

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»
Нижнетагильский технологический институт (филиал)
Нижнетагильский машиностроительный техникум

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора техникума

Е.В.Гильдерман

« 31 » 2016г

Методические рекомендации
по выполнению и защите
курсовой работы
для студентов очной и заочной форм обучения
по ПМ 01. Проектирование цифровых устройств
специальность СПО
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы
базовой подготовки

г. Нижний Тагил
2016

Методические рекомендации по выполнению и защите курсового проектирования разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.07.2014 г. № 849 укрупненной группы подготовки 09.00.00 Информатика и вычислительная техника.

Организация разработчик: ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Нижнетагильский технологический институт (филиал)
Нижнетагильский машиностроительный техникум

Разработчик:

Концевая Анна Александровна, преподаватель

Методические рекомендации по выполнению и защите курсового проектирования обсуждены и одобрены на заседании цикловой комиссии Техники и технологии строительства, информатики и вычислительной техники, экономики и управления

Протокол № 8
« 05 » 09 2016 г.

Председатель ЦК

А.В. Елисеев

Методические рекомендации по выполнению и защите курсового проектирования рассмотрены и одобрены на заседании и Методического Совета НТМТ

Протокол № 3
« 31 » 10 2016 г.

Председатель Методического Совета



Е.В. Гильдерман

Содержание

Введение.....	4
1. Общие положения	5
1.2. Цели и задачи курсового проектирования.....	6
1.3. Тематика курсового проектирования.....	7
1.4. Содержание и структура курсового проекта.....	8
1.5. График выполнения курсового проекта.....	9
1.6. Содержание разделов пояснительной записки курсового проекта.....	10
1.6.1. Титульный лист	10
1.6.2. Содержание	10
1.6.3. Введение	11
1.6.4. Техническое задание	12
1.6.5. Электрическая функциональная схема устройства	15
1.6.6. Электрическая принципиальная схема устройства	15
1.6.7. Выбор и описание элементной базы	16
1.6.8. Расчетная часть	18
1.6.9. Заключение.....	27
6.10. Список литературы	28
6.11. Графическая часть.....	29
6.12. Практическая часть	30
2. Требования к оформлению курсовой работы	31
2.1 Требования к написанию текста	31
2.1.1 Изложение текста документа	34
2.2 Требования к написанию формул.....	38
2.3 Требования к оформлению примечаний.....	39
2.4 Требования к оформлению ссылок.....	40
2.5 Требования к оформлению сносок	41
2.6 Требования к оформлению рисунков.....	42
2.7 Требования к оформлению таблиц.....	44

2.8 Требования к оформлению списка литературы	49
2.9 Требования к оформлению приложений	50
2.10 Оформление графической части.....	51
2.10.1 Требования к графической части.....	51
2.10.2 Оформление электрических схем	52
2.10.3 Правила оформления электрических схем	53
2.10.4 Условные графические обозначения.....	57
2.10.5 Перечень элементов	61
2.10.5 Правила выполнения функциональных схем	63
2.10.6 Правила выполнения принципиальных схем	64
2.12 Оформление иллюстративного материала, прилагаемого к проекту	67
3 Организация защиты курсового проекта	68
3.1 Подготовка к защите курсового проекта	68
3.2 Составление компьютерной презентации	69
3.3 Защита курсового проекта.....	72
3.4 Критерии оценки курсового проекта:	73
Сокращения, встречающиеся в тексте	76
Список рекомендуемой литературы.....	77
Приложение А Перечень тем для курсового проектирования	81
Приложение Б Форма для утверждения тем курсового проекта	84
Приложение В Основные надписи в документах.....	85
Приложение Г Пример оформления титульного листа.....	86
Приложение Д Пример задания для курсового проектирования.....	87
Приложение Е Пример оформления содержания курсового проекта	88
Приложение Ж Пример оформления схемы электрической функциональной	89
Приложение З Пример оформления схемы электрической принципиальной	90
Приложение К Пример оформления списка литературы	91
Приложение Л График выполнения курсового проекта	92

Приложение М Примеры описания библиографического аппарата литературы и источников (на основании ГОСТа 7.1-2003)	94
Приложение Н Типовые требования к составу и содержанию технического задания (ГОСТ 34.602-89)	96
Приложение Р Условно-графические обозначения элементов	102
Приложение С Пример заполнения таблицы перечня элементов	111
Приложение Т Пример оформления эскизов ЭРИ их характеристик	113
Приложение У Интенсивности отказов компонентов.....	114
Приложение Ф Пример расчета надежности устройства	116

Введение

Методические указания разработаны на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.07.2014 г. № 849 укрупненной группы подготовки 09.00.00 Информатика и вычислительная техника.

