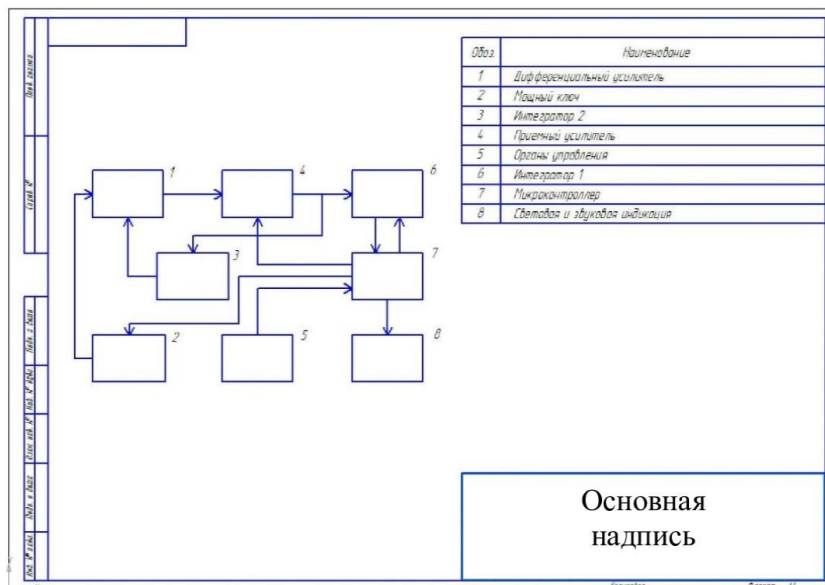


Рис.1.56 – Чертеж схемы электрической структурной

1.10.4 Схема электрическая принципиальная

Схема электрическая принципиальная (код ЭЗ) – схема, определяющая полный состав электрических элементов и связей между ними и дающая представление о принципах работы изделия (устройства).

На принципиальной схеме изображаются все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии установленных электрических процессов, все электрические взаимосвязи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т.д.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Требования к выполнению

1. Элементы схемы изображаются условными графическими обозначениями (УГО), установленными в стандартах ЕСКД - ГОСТ 2.721 - 2.756 (таблица 1).
2. Каждому элементу схемы присваивается буквенно-цифровое позиционное обозначение согласно ГОСТ 2.710-81. Порядковые номера присваиваются согласно последовательности расположения элементов на схеме, считая сверху вниз, в направлении слева направо.
3. Позиционные обозначения проставляются рядом с УГО элементов и (или) устройств строго с правой стороны или над ними (рис. 4, 6).
4. Высота букв и цифр в условном буквенно- цифровом обозначении у всех УГО должна быть одинаковой.
5. Данные об элементах записываются в перечень элементов. При этом связь перечня с УГО элементов осуществляется через позиционные обозначения. Пример оформления перечня элементов приведен на рис. 5.

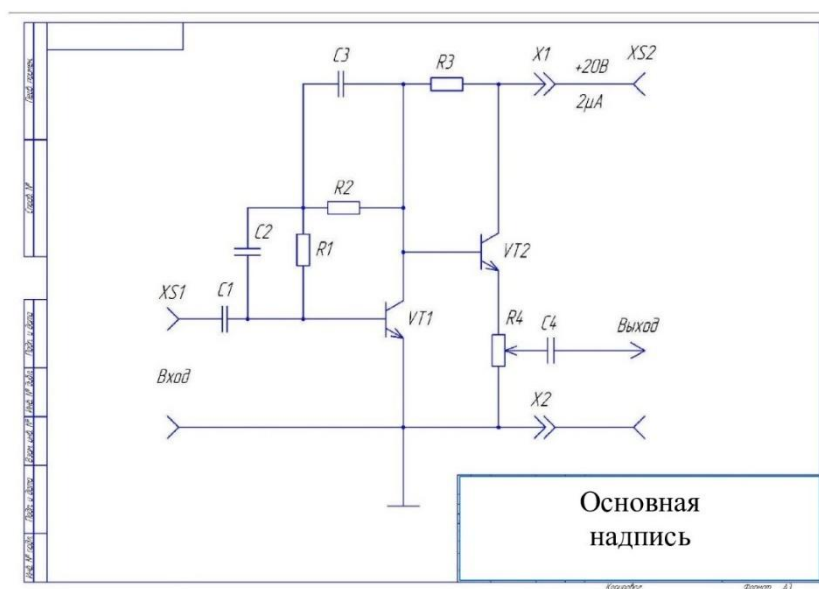
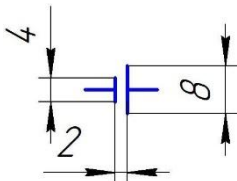
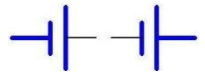
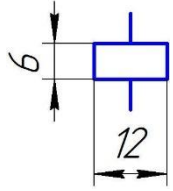
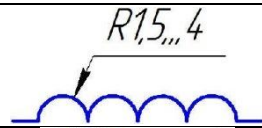
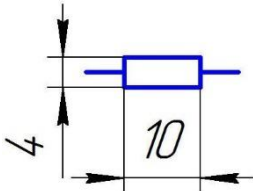
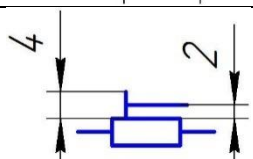
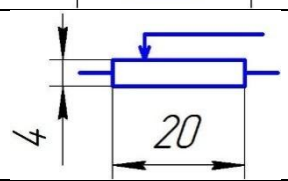
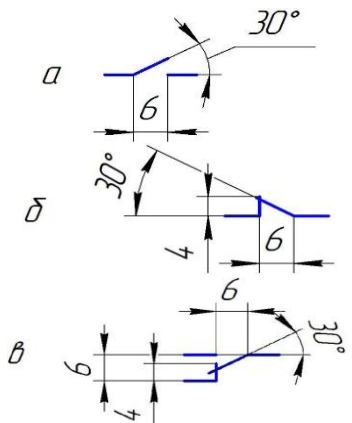
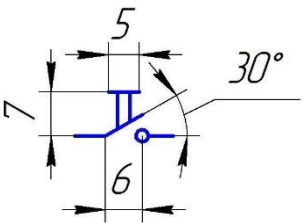
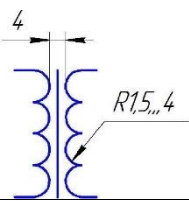
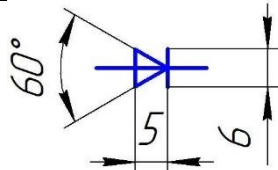
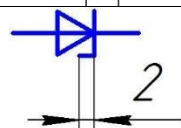
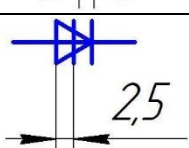
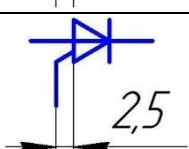
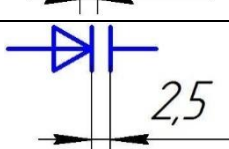
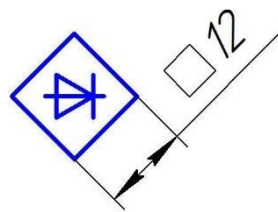
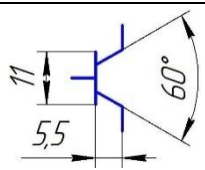
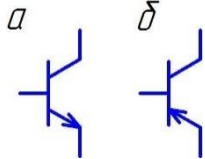


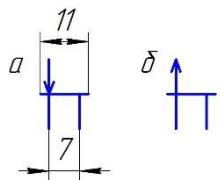
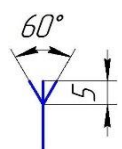
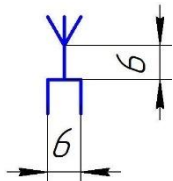
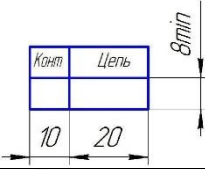
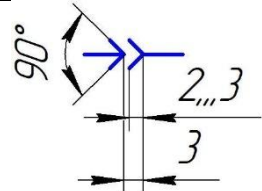
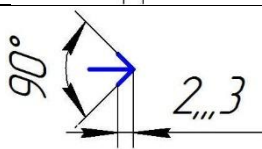
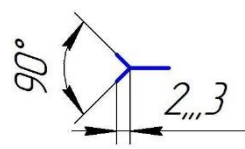
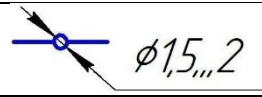
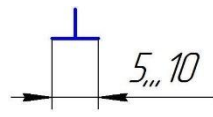
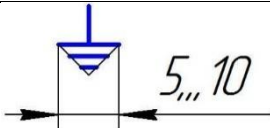
Рис. 1.57 Чертеж схемы электрической принципиальной на отдельном отдельном формате

Условные графические обозначения и размеры элементов электрических схем
Таблица 1

Наименование стандарт	Обозначение буквенное по ГОСТ 2.710-81	Обозначение графическое
Усилитель операционный ГОСТ 2.743-91	A	
Громкоговоритель ГОСТ 2.741-68	BA	
Микрофон ГОСТ 2.741-68	BM	
Конденсатор постоянной емкости ГОСТ 2.728-74	C	
Схема интегральная * - символ функции элемента: COMP – компаратор; Т – триггер; CTR – счетчик; Р – процессор и т.д. ГОСТ 2.743-91	D	
Лампа осветительная и сигнальная ГОСТ 2.732-68	H	
Предохранитель плавкий ГОСТ 2.727-68	FU	
Генератор мощности ГОСТ 2.768-90	G	

Источник питания (гальванический элемент) ГОСТ 2.768-90	GB	
Батарея гальванических элементов ГОСТ 2.768-90	GB	
Реле (общее обозначение) ГОСТ 2.756-76	K	
Катушки индуктивности ГОСТ 2.723-68	L	
Двигатель (машина электрическая) ГОСТ 2.722-68	M	
Генератор (машина электрическая) ГОСТ 2.722-68	M	
Резистор постоянный ГОСТ 2.728-74	R	
Резистор подстроечный ГОСТ 2.728-74	R	
Потенциометр ГОСТ 2.728-74	RP	
Выключатель а – с замыкающим контактом; б – с размыкающим контактом; в – переключатель. ГОСТ 2.755-87	SA	

Выключатель ручной ГОСТ 2.755-87	SB	
Трансформатор ГОСТ 2.723-68	T	
Диод полупроводниковый ГОСТ 2.730-73	VD	
Стабилитрон ГОСТ 2.730-73		
Тиристор диодный ГОСТ 2.730-73		
Тиристор триодный ГОСТ 2.730-73		
Варикап ГОСТ 2.730-73		
Однофазная мостовая выпрямительная схема (диодный мост) ГОСТ 2.730-73		
Транзистор ГОСТ 2.730-73	VT	
Транзистор а – тип NPN; б – тип PNP ГОСТ 2.730-73		

Полевой транзистор: а - с каналом типа N; б – с каналом типа Р. ГОСТ 2.730-73		
Антенна несимметричная ГОСТ 2.735-68		
Антенна симметричная ГОСТ 2.735-68	WA	
Разъем ГОСТ 2.755-87	X	
Соединение контактное разъемное (клемма) ГОСТ 2.755-87	X	
Контакт контактного соединения (штырь, вилка) ГОСТ 2.755-87	XP	
Контакт контактного соединения (гнездо, розетка) ГОСТ 2.755-87	XS	
Соединение контактное разборное ГОСТ 2.755-87	XT	
Корпус		
Заземление		

1.11 Основы дизайна в системах векторной и растровой графики

1.11.1 Растровые и векторные графические изображения.

Растровые графические изображения формируются в процессе преобразования графической информации из аналоговой формы в цифровую, например, в процессе сканирования существующих на бумаге или фотопленке рисунков и фотографий, при использовании цифровых фото- и видеокамер, при просмотре на компьютере телевизионных передач с использованием ТВ-тюнера и так далее.

Можно создать растровое графическое изображение и непосредственно на компьютере с использованием графического редактора, загрузить его с CD-ROM или DVD-ROM-дисков или «скачать» из Интернета.

Растровое изображение хранится с помощью точек различного цвета (пикселей), которые образуют строки и столбцы. Каждый пиксель имеет определенное положение и цвет. Хранение каждого пикселя требует определенного количества битов информации, которое зависит от количества цветов в изображении.

Качество растрового изображения зависит от размера изображения (количества пикселей по горизонтали и вертикали) и количества цветов, которые можно задать для каждого пикселя.

Пример.

Рассмотрим черно-белое (без градаций серого) изображение стрелки размером 8x7 (рис.1). Легко подсчитать, какой информационный объем файла требуется для хранения этого изображения. Общее количество пикселей равно 56. Так как используется всего два цвета, то для хранения каждого пикселя необходим 1 бит. Таким образом, файл будет иметь объем 56 битов, или 7 байтов.

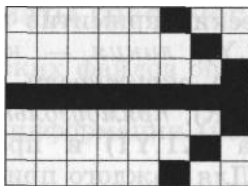


Рис.1.59 Растровое изображение стрелки

Растровые графические изображения многоцветных фотографий и иллюстраций получают с помощью сканера. Такие изображения обычно имеют большой размер и большую глубину цвета (24 или 36 битов на точку). В результате файлы, хранящие растровые изображения, имеют большой информационный объем.

Растровые изображения очень чувствительны к масштабированию (увеличению или уменьшению). При уменьшении растрового изображения несколько соседних точек преобразуются в одну, поэтому теряется различимость мелких деталей изображения. При увеличении изображения увеличивается размер

каждой точки и появляется ступенчатый эффект, который можно увидеть невооруженным глазом (рис.2).



Рис.1.60 Растровое изображение и его увеличенный фрагмент

Векторные графические изображения являются оптимальным средством хранения высокоточных графических объектов (чертежи, схемы и пр.), для которых имеет значение сохранение четких и ясных контуров. С векторной графикой вы сталкиваетесь, когда работаете с системами компьютерного черчения и автоматизированного проектирования (САПР), программами обработки трехмерной графики и др.

Векторные изображения формируются из объектов (точка, линия, окружность, прямоугольник и пр.), которые хранятся в памяти компьютера в виде графических примитивов и описывающих их математических формул.

Пример. Графический примитив точка задается своими координатами (X,Y) , линия — координатами начала (X_1,Y_1) и конца (X_2,Y_2) , окружность — координатами центра (X,Y) и радиусом (R) , прямоугольник — координатами левого верхнего угла (X_1,Y_1) и правого нижнего угла (X_2,Y_2) и так далее. Для каждого примитива задается также цвет.

Рассмотренная выше стрелка в векторном формате будет задана с помощью трех линий: линия $(1,4)-(8,4)$, линия $(6,7)-(8,4)$, линия $(6,1)-(8,4)$.

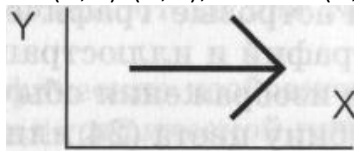


Рисунок 1.61

Достоинством векторной графики является то, что файлы, хранящие векторные графические изображения, имеют сравнительно небольшой объем.

Важно также, что векторные графические изображения могут быть увеличены или уменьшены без потери качества (рис.3). Это возможно, так как масштабирование изображений производится с помощью простых математических операций (умножения параметров графических примитивов на коэффициент масштабирования).

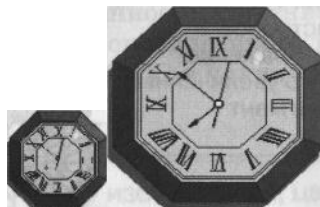


Рис.1.62 Векторное изображение и его увеличенная копия

1.11.2 Форматы графических файлов.

Форматы графических файлов определяют способ хранения информации в файле (растровый или векторный), а также форму хранения информации (используемый алгоритм сжатия).

Сжатие применяется для растровых графических файлов, так как они имеют обычно достаточно большой объем. Сжатие графических файлов отличается от их архивации с помощью программ-архиваторов (rar, zip, arj и пр.) тем, что алгоритм сжатия включается в формат графического файла.

Существуют различные алгоритмы сжатия, причем для различных типов изображения целесообразно применять подходящие типы алгоритмов сжатия.

Для сжатия рисунков типа аппликации, содержащих большие области однотонной закрашки, наиболее эффективно применение алгоритма сжатия, который заменяет последовательность повторяющихся величин (пикселей одинакового цвета) на две величины (пиксель и количество его повторений). Такой алгоритм сжатия используется в графических файлах форматов BMP и PCX.

Для рисунков типа диаграммы целесообразно применение другого метода сжатия, который использует поиск повторяющихся в рисунке «узоров». Такой алгоритм используется в графических файлах форматов TIFF и GIF и позволяет сжать файл в несколько раз.

Для сжатия отсканированных фотографий и иллюстраций используется алгоритм сжатия JPEG. Этот алгоритм использует тот факт, что человеческий глаз очень чувствителен к изменению яркости отдельных точек изображения, но гораздо хуже замечает изменение цвета. Действительно, при глубине цвета 24 бита компьютер обеспечивает воспроизведение более 16 млн различных цветов, тогда как человек вряд ли способен различить и тем более назвать более сотни цветов и оттенков.

Применение метода JPEG позволяет сжимать файлы в десятки раз, однако может приводить к необратимой потере информации (файлы не могут быть восстановлены в первоначальном виде).

Некоторые форматы графических файлов являются универсальными, так как могут быть обработаны большинством графических редакторов. Некоторые программы обработки изображений используют оригинальные форматы, которые распознаются только самой создающей программой. Преимущество оригинальных

форматов файлов состоит в том, что они позволяют сохранять изображения при меньшем размере файла.

Рассмотрим некоторые форматы графических файлов более подробно.

Bit MaP image (BMP) — универсальный формат растровых графических файлов, используется в операционной системе Windows. Этот формат поддерживается многими графическими редакторами, в том числе редактором Paint. Рекомендуется для хранения и обмена данными с другими приложениями.

Tagged Image File Format (TIFF) — формат растровых графических файлов, поддерживается всеми основными графическими редакторами и компьютерными платформами. Включает в себя алгоритм сжатия без потерь информации. Используется для обмена документами между различными программами. Рекомендуется для использования при работе с издательскими системами.

Graphics Interchange Format (GIF) — формат растровых графических файлов, поддерживается приложениями для различных операционных систем. Включает алгоритм сжатия без потерь информации, позволяющий уменьшить объем файла в несколько раз. Рекомендуется для хранения изображений, создаваемых программным путем (диаграмм, графиков и так далее) и рисунков (типа аппликации) с ограниченным количеством цветов (до 256). Используется для размещения графических изображений на Web-страницах в Интернете.

Portable Network Graphic (PNG) — формат растровых графических файлов, аналогичный формату GIF. Рекомендуется для размещения графических изображений на Web-страницах в Интернете.

Joint Photographic Expert Group (JPEG) — формат растровых графических файлов, который реализует эффективный алгоритм сжатия (метод JPEG) для отсканированных фотографий и иллюстраций. Алгоритм сжатия позволяет уменьшить объем файла в десятки раз, однако приводит к необратимой потере части информации. Поддерживается приложениями для различных операционных систем. Используется для размещения графических изображений на Web-страницах в Интернете.

Windows MetaFile (WMF) — универсальный формат векторных графических файлов для Windows-приложений. Используется для хранения коллекции графических изображений Microsoft Clip Gallery.

Encapsulated PostScript (EPS) — формат векторных графических файлов, поддерживается программами для различных операционных систем. Рекомендуется для печати и создания иллюстраций в настольных издательских системах.

CorelDraw files (CDR) — оригинальный формат векторных графических файлов, используемый в системе обработки векторной графики CorelDraw.

Если вы собираетесь работать с графическим файлом только в одном данном приложении, целесообразно выбрать оригинальный формат. Если же предстоит

передавать данные в другое приложение, другую среду или иному пользователю, стоит использовать универсальный формат.

1.11.3 Графические редакторы.

Растровые и векторные редакторы

Для обработки изображений на компьютере используются специальные программы — графические редакторы. Графические редакторы также можно разделить на две категории: растровые и векторные.