Настоящие методические рекомендации предназначены для студентов очного и заочного отделений, обучающихся по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы, в качестве руководства для подготовки курсового проекта.

Цель методических указаний – оказание помощи студентам в выборе тем, написании, оформлении и защите работы с учетом требований, предъявляемых к ней.

Методические рекомендации не подменяют действующих государственных стандартов Российской Федерации, которые обязательны для изучения и играют главенствующую роль.

1. Общие положения

Курсовой проект – это комплексная самостоятельная работа студента, выполняемая под руководством преподавателя. Студент является единоличным автором курсового проекта и несет полную ответственность за принятые в курсовом проекте технические решения, за правильность всех вычислений, за качество выполнения и оформления, а также за предоставление курсового проекта к установленному сроку для защиты.

В ходе выполнения курсового проекта систематизируются и закрепляются полученные теоретические знания и практические умения по общепрофессиональным дисциплинам: «Основы электротехники», «Прикладная электроника», «Метрология, стандартизация и сертификация» и МДК 01.01 «Цифровая схемотехника» и 01.02 «Проектирование цифровых устройств» при решении комплексных задач, связанных со сферой профессиональной деятельности будущих специалистов.

К курсовому проекту предъявляются следующие требования:

- 1) соблюдение технологической последовательности согласно техническому заданию при проектировании цифрового устройства;
- 2) разрабатываемая схема цифрового устройства должна содержать в основе интегральные схемы разной степени интеграции;
- 3) при разработке цифрового устройства должны быть использованы средства и методы автоматизированного проектирования;
- 4) в пояснительной записке должны быть определены параметры цифрового устройства и приведен их подробный расчет, а также расчет показателей надежности с необходимыми пояснениями;
- 5) соответствие представленной документации на всех этапах проектирования устройства требованиям нормативно-технической документации.

Курсовой проект является завершающей работой студента по профессиональному модулю 01 Проектирование цифровых устройств.

1.2. Цели и задачи курсового проектирования

Основной целью курсового проекта является формирование у студентов умений проектировать цифровые устройства в соответствии с действующими стандартами ЕСКД, ЕСТД и ГОСТ.

Основными задачами курсового проектирования являются:

- проведение анализа технического задания на проектирование цифрового устройства;
- приобретение навыков поиска научно-технической литературы и работы с ней, правильного составления и оформления технической документации;
- усвоение основных понятий и терминов, относящихся к проектированию цифровых устройств;
- ознакомление с основными проектными процедурами разработки печатных плат и технологий их изготовления;
- закрепление навыков работы с профессиональными пакетами прикладных программ;
- развитие способности к самостоятельному принятию технических решений и их технико-экономическому обоснованию;
- развитие навыков поиска оптимального решения при выборе последовательности проведения операций, оборудования и контрольно-измерительных приборов;
- подготовка студентов к разработке и защите дипломного проекта.

1.3. Тематика курсового проектирования

Тематика курсового проектирования должна отвечать учебным задачам профессионального модуля и наряду с этим соответствовать реальным задачам будущей профессиональной деятельности.

Тема курсового проекта должна соответствовать содержанию профессионального модуля 01, быть комплексной, направленной на решение взаимосвязанных задач, объединенных общностью объекта. Вместе с тем один из частных вопросов темы должен быть разработан более подробно.

Тема курсового проекта может быть предложена студентом при условии обоснования им её целесообразности.

Примерные темы курсового проекта указаны в [Приложении А](#).

Форма для утверждения тем курсового проекта приведена в [Приложении Б](#).

1.4. Содержание и структура курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки, графической части и разработанного цифрового устройства.

Пояснительная записка по объему должна быть в пределах 20-25 страниц, выполненная печатным способом с помощью ПК на одной стороне листа формата А 4 со штампом по ГОСТ 2.104-96 (Приложение В) и должна удовлетворять требованиям ЕСКД ГОСТ 2.105-79 и 2.106-68.

Графическая часть проекта выполняется на листах чертежной бумаги форматом А1 в полном соответствии с ГОСТ 2.301-68.