Растровые графические редакторы являются наилучшим средством обработки фотографий и рисунков, поскольку растровые изображения обеспечивают высокую точность передачи градаций цветов и полутонов.

Среди растровых графических редакторов есть простые, например стандартное приложение Paint, и мощные профессиональные графические системы, например Adobe Photoshop.

К векторным графическим редакторам относятся графический редактор, встроенный в текстовый редактор Word. Среди профессиональных векторных графических систем наиболее распространена CorelDRAW.

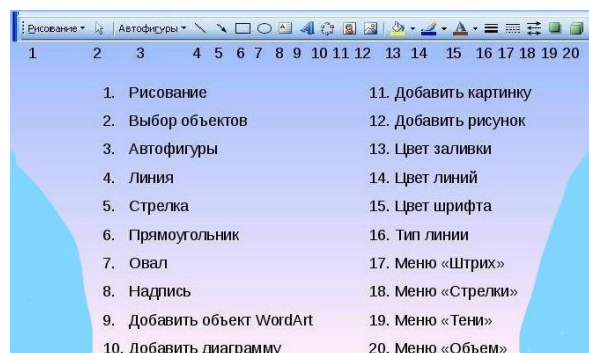
Графический редактор — это программа создания, редактирования и просмотра графических изображений.

Для создания рисунка традиционными методами необходимо выбрать инструмент рисования (это могут быть фломастеры, кисть с красками, карандаши, пастель и многое другое). Графические редакторы также предоставляют возможность выбора инструментов для создания и редактирования графических изображений, объединяя их в панели инструментов.

На рис.4 представлены панели инструментов растрового графического редактора Paint и векторного графического редактора, входящего в состав Microsoft Word. Хорошо видно, что панели имеют много одинаковых инструментов.



Paint



Microsoft Word

Рис.1.63 Панели инструментов растрового и векторного графических редакторов

Инструменты рисования объектов. Графические редакторы имеют набор инструментов для рисования простейших графических объектов: прямой линии, кривой, прямоугольника, эллипса, многоугольника и так далее. После выбора объекта на панели инструментов его можно нарисовать в любом месте окна редактора.

Например, для рисования линии необходимо выбрать на панели инструментов инструмент Линия, переместить курсор на определенное место окна редактора и щелчком мыши зафиксировать точку, из которой должна начинаться линия. Затем следует перетащить линию в нужном направлении и, осуществив повторный щелчок, зафиксировать второй конец линии.

Такие инструменты имеются и в растровом, и в векторном графических редакторах, однако принципы работы с ними несколько различаются. В растровом графическом редакторе объект перестает существовать как самостоятельный элемент после окончания рисования и становится лишь группой пикселей на рисунке. В векторном редакторе нарисованный объект продолжает сохранять свою индивидуальность и его можно масштабировать, перемещать по рисунку и так далее.

В векторном редакторе существует группа инструментов группировки и разгруппировки объектов. Операция группировки объединяет несколько отдельных объектов в один, что позволяет производить в дальнейшем над ними общие операции (перемещать, удалять и так далее). Можно и, наоборот, разбивать объект, состоящий из нескольких объектов, на самостоятельные объекты (разгруппировывать).

Выделяющие инструменты. В графических редакторах над элементами изображения возможны различные операции: копирование, перемещение, удаление, поворот, изменение размеров и так далее. Для того чтобы выполнить какую-либо операцию над объектом, его сначала необходимо выделить.

Для выделения объектов в растровом графическом редакторе обычно имеются два инструмента: выделение прямоугольной области и выделение произвольной области. Процедура выделения производится аналогично процедуре рисования.

Выделение объектов в векторном редакторе осуществляется с помощью инструмента выделение объекта (на панели инструментов изображается стрелкой). Для выделения объекта достаточно выбрать инструмент выделения и щелкнуть по любому объекту на рисунке.

Инструменты редактирования рисунка. Инструменты редактирования позволяют вносить в рисунок изменения: стирать части рисунка, изменять цвета и так далее. Для стирания изображения в растровых графических редакторах используется инструмент Ластик, который стирает фрагменты изображения (пиксели), при этом размер Ластика можно менять.

В векторных редакторах редактирование изображения возможно только путем удаления объектов, входящих в изображение, целиком. Для этого сначала необходимо выделить объект, а затем выполнить операцию Вырезать.

Палитра цветов. Операцию изменения цвета можно осуществить с помощью меню Палитра, содержащего набор цветов, используемых при создании объектов (рис.5). Различают основной цвет, которым рисуются контуры фигур, и цвет фона. В левой части палитры размещаются индикаторы основного цвета и цвета фона, которые отображают текущие установки (в данном случае установлен черный основной цвет и белый цвет фона). Для изменения основного цвета необходимо осуществить левый щелчок на выбранном цвете палитры, а для цвета фона — правый щелчок.

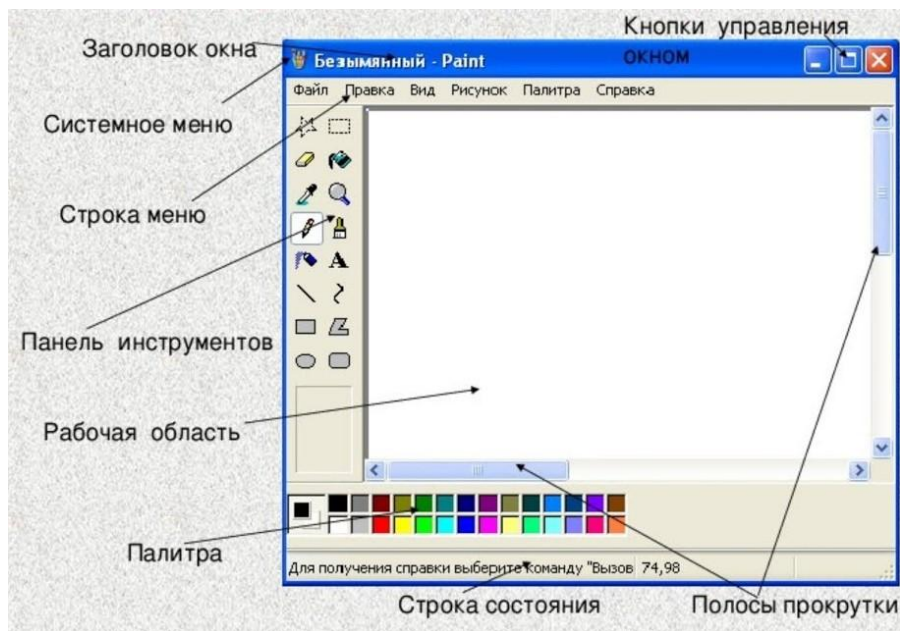


Рис.1.64 Меню

Текстовые инструменты позволяют добавлять в рисунок текст и осуществлять его форматирование.

В растровых редакторах инструмент Надпись (буква А на панели инструментов) позволяет создавать текстовые области на рисунках. Установив курсор в любом месте текстовой области, можно произвести ввод текста.

Форматирование текста производится с помощью панели атрибутов текста. В редакторе Paint панель атрибутов текста добавляется (удаляется) при выбранном инструменте Надпись командой [Вид-Панель атрибутов текста].

В векторных редакторах тоже можно создавать текстовые области, в которые можно вводить и форматировать текст. Кроме того, для ввода надписей к рисункам можно использовать так называемые выноски различных форм. В векторном графическом редакторе, входящем в Word, выноска выбирается на панели Рисование командой [Автофигуры-Выноски].

Масштабирующие инструменты.

В растровых графических редакторах масштабирующие инструменты позволяют увеличивать или уменьшать масштаб представления объекта на экране, но не влияют при этом на его реальные размеры. Обычно такой инструмент называется Лупа.

В векторных графических редакторах можно легко изменять реальные размеры объекта с помощью мыши.

Растровое изображение хранится с помощью точек различного цвета (пикселей), которые образуют строки и столбцы. Каждый пиксель имеет определенное положение и цвет. Хранение каждого пикселя требует определенного количества битов информации, которое зависит от количества цветов в изображении.

Векторные изображения формируются из объектов (точка, линия, окружность, прямоугольник и пр.), которые хранятся в памяти компьютера в виде графических примитивов и описывающих их математических формул

Достоинством векторной графики является то, что файлы, хранящие векторные графические изображения, имеют сравнительно небольшой объем.

Bit MaP image (BMP) — универсальный формат растровых графических файлов, используется в операционной системе Windows. Этот формат поддерживается многими графическими редакторами, в том числе редактором Paint. Рекомендуется для хранения и обмена данными с другими приложениями.

Tagged Image File Format (TIFF) — формат растровых графических файлов, поддерживается всеми основными графическими редакторами и компьютерными платформами. Включает в себя алгоритм сжатия без потерь информации. Используется для обмена документами между различными программами. Рекомендуется для использования при работе с издательскими системами.

Graphics Interchange Format (GIF) — формат растровых графических файлов, поддерживается приложениями для различных операционных систем. Включает алгоритм сжатия без потерь информации, позволяющий уменьшить объем файла в несколько раз. Рекомендуется для хранения изображений, создаваемых программным путем (диаграмм, графиков и так далее) и рисунков (типа аппликации) с ограниченным количеством цветов (до 256). Используется для размещения графических изображений на Web-страницах в Интернете.

Portable Network Graphic (PNG) — формат растровых графических файлов, аналогичный формату GIF. Рекомендуется для размещения графических изображений на Web-страницах в Интернете.

Joint Photographic Expert Group (JPEG) — формат растровых графических файлов, который реализует эффективный алгоритм сжатия (метод JPEG) для отсканированных фотографий и иллюстраций. Алгоритм сжатия позволяет уменьшить объем файла в десятки раз, однако приводит к необратимой потере части информации. Поддерживается приложениями для различных операционных

систем. Используется для размещения графических изображений на Web-страницах в Интернете.

Windows MetaFile (WMF) — универсальный формат векторных графических файлов для Windows-приложений. Используется для хранения коллекции графических изображений Microsoft Clip Gallery.

Encapsulated PostScript (EPS) — формат векторных графических файлов, поддерживается программами для различных операционных систем. Рекомендуется для печати и создания иллюстраций в настольных издательских системах.

CorelDraw files (CDR) — оригинальный формат векторных графических файлов, используемый в системе обработки векторной графики CorelDraw.

Для обработки изображений на компьютере используются специальные программы — графические редакторы. Графические редакторы также можно разделить на две категории: растровые и векторные.

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Примерный перечень графических работ по дисциплине и их содержание

2.1.1 Графическая работа №1

«Геометрические построения»

В соответствии с заданным вариантом:

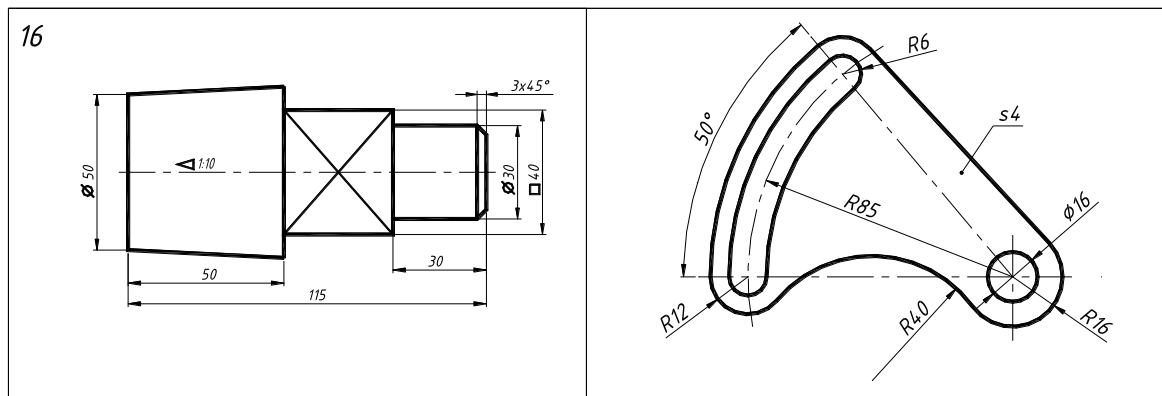


Рисунок 2.1 – Типовое задание к графической работе 1

1. Выполнить чертежи деталей, контур которых включает различные виды сопряжений;

2. Проставить необходимые размеры.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД

2.1.2 Графическая работа №2

«Геометрические построения в AutoCAD».

В соответствии с заданным вариантом:

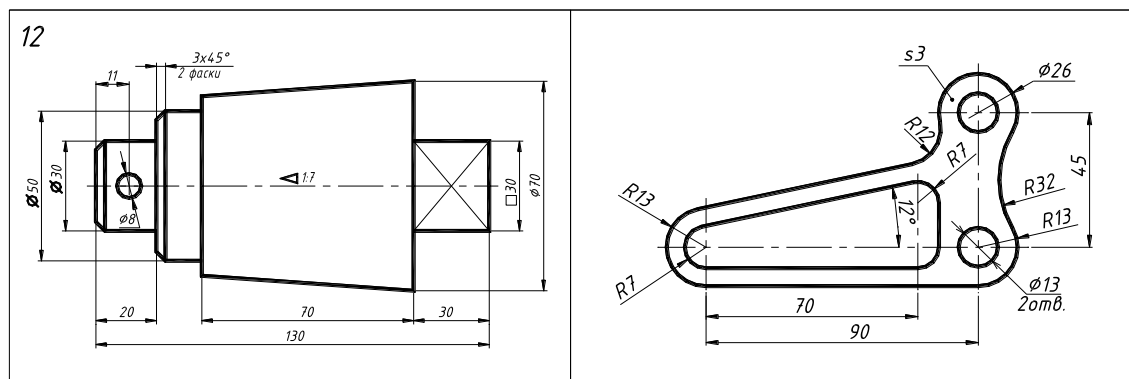


Рисунок 2.2 – Типовое задание к графической работе 2

1. Выполнить чертежи деталей, контур которых включает различные виды сопряжений, в САПР AutoCAD.
2. Проставить необходимые размеры. Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

2.1.3 Графическая работа №3

«Моделирование задачи на пересечение поверхностей»

Задание 1. В соответствии с заданным вариантом:

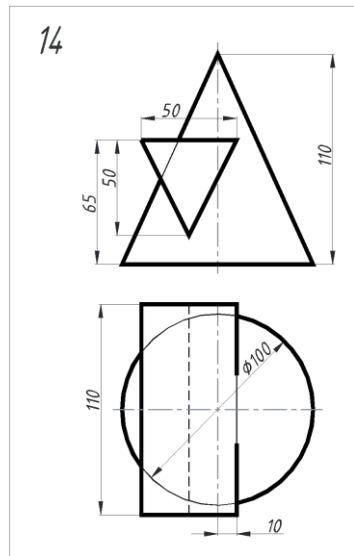


Рисунок 2.3 – Типовое задание к графической работе 3

1. В САПР AutoCAD создать трехмерную модель двух пересекающихся поверхностей.
2. Из трехмерной модели автоматически получить ортогональные проекции и стандартную аксонометрическую проекцию. Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.
3. Выполнить в САПР AutoCAD визуализацию трехмерной модели двух пересекающихся поверхностей с наложением материалов, текстур, построением теней. Оформить задачу на формате А4

2.1.4 Графическая работа №4

«Виды. Простые разрезы. Аксонометрия»

В соответствии с заданным вариантом:

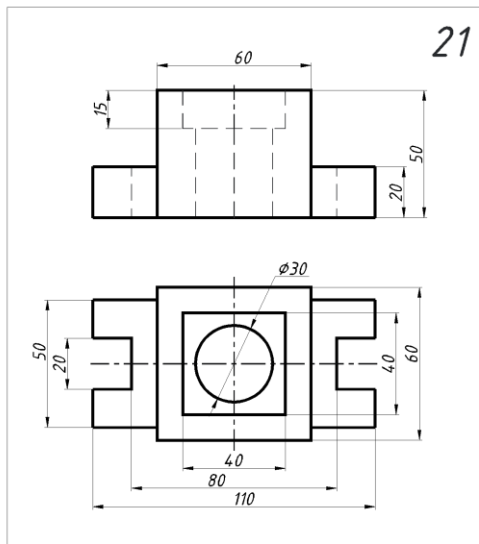


Рисунок 2.4 – Типовое задание к графической работе 4

1. Построить третий вид детали по двум заданным. Выполнить необходимые разрезы. Проставить размеры.
 2. Выполнить стандартное аксонометрическое изображение детали.
- Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД

2.1.5 Графическая работа №5

«Виды, разрезы, аксонометрия в AutoCAD»

В соответствии с заданным вариантом в САПР AutoCAD:

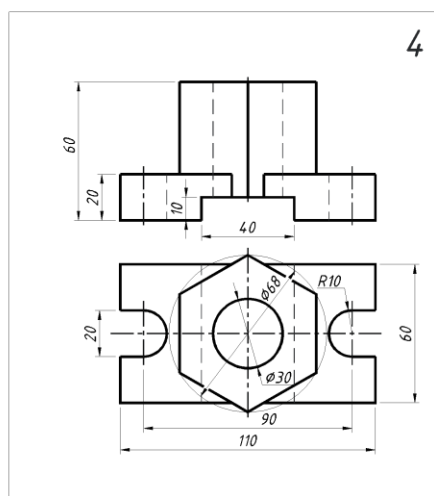


Рисунок 2.5 – Типовое задание к графической работе 5

1. Построить трехмерную модель заданных деталей.

2. Автоматически получить необходимые виды, разрезы детали, а также стандартную аксонометрическую проекцию заданной детали.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД

2.1.6 Графическая работа №6

«Разъемные и неразъемные соединения»

В соответствии с заданным вариантом:

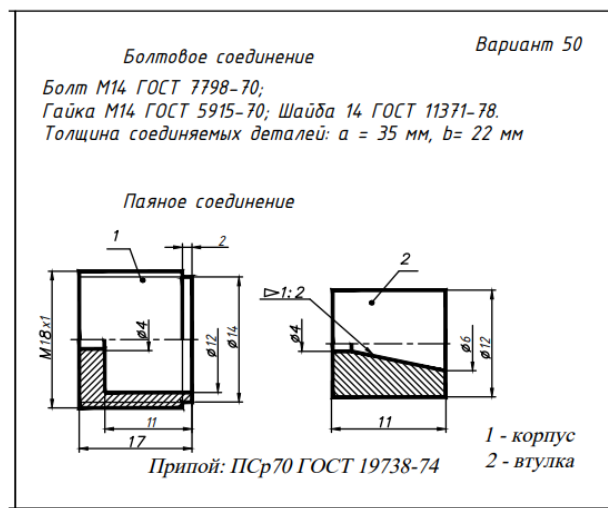


Рисунок 2.6 – Типовое задание к графической работе 6

1. Выполнить сборочный чертеж болтового соединения.
2. Выполнить сборочный чертеж паяного или клееного соединения.
3. Составить спецификацию.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД

2.1.7 Графическая работа №7

«Чертежи схем электрических структурных»

В соответствии с заданным вариантом выполнить чертеж схемы электрической структурной устройства.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

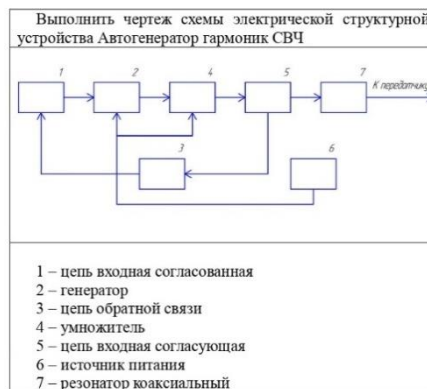


Рисунок 2.7 – Типовое задание графической работы 7

2.1.8 Графическая работа №8

«Чертежи схем электрических принципиальных»

В соответствии с заданным вариантом выполнить чертеж схемы электрической принципиальной. Составить перечень элементов.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

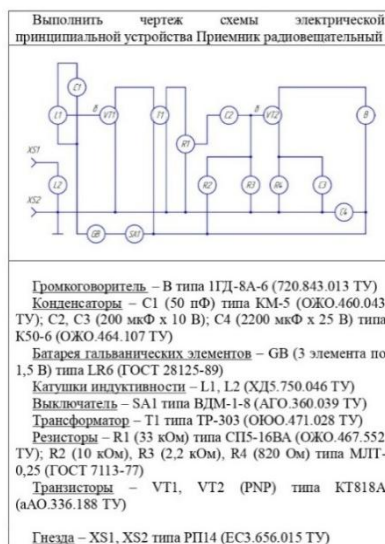


Рисунок 2.8 – Типовое задание графической работы 8

2.1.9 Графическая работа №9

«Дизайн визитной карточки с логотипом»

В графических редакторах растровой и векторной графики (Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, CorelDRAW) выполнить дизайн логотипа и визитной карточки согласно требованиям эстетики и композиции.