Структура пояснительной записки должна содержать следующие разделы:

Титульный лист (Приложение Г)

Задание на курсовой проект (Приложение Д)

Содержание (Приложение Е)

Введение

1. Техническое задание
2. Разработка и описание электрической функциональной схемы устройства (Приложение Ж)
3. Разработка и описание электрической принципиальной схемы устройства (Приложение З)
4. Выбор и описание элементной базы
 - 4.1. Характеристика элементной базы
 - 4.2. Эскизы элементов и их характеристики
5. Расчетная часть
 - 5.1. Расчет конструктивных параметров печатной платы
 - 5.2. Расчет надежности устройства

Заключение

Список литературы (Приложение К)

Приложения

1.5.График выполнения курсового проекта

Задание на курсовое проектирование выдается в конце 6 семестра за месяц до защиты. График выполнения курсового проекта предусматривает проработку всех частей курсового проекта.

Контроль выполнения графика осуществляется на занятиях по курсовому проектированию и во время консультаций. С этой целью, проводятся контрольные собеседования в сроки, установленные графиком.

График выполнения курсового проекта приведен в [Приложении Л](#).

1.6. Содержание разделов пояснительной записки курсового проекта

1.6.1. Титульный лист

Титульный лист является первой страницей документа, единую форму которого устанавливает ГОСТ 2.105-79.

Титульный лист содержит следующие реквизиты:

- полное наименование учебного заведения;
- код и наименование специальности;
- название документа;
- тема;
- сведения о составителе (инициалы предшествуют фамилии);
- сведения о руководителе;
- город и год выполнения.

Параметры страницы титульного листа;

- левое поле рамки - 20 мм;
- верхнее, правое и нижнее поля рамки - 5 мм.

Пример титульного листа приведен в [Приложении Г](#).

1.6.2. Содержание

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы в ПЗ.

Содержание пояснительной записки размещается на отдельной пронумерованной странице, снабжается заголовком «Содержание», расположенного по центру с прописной буквы, не нумеруется как раздел и включается в общее количество страниц пояснительной записки.

Заголовки в содержании должны точно повторять заголовки в тексте. Нельзя сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчинённости по сравнению с заголовками в тексте.

Каждый заголовок проверяют с соответствующим ему номером страницы в правом столбце содержания (ГОСТ 7.32-2001).

Заголовки, включённые в содержание, записываются строчными буквами. Прописными буквами должны записываться заглавные буквы и аббревиатуры.

Первый лист содержания имеет рамку и основную надпись по форме 2 (ГОСТ 2.104-96), последующие листы по форме 2а (ГОСТ 2.106-96).

В основной надписи содержится следующая информация:

- наименование темы курсового проекта;
- буквенно-цифровое обозначение ПЗ;
- порядковый номер листа (2) и количество листов в ПЗ;
- подписи с проставлением дат: студента и руководителя.

Пример содержания приведен в [Приложении Е](#).

Пример основной надписи приведен в [Приложении В](#).

1.6.3. Введение

Во введении обосновывается актуальность разрабатываемой темы, ее теоретическая и практическая значимость; дается определение проектируемого устройства; указывается область применения и задачи, решаемые с помощью проектируемого устройства.

Введение размещается на отдельной пронумерованной странице, снабжается заголовком «**Введение**», расположенного по центру с прописной буквы, не нумеруется как раздел и включается в общее количество страниц курсового проекта.

На листе «Введение» должна быть рамка и графы основной надписи в

соответствии с ГОСТ 2.104-96 форма 2, а на остальных листах – форма 2-а.

По объему введение составляет 1-2 страницы.

Пример основной надписи приведен в [Приложении В](#).

1.6.4. Техническое задание

Задание на курсовое проектирование выдается в кратком виде. Эта информация является недостаточной для проектирования устройства. Поэтому вторым этапом работ является составление развернутого технического задания.

Техническое задание (ТЗ) входит в состав пояснительной записки курсового проекта, однако оно так же является самостоятельным документом. После составления ТЗ его необходимо оформить в соответствии с образцом приведенным в [Приложении П](#) и утвердить у преподавателя в течении двух дней с момента выдачи задания на курсовое проектирование. В дальнейшем ТЗ является основным документом, которым необходимо руководствоваться при выполнении курсового проекта.

В техническом задании на проектирование формулируется комплекс технических требований, которым должно удовлетворять проектируемое цифровое устройство. В нем должно содержаться описание функций разрабатываемого объекта, количественные и качественные показатели его функционирования.