Оформить работу на формате А4

2.2 Перечень методических рекомендаций к выполнению графических работ

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ. Методические рекомендации из приведенного ниже перечня снабжены ссылками на соответствующие документы, расположенные в репозитории БрГТУ. Перейдя по ссылке, можно открыть полный текст соответствующих изданий.

1. [Методическое пособие по инженерной графике к выполнению заданий на темы: «Геометрические построения, виды, разрезы, сечения, аксонометрия, линии среза и перехода»](#)

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Вопросы для подготовки к зачёту по дисциплине «основы компьютерной графики»

1. Как обозначают основные форматы чертежа? Приведите пример размеров сторон одного из основных форматов.
2. Как обозначают формат с размерами сторон 297x420 мм?
3. Как обозначают формат с размерами сторон 420x594 мм?
4. Что называется, масштабом?
5. Какие масштабы предусмотрены ЕСКД.
6. Перечислите ряд масштабов увеличения и уменьшения.
7. Какие типы линий предусмотрены ЕСКД.
8. Каково назначение и начертание сплошной тонкой линии с изломами?
9. Каково назначение и начертание: сплошной основной толстой линии, сплошной тонкой линии, штриховой линии, штрих-пунктирной линии, сплошной волнистой линии, разомкнутой линии.
10. Какими линиями оформляют внешнюю и внутреннюю рамки формата?
11. В зависимости от чего выбирают длину штрихов в штриховых и штрих-пунктирных линиях?
12. Какие размеры шрифтов устанавливает стандарт и каким параметром определяется размер шрифта?
13. Какое изображение предмета на чертеже принимают в качестве главного?
14. Какое изображение называют видом?
15. Как называют виды, получаемые на основных плоскостях проекций?
16. Какое изображение называют разрезом?
17. Как разделяют разрезы в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций?
18. В каком случае вертикальный разрез называют фронтальным, а в каком случае - профильным?
19. На месте каких видов принято располагать горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы?
20. Как разделяют разрезы в зависимости от числа секущих плоскостей?
21. Какой разрез называется местным? Как он отделяется от вида?

22. В каком случае для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости и разрез надписью не сопровождается?
23. Какие линии являются разделяющими при соединении части вида и части соответствующего разреза?
24. Какое изображение называют сечением?
25. Как разделяют сечения, не входящие в состав разреза?
26. Какими линиями изображают контур наложенного сечения?
27. Как обозначают вынесенное сечение?
28. Каким образом обозначают несколько одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, и сколько изображений вычерчивают при этом на чертеже?
29. В каких случаях сечение следует заменять разрезом?
30. Как показывают на разрезе тонкие стенки типа ребер жесткости, если секущая плоскость направлена вдоль их длинной стороны?
31. Какие детали при продольном разрезе показывают не рассеченными?
32. Под каким углом проводят наклонные параллельные линии штриховки к оси изображения или к линиям рамки чертежа?
33. Как выбирают направление линии штриховки и расстояние между ними для разных изображений (разрезов, сечений) предмета?
34. Как следует наносить размерные и выносные линии при указании размеров: прямолинейного отрезка, угла, дуги окружности?
35. Сколько размеров должно быть на чертеже?
36. Какие размеры называются справочными? (Приведите примеры)
37. Допускается ли повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях?
38. Как и в каких единицах измерения указывают линейные и угловые размеры?
39. Допускается ли замыкать размерную цепь?
40. Для каких размеров указывают предельные отклонения на чертеже?
41. Какое минимальное расстояние между параллельными размерными линиями и между размерной и линией контура?
42. Как располагают размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий?
43. Как располагают угловые размеры?
44. На сколько миллиметров должны выходить выносные линии за концы стрелок размерной линии?

45. Чему равно минимальное расстояние между размерной линией и линией контура?
46. Какие знаки наносят перед размерным числом радиуса, диаметра, сферы?
47. Как рекомендует стандарт располагать размерные числа при нескольких параллельно расположенных размерных линиях?
48. В каких случаях штрих-пунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями?
49. Можно ли использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных?
50. В каком случае размерную линию можно проводить с обрывом?
51. Как наносят размеры нескольких одинаковых элементов изделия? (Например, 4 отверстия диаметром 10 мм)?
52. Что такое чертеж детали? Что такое сборочный чертеж? Что такое чертеж общего вида? Что такое схема? Что такое спецификация?
53. Какие вы знаете виды соединений деталей?
54. Какие соединения относятся к разъемным?
55. Какие параметры определяют резьбы?
56. Какие соединения относятся к резьбовым?
57. По каким признакам классифицируют резьбу?
58. Какие вы знаете стандартные резьбы? Как их условно обозначают?
59. Как на чертеже изображается резьба на стержне; в отверстии; в соединении с отверстием?
60. Как обозначаются резьбы на чертежах?
61. Какие вы знаете стандартные резьбовые изделия?
62. Какое условное обозначение на чертеже болта, шпильки, гайки, шайбы?
63. Какие вы знаете разновидности винтов?
64. Чему равно расстояние от конца винта (шпильки) до глубины отверстия?
65. Какие виды неразъемных соединений вы знаете?
66. Как условно обозначается паяный и клееный шов на чертеже?
67. Аксонометрическое построение геометрических тел.
68. Выбор соответствующей проекции в зависимости от формы детали.
69. Общие сведения (сущность метода и основные понятия, вторичные проекции точек, коэффициенты искажения по аксонометрическим осям в изометрических, диметрических и триметрических проекциях), прямоугольные и косоугольные проекции.

70. Классификация и виды стандартных аксонометрических проекций (коэффициенты искажения и положение аксонометрических осей в прямоугольной изометрии и диметрии, косоугольных фронтальных диметрии и изометрии, горизонтальной изометрии).

71. Аксонометрические проекции окружности (размеры большой и малой осей эллипсов, их положение в различных плоскостях).

72. Нанесение штриховки сечений в аксонометрических проекциях.

73. Метод проецирования, центральное и параллельное проецирование и их свойства.

74. Прямоугольное (ортогональное) проецирование.

75. Ортогональные проекции точки и система прямоугольных координат.

76. Положение прямой относительно плоскостей проекций. Взаимное положение прямых.

77. Задание плоскости на чертеже.

78. Положение плоскости относительно плоскостей проекций (плоскости общего и частного положения).

79. Многогранники (призма и пирамида), задание и изображение их на чертеже. Точки и линии на многогранниках.

80. Пересечение многогранников плоскостями частного положения.

81. Общие сведения о кривых поверхностях.

82. Поверхности вращения (цилиндр, конус, сфера, тор), задание и изображение их на чертеже. Точки и линии на поверхностях вращения.

83. Понятие линии пересечения поверхностей; общий алгоритм построения линии пересечения. Взаимное пересечение многогранников; пересечение многогранников с поверхностями вращения; пересечение поверхностей вращения.

84. Построение линии пересечения поверхностей способом вспомогательных секущих плоскостей.

85. Развертки многогранников, цилиндрических, конических поверхностей.

86. Назначение, функции, возможности и область применения AutoCAD, как средства инженерной компьютерной графики.

87. Графический интерфейс пользователя, его компоненты. Способы ввода управляющих команд. Системные переменные.

88. Настройка рабочей среды пользователя

89. Порядок подготовки графического экрана, настройка среды черчения. Выбор размера графической области изображения, единиц измерения, точности и других параметров.

- 90. Сетка, режим привязки к сетке. Ортогональный режим. Изменение положения сетки относительно осей координат.
- 91. Элементы чертежа: слои, примитивы, блоки, виды.
- 92. Параметры и свойства элементов чертежа.
- 93. Свойства слоя. Способы создания слоев.
- 94. Управление слоями. Особенности нулевого слоя.
- 95. Подготовка к вычерчиванию задания. Выбор текущего слоя, цвета, типа линии и др. параметров.
- 96. Способы и приемы вычерчивания примитивов.
- 97. Однородная заливка замкнутых контуров. Штриховка.
- 98. Виды штриховки.
- 99. Действия над объектами. Соблюдение точности построений. Обрезка лишних концов.
- 100. Изменение свойств объектов. Средства изменения свойств.
- 101. Суть и назначение объектной привязки.
- 102. Постоянная объектная привязка.
- 103. Одноразовая объектная привязка.
- 104. Приемы выполнения объектной привязки.
- 105. Виды трехмерных моделей.
- 106. Как построить каркасную модель?
- 107. Как построить поверхностную модель?
- 108. Как построить тело?
- 109. 3D виды.
- 110. Пользовательские системы координат.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Учебная программа дисциплины «Инженерная компьютерная графика»

4.1.1 Пояснительная записка

Учебная программа учреждения высшего образования «Инженерная компьютерная графика» для специальностей 6-05-0713-02 Электронные системы и технологии (профилизация: Компоненты киберфизических систем), 6-05-0611-05 Компьютерная инженерия (профилизация: Программируемые мобильные системы), 6-05-0611-05 Компьютерная инженерия (профилизация: Вычислительные машины, системы и сети) разработана в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования ОСВО 6-05-0713-02-2023, ОСВО 6-05-0611-05-2023 и учебных планов Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» для соответствующих специальностей.

Дисциплина «Инженерная компьютерная графика» является фундаментом инженерно-технического образования. Она не только представляет собой теорию изображений и построения чертежей, но и составляет теоретическую основу для современных технологий информационного инженерного проектирования, основанного на принципах 3D-моделирования, параметризации и автоматического создания проектной документации, а также представления графической информации.

Она дает студентам знания, умения и навыки, необходимые для эффективного изучения последующих общеинженерных и специальных дисциплин, выполнения курсовых и дипломных проектов, а также для их будущей инженерной и практической деятельности.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Инженерная компьютерная графика» является формирование у студентов знаний, умений и навыков чтения и выполнения различной технической графической и текстовой документации, а также решения инженерно-геометрических задач, в том числе и с использованием средств компьютерной графики, которая конкретизируется в следующих учебных задачах:

- развитие способностей к пространственному и логическому мышлению;
- овладение способами графического решения геометрических задач, связанных с пространственными формами;

- приобретение практических навыков чтения и выполнения технических документов;
- приобретение навыков работы с пакетами прикладных программ компьютерной графики,
- развитие способностей к самостоятельному поиску информации и расширению своих компетенций.

В результате изучения учебной дисциплины «Инженерная компьютерная графика» формируются компетенции, направленные на освоение обобщенных способов действий, которые основаны на знаниях, умениях и навыках применения стандартов и правил выполнения чертежей, способности свободного владения конструкторской документацией, позволяющие оперативно в ней ориентироваться и применять в профессиональной деятельности.

Профессиональная компетентность специалиста в области инженерной компьютерной графики предполагает уровень осознанного применения графических знаний, умений и навыков, опирающийся на знания функциональных и конструктивных особенностей технических объектов, опыт графической профессионально-ориентированной деятельности, свободную ориентацию в среде графических информационных технологий.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате усвоения учебной дисциплины «Инженерная компьютерная графика» студент должен:

знать:

- принципы построения графических моделей (изображений) пространственных форм методом проецирования; методы решения позиционных и метрических геометрических задач;

- компьютерное геометрическое моделирование и прикладные графические программы (например, система автоматизированного проектирования AutoCAD, многофункциональный графический редактор Adobe Photoshop, векторные графические редакторы Microsoft Visio, Adobe Illustrator, CorelDRAW);

- государственные стандарты по выполнению и оформлению чертежей и схем;

уметь:

- строить проекционные изображения пространственных геометрических форм на плоскости;

- выполнять и читать чертежи и схемы, в том числе с использованием средств компьютерной графики, пользоваться при этом стандартами и справочниками;

– создавать и редактировать изображения векторной компьютерной графики, в том числе трехмерного моделирования, используя базовые возможности прикладных графических программ.

– применять программные и технические средства компьютерной графики для решения научных и прикладных задач, оформлять проектно-конструкторскую документацию;

владеть:

– методами решения задач начертательной геометрии;

– навыками выполнения чертежей и схем технических изделий, в том числе с использованием компьютерной техники.

иметь представление:

– о конструкции современных изделий электронной промышленности и особенностях оформления их чертежей;

– об особенностях оформления программной документации и электрических схем электронных устройств,

– о современных программных продуктах, позволяющих производить формирование и редактирование изображений, а также визуализацию данных.

– об основах компьютерного дизайна и требованиях технической эстетики.

В результате изучения учебной дисциплины «Инженерная компьютерная графика» формируются следующие компетенции:

СК-1 – Получать, хранить и обрабатывать графическую информацию с помощью программных средств компьютерной графики, ориентированных на современные информационные технологии.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием, связь с другими учебными дисциплинами.

Дисциплина «Инженерная компьютерная графика» входит в компонент учреждения высшего образования учебного плана специальностей 6-05-0713-02 Электронные системы и технологии (профилизация: Компоненты киберфизических систем), 6-05-0611-05 Компьютерная инженерия (профилизации: Программируемые мобильные системы; Вычислительные машины, системы и сети).

Для изучения данной учебной дисциплины необходимо усвоение дисциплин «Геометрия», «Черчение», «Информатика» в объеме программы средней школы.

Дисциплина «Инженерная компьютерная графика» является основой для успешного освоения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования

электронных средств», «Системы автоматизированного проектирования» (7 семестр), выполнения курсовых и дипломных проектов.

Объем учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Инженерная компьютерная графика» для специальностей 6-05-0713-02 Электронные системы и технологии (профилизация: Компоненты киберфизических систем), 6-05-0611-05 Компьютерная инженерия (профилизации: Программируемые мобильные системы; Вычислительные машины, системы и сети) составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, в том числе 48 часов аудиторных занятий для дневной формы получения образования.

Распределение аудиторного времени по специальностям, видам занятий, курсам и семестрам для дневной форм получения образования приведены в таблицах далее.

Для дневной формы обучения в течение семестра предусматривается текущая аттестация, проводимая в виде оценки выполненных расчетно-графических работ. Формой промежуточной аттестации по дисциплине для всех специальностей дневной формы обучения является дифференцированный зачет.

К дифференцированному зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие все расчетно-графические работы, предусмотренные настоящей учебной программой.

План учебной дисциплины для дневной формы получения высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
6-05-0713-02	Электронные системы и технологии (профилизация: Компоненты киберфизических систем)	1	2	108	3	48	16	-	32	-	-	дифференцир. зачёт
6-05-0611-05	Компьютерная инженерия (профилизация:	1	1	108	3	48	16	-	32	-	-	дифференцир. зачёт

	Программируемые мобильные системы)											
6-05-0611-05	Компьютерная инженерия (профилизация: Вычислительные машины, системы и сети)	1	1	108	3	48	16	-	32	-	-	дифференцир. зачёт

4.1.2. Содержание учебного материала

Дисциплина «Инженерная компьютерная графика» содержит следующие темы:

Тема 1. Методы проецирования. Проекция точки, прямой, плоскости.

Методы проецирования геометрических образов. Аппарат проецирования. Свойства ортогонального проецирования. Связь проекции точки с ее координатами. Прямая. Классификация прямых. Позиционно-метрические свойства прямой. Взаимное расположение прямых. Метод конкурирующих точек. Задание плоскости на чертеже. Классификация плоскостей. Принадлежность точки и прямой плоскости. Главные линии плоскости. Линии наибольшего ската плоскости. Взаимное положение плоскостей, прямой и плоскости.

Тема 2. Кривые линии. Поверхности. Позиционные и метрические задачи.

Плоские и пространственные кривые линии. Кривые второго порядка. Классификация поверхностей. Способы образования и задания поверхностей на чертеже. Определитель поверхности. Принадлежность точки и линии поверхности. Гранные поверхности. Поверхности вращения. Винтовые поверхности. Общий подход к решению задач на пересечение геометрических объектов. Пересечение прямой с поверхностью (плоскостью). Пересечение поверхности плоскостью. Пересечение поверхностей (плоскостей). Определение расстояний, углов, действительной величины плоской фигуры.

Тема 3. Единая система конструкторской документации. Основы оформления чертежей. Оформление чертежей в САПР AutoCAD.

Обзор стандартов ЕСКД: форматы, основные надписи, масштабы, линии, шрифты чертежные, нанесение размеров и предельных отклонений, обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах. Системы автоматизированного проектирования. САПР AutoCAD. Настройка рабочего

пространства в AutoCAD. Команды рисования, редактирования, нанесения размеров.

Тема 4. Современные технологии информационного моделирования.

PLM-технология управления жизненным циклом изделия. Понятие цифрового макета изделия. Стандартизация в области информационного моделирования. Параметрическое моделирование. Автоматическое получение чертежей и проектной документации из трехмерной модели.

Тема 5. Структура геометрического моделирования. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD.

Структура геометрического моделирования. Аппарат моделирования. Виды моделей. Моделирование трехмерных тел и поверхностей в САПР AutoCAD. Редактирование тел и поверхностей; автоматическое построение плоских снимков ортогональных и аксонометрических проекций трехмерной модели в САПР AutoCAD. Визуализация 3D-моделей в САПР AutoCAD.

Тема 6. Виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции.

Расположение основных видов. Дополнительные виды, их расположение и обозначение. Местный вид. Основные правила нанесения размеров. Компонировка чертежа. Простые разрезы. Местный разрез. Сложные разрезы, правила их выполнения и обозначения. Аппарат аксонометрических проекций. Косоугольные и прямоугольные аксонометрии. Правила построения стандартных аксонометрических проекций.

Тема 7. Создание чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из 3D-модели в AutoCAD.

Автоматическое получение чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из трехмерной модели с использованием команд ВИДБАЗ, Т-ВИД, Т-РИСОВАНИЕ и Т-ПРОФИЛЬ в AutoCAD. Мировая и пользовательские системы координат. Работа со слоями.

Тема 8. Виды соединения деталей и правила их изображения на чертежах.

Понятие о разъёмных соединениях. Резьбовые соединения. Изображение резьбы. Стандартные крепежные детали с резьбой. Болтовое соединение. Шпильчатое соединение. Винтовое соединение. Трубное соединение. Конструктивное, упрощенное и условное изображения резьбовых соединений. Понятие о неразъёмных соединениях. Сварные, паяные, клееные соединения, их изображение и обозначение на чертежах.

Тема 9. Общие требования к чертежам.

Понятие об эскизе, как о конструктивном документе. Правила выполнения эскизов. Назначение сборочного чертежа и его место в производстве. Правила выполнения сборочного чертежа. Условности и упрощения при выполнении сборочных чертежей. Спецификация сборочного чертежа. Чертеж детали, как рабочий документ, предназначенный для изготовления детали. Правила выполнения рабочего чертежа детали.

Тема 10. Чертежи электрических схем. Общие сведения о схемах. Правила выполнения электрических структурных схем. Правила выполнения электрических принципиальных схем. Современное программное обеспечение для выполнения электрических схем.

Тема 11. Чертежи схем и алгоритмов программ.

Единая система программной документации (ЕСПД). Основные правила выполнения схем и алгоритмов программ. Современное программное обеспечение и online-сервисы для выполнения схем и алгоритмов программ.

Тема 12. Основы дизайна в системах векторной и растровой графики.