Структура технического задания:

1. Наименование и область применения устройства

1.1. Наименование устройства

1.2. Область применения

1.3. Объект применения

В пункте указывают наименование (как правило, совпадает с формулировкой темы на курсовое проектирование), краткую характеристику

области применения проектируемого цифрового устройства и объект установки проектируемого цифрового устройства.

2. Основание для разработки

В пункте указывается задание на курсовое проектирование, на основании которого ведется разработка.

3. Цель и назначение разработки

3.1. Цель разработки

3.2. Назначение разработки

3.3. Задачи разработки

В пункте указывается: разрабатывается проектируемое устройство впервые или усовершенствуется; функциональное и эксплуатационное назначение устройства; задачи приводящие к цели разработки.

4. Технические параметры

Этот пункт содержит перечисление и значения технических параметров проектируемого устройства.

5. Требования к конструкции

5.1. Уровень модульности

5.2. Конструкция

5.3. Класс и группа

5.4. Дестабилизирующие факторы

5.5. Размеры

5.6. Масса

5.7. Способ закрепления

В данном пункте указываются все требования к конструкции и внешнему виду проектируемого устройства:

- уровень модульности (0-ИМС, 1-ячейка, 2-объединительная плата);
- оригинальность или унифицированность конструкции;

- класс, группа, требования, предъявляемые к нему [6, с.68] в зависимости от объекта установки (п.1.3 ТЗ) и механические воздействующие факторы [6, с.70, табл.3.2];
- группу жесткости (указывают по ГОСТ 23752-79);
- дестабилизирующие факторы, влияющие на работу устройства данного класса, вызываемые деградационные процессы и способы защиты от этого влияния [6, с.70, табл.3.3];
- ограничение по размерам и массе;
- способ закрепления устройства в модулях более высокого конструктивного уровня.

6. Характеристики внешних воздействий

6.1. Температурный диапазон

6.2. Относительная влажность

6.3. Атмосферное давление

6.4. Электрическое воздействие:

- изменение напряжения питания
- заземление

В этом пункте указываются допустимые значения воздействующих климатических факторов [6, с.35, табл. 1.7] в зависимости от группы жесткости (п.5.3. ТЗ) и электрических требований исходя из анализа задания на курсовую работу.

7. Интерфейс оператора

В пункте необходимо указать элементы управления проектируемого цифрового устройства и описать их назначение.

8. Надежность

В пункте необходимо указать требования надежности проектируемого цифрового устройства по параметру «наработка на отказ» (средняя продолжительность работы аппаратуры между отказами) в соответствии с ГОСТ 13216-94.

Типовые требования к составу и содержанию технического задания приведены в [Приложении Н](#).

Пример технического задания на изделие приведен в [Приложении П](#).

1.6.5. Электрическая функциональная схема устройства

В разделе приводится описание функциональной схемы проектируемого цифрового устройства, поясняющая его работу при различных режимах работы.

Пример оформления схемы электрической функциональной приведен в [Приложении Ж](#).

1.6.6. Электрическая принципиальная схема устройства

В разделе приводится описание и пояснение работы принципиальной схемы проектируемого цифрового устройства, а также описание и пояснение работы устройств, входящих в схему и их назначение.

Чертеж электрической принципиальной схемы устройства и таблица перечня элементов выносятся в приложение и оформляются в соответствии с ЕСКД. В тексте следует дать ссылку на приложение.

Пример оформления схемы электрической принципиальной приведен в [Приложении З](#).

Таблица символов, используемых в электрической схеме, приведена в [Приложении Р](#).

Пример заполнения таблицы перечня элементов приведен в [Приложении С](#).

1.6.7. Выбор и описание элементной базы

1.6.7.1. Характеристика элементной базы

В данном разделе заполняется таблица «Характеристика элементной базы» с перечислением всех элементов, входящих в электрическую схему устройства. В таблице указывается наименование элемента, их количество, конструктивные параметры элемента и допустимые условия эксплуатации.

Таблица – Характеристика элементной базы

Наименование и тип элемента	Количество, шт.	Конструктивные параметры						Допустимые условия эксплуатации				
		Масса, г	Количество выводов, шт.	Диаметр вывода, мм	Штыревые или планарные	Установочная площадь, $\text{м}^2 \cdot 10^{-6}$	Надежность	Диапазон температур, $^{\circ}\text{C}$	вибрации		Ударные перегрузки, g	Линейные перегрузки, g
									Частота, Гц	Перегрузки, g		

Конструктивные параметры элементов заполняются по эскизам элементов, располагающихся в подпункте 4.2 Эскизы элементов и их характеристики курсового проекта.