Общие понятия о векторной и растровой графике. Векторные и растровые графические редакторы. Принципы и правила создания логотипа. Этапы разработки логотипа. Подбор композиции, цветового решения, шрифта. Дизайн визитных карточек. Online-конструкторы логотипов и визитных карточек.

4.1.3. Учебно-методическая карта учебной дисциплины для дневной формы получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
	1 семестр	16	-	32	-	60	108
1	Методы проецирования. Проекция точки, прямой, плоскости	1			-	2	опрос
2	Кривые линии. Поверхности. Позиционные и метрические задачи	1			-	2	опрос
3	Единая система конструкторской документации. Основы оформления			6	-	6	ИГР

	чертежей. Оформление чертежей в САПР AutoCAD						
4	Современные технологии информационного моделирования	2			-	5	опрос
5	Структура геометрического моделирования. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD	2		6	-	6	ИГР
6	Виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции	2		4	-	5	ИГР
7	Создание чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из 3D-модели в AutoCAD			2	-	5	ИГР
8	Виды соединения деталей и правила их изображения на чертежах	2		2	-	6	ИГР
9	Общие требования к чертежам	2		2	-	6	ИГР
10	Чертежи электрических схем	2		4	-	6	ИГР
11	Чертежи схем и алгоритмов программ	1		2	-	6	ИГР
12	Основы дизайна в системах векторной и растровой графики	1		4	-	5	ИГР

4.1.4. Информационно-методическая часть

4.1.4.1. Перечень литературы

Основная литература

1. Уласевич, З.Н. Начертательная геометрия: учеб. пособие / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, О.А. Якубовская. – Минск: Из-во «Белорусская энциклопедия им. П. Бровки», 2009. – 200 с.
2. Гордон, В.О. Курс начертательной геометрии / В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский. – М.: Высш. шк., 2009. – 272 с.

3. Чекмарев, А.А. Инженерная графика. машиностроительное черчение: Учебник / А.А. Чекмарев. –М: Высш. шк., 2014. – 396 с.
4. Хейфец, А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика: учеб. пособие для бакалавров / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева ; под ред. А.Л. Хейфеца. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 464 с.
5. Большаков, В.П. Инженерная и компьютерная графика. Теоретический курс и тестовые задания: учеб. пособие / В.П. Большаков, А.В. Чагина. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 384 с.
6. Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).
7. Государственные стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД).

Дополнительная литература

8. Кокошко, А.Ф. Начертательная геометрия: учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх.. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 392 с.
9. Полещук, Н.Н. AutoCAD в инженерной графике / Н.Н. Полещук, Н.Г. Карпушкина. – СПб.: Питер, 2005. – 493 с.
10. Усатенко, С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: справочник / С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Изд-во стандартов, 1992. – 316 с.
11. Александров, К.К. Электрические чертежи и схемы / К.К. Александров. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
12. Нестеров, Д.И. Графический дизайн элементов фирменного стиля: учебное пособие / Д.И. Нестеров, М.А. Лебедева. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 46 с.

4.1.4.2. Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения индивидуальных графических работ

Для выполнения графических работ по инженерной компьютерной графике используются система автоматизированного проектирования AutoCAD, многофункциональный графический редактор Adobe Photoshop, векторные графические редакторы Microsoft Visio, Adobe Illustrator и CorelDRAW.

Методические указания, разработанные сотрудниками кафедры:

1. Методические указания к выполнению индивидуальных графических заданий по инженерной компьютерной графике для студентов специальностей: 1 - 40 01 01 – Программное обеспечение информационных технологий, 1 - 53 01 02 – Автоматизированные системы обработки информации, 1 - 39 03 02 Программируемые мобильные системы, 1 - 40 03 01 – Искусственный интеллект. Авторы: Матюх С.А., Шевчук Т.В. БрГТУ, 2018.

2. Методические указания к выполнению лабораторной работы по начертательной геометрии на тему: «Моделирование задачи на пересечение поверхностей»: «Геометрические построения, виды, разрезы, сечения, аксонометрия» для студентов технических специальностей. Авторы: Якубовская О.А., Уласевич З.Н., Уласевич В.П., Шалобыта Н.Н. БрГТУ, 2013.

3. Методические указания по инженерной графике к выполнению заданий по темам: «Геометрические построения, виды, разрезы, сечения, аксонометрия» для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения Часть 1. Авторы: Матюх С.А., Морозова В.А. БрГТУ, 2019.

4. Методические указания к решению задач по начертательной геометрии для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения. Авторы: Винник Н.С., Морозова В.А. БрГТУ, 2017.

4.1.4.3. Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности

Формой промежуточной аттестации является дифференцированный дифференцированный зачет. К дифференцированному зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие все расчетно-графические работы, предусмотренные настоящей учебной программой.

Оценка уровня знаний студента на дифференцированном зачете производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Текущая аттестация студента (контроль знаний в течение семестра) также осуществляется по десятибалльной шкале.

Для диагностики компетенций используются следующие инструменты:

- собеседование и защита выполненных индивидуальных расчетно-графических работ;
- проведение текущих контрольных опросов и текущих контрольных работ по отдельным темам;
- выступление студента с докладом на конференции по подготовленной научной теме;
- отчеты о научно-исследовательской работе;
- публикации статей, докладов;
- внедрение результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс и производство;
- электронные тесты;
- промежуточный контроль знаний;
- зачет;
- дифференцированный зачет.

4.1.4.4 Примерный перечень графических работ и их содержание

На практических занятиях студенты приобретают практические навыки по решению типовых задач начертательной геометрии, а также навыки пространственного воображения и построения изображений технических изделий на чертеже. Практические занятия проводятся как в специализированных чертежных классах, так и в компьютерных классах. Графические работы выполняются на компьютере с использованием прикладных графических пакетов.

Ниже приведен примерный перечень тем практических занятий.

1. Единая система конструкторской документации. Основы оформления чертежей – 2 часа.

2. Геометрические построения (сопряжения, уклон и конусность, лекальные кривые) (ГР № 1) – 2 часа.

3. Основы оформления чертежей в AutoCAD (ГР № 2) – 2 часа.

4. Структура геометрического моделирования. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD – 2 часа.

5. Редактирование тел и поверхностей; автоматическое построение плоских снимков ортогональных и аксонометрических проекций трехмерной модели в САПР AutoCAD (ГР № 3 – задание 1) – 2 часа.

6. Визуализация трехмерной модели в САПР AutoCAD (ГР № 3 –(задание 2) – 2 часа.

7. Виды, разрезы, сечения (ГР № 4) – 2 часа.

8. Аксонометрические проекции (ГР № 4) – 2 часа.

9. Создание чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из 3D-модели в AutoCAD (ГР № 5) – 2 часа.

10. Разъемные и неразъемные соединения деталей и правила их изображения на чертежах – 2 часа.

11. Сборочный чертеж. Спецификация (ГР № 6) – 2 часа.

12. Чертежи схем электрических структурных (ГР № 7) – 2 часа.

13. Чертежи схем электрических принципиальных (ГР № 8) – 2 часа.

14. Чертежи схем и алгоритмов программ (ГР № 9) – 2 часа.

15. Графические редакторы векторной и растровой графики – 2 часа.

16. Принципы и правила создания логотипа (ГР № 10) – 2 часа.

17. Дизайн визитной карточки (ГР № 10) – 2 часа.

Графические работы и их содержание

	Содержание графической работы
	2
	Графическая работа № 1 «Геометрические построения» В соответствии с заданным вариантом: 1. Выполнить чертежи деталей, контур которых включает различные виды сопряжений; 2. Проставить необходимые размеры. <i>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</i>

	Графическая работа № 2 «Геометрические построения в AutoCAD» В соответствии с заданным вариантом: 1. Выполнить чертежи деталей, контур которых включает различные виды сопряжений, в САПР AutoCAD. 2. Проставить необходимые размеры. <i>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</i>
	Графическая работа № 3 «Моделирование задачи на пересечение поверхностей» Задание 1. В соответствии с заданным вариантом: 1. В САПР AutoCAD создать трехмерную модель двух пересекающихся поверхностей. 2. Из трехмерной модели автоматически получить ортогональные проекции и стандартную аксонометрическую проекцию. <i>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.</i> Задание 2. Выполнить в САПР AutoCAD визуализацию трехмерной модели двух пересекающихся поверхностей с наложением материалов, текстур, построением теней. <i>Оформить задачу на формате А4</i>
	Графическая работа № 4 «Виды. Простые разрезы. Аксонометрия» В соответствии с заданным вариантом: 1. Построить третий вид детали по двум заданным. Выполнить необходимые разрезы. Проставить размеры. 2. Выполнить стандартное аксонометрическое изображение детали. <i>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</i>
	Графическая работа № 5 «Виды, разрезы, аксонометрия в AutoCAD» В соответствии с заданным вариантом в САПР AutoCAD: 1. Построить трехмерную модель заданных деталей. 2. Автоматически получить необходимые виды, разрезы детали, а также стандартную аксонометрическую проекцию заданной детали. <i>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</i>

	Графическая работа № 6 «Разъемные и неразъемные соединения» В соответствии с заданным вариантом: 1. Выполнить сборочный чертеж болтового (винтового или трубного) соединения. 2. Выполнить сборочный чертеж паяного или клееного соединения. 3. Составить спецификацию. <i>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</i>
	Графическая работа № 7 «Чертежи схем электрических структурных» В соответствии с заданным вариантом выполнить чертеж схемы электрической структурной устройства. <i>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.</i>
	Графическая работа № 8 «Чертежи схем электрических принципиальных» В соответствии с заданным вариантом выполнить чертеж схемы электрической принципиальной. Составить перечень элементов. <i>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.</i>
	Графическая работа № 9 «Схемы алгоритмов и программ» В соответствии с заданным вариантом выполнить схему алгоритма или программы в векторном графическом редакторе <i>Microsoft Visio</i>. <i>Оформить чертеж на формате А4 или А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСПД.</i>
	Графическая работа № 10 «Дизайн визитной карточки с логотипом» В графических редакторах растровой и векторной графики (<i>Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, CorelDRAW</i>) выполнить дизайн логотипа и визитной карточки согласно требованиям эстетики и композиции. <i>Оформить работу на формате А4</i>

4.1.4.5. Вопросы для подготовки к зачету и дифференцированному зачету

1. Способы проецирования.
2. Ортогональное проецирование. Свойства ортогонального проецирования.

3. Проекция точки.
4. Прямая. Положение прямой относительно плоскостей проекций.
5. Плоскость. Способы задания. Положение относительно плоскостей проекций.
6. Главные линии плоскости.
7. Следы прямой и плоскости.
8. Позиционные и метрические задачи.
9. Кривые линии. Поверхности.
10. Принадлежность точки и линии поверхности.
11. Пересечение поверхностей. Метод вспомогательных секущих плоскостей.
12. Пересечение поверхностей. Метод вспомогательных секущих сфер.
13. Структура геометрического моделирования.
14. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD.
15. Единая система конструкторской документации. Основы оформления чертежей.
16. Форматы чертежа. Рамки и основные надписи.
16. Понятие масштаба и способы его указания на чертеже.
17. Линии чертежа. Их структура и области применения.
18. Шрифты. Типы и размеры шрифтов.
19. Расположение основных видов на чертеже. Обозначение основных видов.
20. Дополнительные виды. Правила их выполнения и обозначения.
21. Местные виды. Правила их выполнения и обозначения.
22. Классификация разрезов. Обозначение разрезов на чертеже.
23. Выполнение простых разрезов симметричных изделий.
24. Выполнение и обозначение сложных ступенчатых и ломаных разрезов.
25. Классификация сечений.
26. Аксонометрические проекции. Расположение осей, коэффициенты искажений.
27. Правила штриховки сечений в разрезах, в том числе на аксонометрических вырезах.
28. Разъемные и неразъемные виды соединений. Их изображение и обозначение на чертеже.
29. Изображение резьбы на чертежах деталей (на стержне, в отверстии).
30. Условное, упрощенное и конструктивное изображение крепежных деталей.

31. Основные понятия о сборочном чертеже. Условности и упрощения изображений на сборочных чертежах.
32. Оформление чертежей в AutoCAD.
33. Основы трехмерного моделирования и визуализации в AutoCAD.
34. Основы параметрического моделирования в AutoCAD.
35. Правила выполнения электрических структурных схем.
36. Правила выполнения электрических принципиальных схем.
37. Единая система программной документации. Основные правила выполнения схем и алгоритмов программ.
38. Общие понятия о векторной и растровой графике. Векторные и растровые графические редакторы.
39. Принципы и правила создания логотипа.
40. Дизайн визитных карточек.

4.1.4.6. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине

Самостоятельная работа - вид учебной деятельности студентов в процессе освоения образовательных программ высшего образования, осуществляемой самостоятельно вне аудитории с использованием различных средств обучения и источников информации.

Цель самостоятельной работы:

- активизация учебно-познавательной деятельности студентов,
- формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний,
- формирование у студентов умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике,
- саморазвитие и самосовершенствование.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине инженерная графика включает:

- методические рекомендации (пункт 3.2. данной учебной программы) по выполнению индивидуальных графических работ по дисциплине,
- перечень и содержание индивидуальных графических работ, приведен в таблице 3.

- учебная, справочная и методическая литература приведена в пункте 3.1.
- доступ для каждого студента к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам.

Приведенное в пункте 2.1. время, отведенное на самостоятельную работу студенты используют на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- решение задач;
- выполнение чертежей, индивидуальных графических работ;
- выполнение исследовательских работ;
- подготовку тематических докладов и презентаций;
- выполнение практических заданий.

При составлении заданий, вынесенных на самостоятельную работу предусмотрено возрастание их сложности: от заданий, формирующих достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания, к заданиям, формирующим компетенции на уровне воспроизведения, и далее к заданиям, формирующим компетенции на уровне применения полученных знаний.

4.1.4.7. Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

В процессе изучения дисциплины «Основы компьютерной графики» реализуется комплексный системный подход, отражающий неразрывную взаимосвязь между ее основными разделами.

При этом получение наглядных изображений трехмерных моделей в системах автоматизированного проектирования рассматривается как результат реализации соответствующих геометрических аппаратов проецирования (центрального и параллельного) начертательной геометрии, которая является теоретической основой для геометрического моделирования и инженерной компьютерной графики, а также эффективного использования различных графических сред в процессе решения инженерных задач.

4.1.4.8. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета, оборудованного рабочими местами для выполнения графических работ по количеству обучающихся, рабочим местом преподавателя, учебными наглядными пособиями, моделями, плакатами, раздаточным материалом.

При проведении лекционных и практических занятий преподавателем используется компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийный проектор.

Практические занятия по компьютерной графике проводятся в компьютерном классе, оборудованном персональными компьютерами с установленным лицензионным программным обеспечением, а также возможностью доступа к локальной компьютерной сети университета.

РЕЦЕНЗИЯ

на электронный учебно-методический комплекс
по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика»
для специальностей 6-05-0713-02 «Электронные системы и технологии»
(профилизация: Компоненты киберфизических систем), 6-05-0611-05
«Компьютерная инженерия» (профилизации: Программируемые мобильные
системы; Вычислительные машины, системы и сети), подготовленный
старшим преподавателем кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
учреждения образования «Брестский государственный технический
университет» Дмитрием Владимировичем Омесем

Рецензируемый электронный учебно-методический комплекс (далее – ЭУМК) по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика» для специальностей 6-05-0713-02 «Электронные системы и технологии» и 6-05-0611-05 «Компьютерная инженерия» состоит из таких разделов, как «Пояснительная записка»; «Теоретический раздел»; «Практический раздел»; «Раздел контроля знаний», «Вспомогательный раздел».

Теоретический раздел содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины в виде лекций. Практический раздел содержит материалы для выполнения индивидуальных графических работ. Раздел контроля знаний содержит материалы для текущей и промежуточной аттестации (вопросы к тестам, экзамену и зачету), позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования. Вспомогательный раздел включает учебную программу учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика».

Целью изучения дисциплины «Инженерная компьютерная графика» является овладение способами решения проекционных задач; овладение методами изображений пространственных форм на плоскости чертежа, выполнения чертежей и электрических схем, овладение приемами компьютерного трехмерного моделирования, а также использования систем автоматизированного проектирования в разработке и оформлении конструкторской документации.

Содержание и объем ЭУМК полностью соответствуют образовательному стандарту высшего образования специальностей 6-05-0713-02 «Электронные системы и технологии» и 6-05-0611-05 «Компьютерная инженерия» и тематике учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика». Материал представлен на требуемом методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

В ЭУМК содержится авторский материал по темам лекций, а также ссылки на электронные версии совместных методических разработок, расположенных в открытом доступе в репозитории учреждения образования.

Использование представленного ЭУМК будет обеспечивать качественное методическое сопровождения учебного процесса, а также эффективную организацию самостоятельной работы студентов.

Считаю использование представленного на рецензирование электронного учебно-методического комплекса по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика» для специальностей 6-05-0713-02 «Электронные системы и технологии» (профилизация: Компоненты киберфизических систем), 6-05-0611-05 «Компьютерная инженерия» (профилизации: Программируемые мобильные системы; Вычислительные машины, системы и сети) целесообразным и эффективным.

Директор филиала «Брестский
учебный центр ЖКХ» учреждения
образования «Государственный
учебный центр подготовки,
повышения квалификации и
переподготовки кадров «Жилком»



И.А.Мороз

РЕЦЕНЗИЯ

на электронный учебно-методический комплекс
по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика»
для специальностей 6-05-0713-02 «Электронные системы и технологии»
(профилизация: Компоненты киберфизических систем), 6-05-0611-05
«Компьютерная инженерия» (профилизации: Программируемые мобильные
системы; Вычислительные машины, системы и сети), подготовленный старшим
преподавателем кафедры теплогазоснабжения и вентиляции учреждения
образования «Брестский государственный технический университет» Дмитрием
Владимировичем Омесем

Содержание и объем рецензируемого электронного учебно-методического комплекса (далее – ЭУМК) по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика» для специальностей 6-05-0713-02 «Электронные системы и технологии» и 6-05-0611-05 «Компьютерная инженерия» полностью соответствуют образовательному стандарту высшего образования соответствующих специальностей, а также компетенциям, которыми должен обладать инженер в области радиотехнических и информационных технологий.

Рецензируемый ЭУМК состоит из следующих разделов: «Пояснительная записка»; «Теоретический раздел»; «Практический раздел»; «Раздел контроля знаний», «Вспомогательный раздел». Теоретический раздел содержит авторский материал по темам лекций для теоретического изучения учебной дисциплины. Практический раздел содержит материалы для выполнения индивидуальных графических работ и адаптирован к современным образовательным технологиям. Раздел контроля знаний содержит материалы для текущей и промежуточной аттестации (задания и вопросы к зачету), позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательного стандарта специальности. Вспомогательный раздел включает учебную программу учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика», составленную с учетом специфики использования систем автоматизированного проектирования и разработки технической документации.

ЭУМК составлен с учетом потребности современной экономики в высококвалифицированных кадрах, умеющих решать сложные инженерные задачи, владеющих современными методами компьютерного проектирования. Данный ЭУМК ставит новые цели и задачи графической подготовки студентов, соответствующие современным условиям компьютерной инженерии и проектирования электронных систем. Использование представленного ЭУМК будет обеспечивать качественное методическое сопровождение учебного процесса, а также эффективную организацию самостоятельной работы студентов.

Считаю использование представленного на рецензирование электронного учебно-методического комплекса по учебной дисциплине «Инженерная компьютерная графика» для специальностей 6-05-0713-02 «Электронные системы и технологии» (профилизация: Компоненты киберфизических систем), 6-05-0611-05 «Компьютерная инженерия» (профилизации: Программируемые

мобильные системы; Вычислительные машины, системы и сети)
целесообразным и эффективным.

Начальник отдела экспертизы
инженерного обеспечения управления
экспертизы проектно-сметной
документации ДРУП «Госстройэкспертиза
по Брестской области»



Ю.Н.Новик