Допустимые условия эксплуатации заполняются по данным, указанным в характеристиках элемента и по техническим условиям к группам элементов (см. соответствующие ГОСТы).

После таблицы из анализа элементной базы нужно сделать вывод о том, обеспечивается ли функционирование устройства при данном составе в условиях, описанных в техническом задании.

1.6.7.2. Эскизы элементов и их характеристики

В разделе указываются элементы, входящие в проектируемое цифровое устройство: их полное название, вид корпуса, габаритные размеры, технические параметры.

Элементы должны быть указаны в том порядке, в котором они перечислены в таблице «Характеристика элементной базы».

Пример оформления эскизов ЭРИ их характеристик приведен в [Приложении Г](#).

1.6.8. Расчетная часть

1.6.8.1. Расчет конструктивных параметров печатной платы

В данном подразделе производится расчет конструктивных параметров ПП.

Основными исходными данными для расчёта элементов печатного монтажа являются: класс точности; шаг координатной сетки, установочные характеристики компонентов и допуски на отклонения размеров и координат элементов печатного монтажа от номинальных значений.

Последние определяются уровнем технологии, применяемым оборудованием и используемыми материалами.

Структура подраздела:

1. Конструкторская сложность.

Указать:

- тип элементной базы: корпусная, бескорпусная, поверхностно-монтажная, смешанная [6, с.82].
- вариант компоновочной структуры ячейки [6, с.80, рис. 3.3].
- конструкторская сложность узла.

Проанализировать, каким образом степень конструкторской сложности узла влияет на конструкцию ПП и технологию ее изготовления.

2. Параметры функционального узла.

В качестве параметров, влияющих на конструкцию ПП рассматриваются конденсаторы и катушки. Если они имеются на плате, то для исключения самовозбуждения системы не применяется максимально плотная компоновка элементов.

3. Типы корпусов элементов.

Указываются типы корпусов и их суммарное количество. Типы корпусов определяются исходя из анализа элементной базы части 4. Выбор и описание элементной базы пояснительной записки курсового проекта.

4. Конструктивно-технологическое решение и компоновочная структура ячейки.

Исходя из анализа элементной базы выбирается тип монтажа элементов на ПП указывается наименование и тип сборки.

5. Конструкция ПП.

Выбирается ориентировочно тип ПП и приводится ее рисунок [6, с.80, рис. 3.3].

6. Форма монтажных отверстий.

Указать форму монтажных отверстий, сечения выводов прямоугольной формы, сечения выводов круглой формы. Указать максимальный диаметр вывода элемента. Для каждого вида сечений указать суммарное количество элементов.

7. Форма контактной площадки.

Указать форму контактной площадки (круглая, прямоугольная, квадратная) исходя из параметров [6, с.28].

8. Шаг координатной сетки.

По шагу выводов ИМС выбирается шаг координатной сетки. Основной шаг координатной сетки является шаг 0,50 мм в обоих направлениях. Если координатная сетка не удовлетворяет требованиям проектируемой конструкции, то применяется координатная сетка с основным шагом 0,05 мм или кратная ей [6, с.28].

9. Рассеиваемая мощность.

Исходя из анализа элементной базы части 4 курсового проекта сделать вывод, рассеивают ИМС значительную или незначительную мощность и нужны ли на проектируемой печатной плате теплоотводы.

10. Тип конструкции ПП.

Подтвердить, ориентировочно выбранный в п. 5, тип конструкции ПП: ОПП, ДПП, МПП [6, с.82].

11. Класс точности ПП.

По основным критериям [6, с.83] выбирается класс точности ПП [6, с.84, табл.3.6]. В пункте указать номинальные значения основных параметров [6, с.25, табл.1.1].

12. Метод изготовления ПП.

Учитывая тип конструкции и выбранный класс точности ПП выбирается метод изготовления [6, с.86, табл.3.7].

13. Конструкция печатных проводников

В пункте приводится рисунок конструкции печатного проводника с обозначением и названием слоев [6, с.86, табл.3.7].

14. Материал основания.

По методу изготовления ПП и конструкции печатных проводников выбирается материал для основания [6, с.86, табл.3.7], расшифровка этого названия [6, с.43, табл.2.1], и тип металлического покрытия [6, с.60, табл.2.7].

15. Габаритные размеры ПП.

а) Выбор типоразмера ПП. Рассчитывается по формуле (3.1) [6, с.90]:

$$S_{\Sigma} = k_{S_{\Sigma}} \sum_{i=1}^n S_{yi}$$

Если в п. 2 данного подраздела указана не плотная расстановка элементов на плате, то для увеличения расстояния между ЭРИ принимается коэффициент $k_s=3$. Для плотной расстановки $k_s=1$.

По ГОСТ 10317-79 выбирается ширина и длина ПП таким образом, чтобы их произведение было равно рассчитанной площади [6, с.29, табл.1.3].

б) Определение длины электрических связей и числа слоев МПП (не рассчитывается, если выбран п. 10 тип конструкции ОПП или ДПП).

$$L_{св} = \beta(L_x + L_y)n_{\text{выв}}N_{\text{м}}$$

где $\beta=0,06$ - коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние ширины и шага проводников, эффективность трассировки, формы корпуса ИМС и монтажного поля;

L_x и L_y габаритные размеры МПП;

$n_{\text{ВЫБ}}$ - количество задействованных выводов ИМС;

$N_{\text{М}}$ - количество ИМС, устанавливаемых на ПП.

Все значения величин в формуле представляются в метрах.

Количество логических или сигнальных слоев определяют по формуле:

$$n_{\text{лог}} = \frac{\beta(L_x + L_y)n_{\text{ВЫБ}}N_{\text{М}}l_n}{L_x L_y \eta_{\text{ГР}}};$$

где l_n - шаг координатной сетки или шаг трассировки, равный l_n/k (k - любое целое число при условии, что $\frac{l_n}{k} > t + S$).

Число экранных слоев

$$n_{\text{э}} = n_{\text{лог}} - 1$$

Общее число слоев МПП

$$n_{\text{сл}} = 2n_{\text{лог}} + 1$$

в) Толщина ПП.

Номинальная толщина ОПП и ДПП принимается 0,8; 1,0; 1,5; 2,0 мм с учетом параметров ПП [6, с.104].

Толщина МПП определяется по формуле:

$$H_n = \sum_{n=1}^n H_c + (0,9 \dots 1,2) \sum_{m=1}^m H_{\text{пр}} + n_{\text{э}} H_{\text{э}}$$

где $H_{\text{э}}$ - толщина экранного слоя (принимается $H_{\text{э}} = 1$ мм);

n - число сигнальных слоев;

H_c - номинальное значение толщины слоя, мм [6, с.44, табл.2.2];

$H_{\text{пр}}$ - толщина прокладки стеклоткани;

m - число прокладок;

$n_{\text{э}}$ - число экранных слоев.

Предельное отклонение на суммарную толщину МПП определяют исходя из толщины МПП по таблице [6, с.107, табл.3.16].

16. Элементы проводящего рисунка

16.1. Диаметр монтажных отверстий

Минимальный диаметр металлизированного монтажного отверстия определяют по формуле:

$$d_0 \geq H_n \gamma$$

где H_n - толщина ПП (см. п.15 в);

γ - отношение диаметра металлизированного отверстия к толщине ПП [6, с.25, табл.1.1], учитывая п. 11 класс точности.

Номинальный диаметр монтажных отверстий определяют по формуле:

$$d_0 - |\Delta d|_{н.о.} \geq d_3 + r$$

где $d_{н.о.}$ - нижнее предельное отклонение диаметра отверстий [6, с.109, табл.3.17]

d_3 - максимальное значение диаметра вывода ИМС, установленной на ПП; для вывода прямоугольного сечения принимают диагональ;

r - разница между минимальным значением диаметра отверстия и максимальным диаметром вывода, устанавливаемой ИМС; ее выбирают в пределах 0,1...0,4 мм при ручной установке ЭРИ и в пределах 0,4...0,5 мм при автоматической установке.

Полученные результаты расчетов округляются в сторону увеличения и сводятся к предпочтительному ряду отверстий: 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5 мм.

16.2. Расстояние от края ПП до элементов печатного рисунка.

Расстояние Q1 от края ПП до элементов печатного рисунка должно быть не менее толщины ПП с учетом допусков на размеры сторон ГОСТ 23751-86.

16.3. Расстояние от края паза, выреза, неметаллизированного отверстия до элементов печатного рисунка.

Расстояние Q2 от края паза, выреза, неметаллизированного отверстия до элементов печатного рисунка определяется по формуле:

$$Q_2 + q + k + 1/2(T_D^2 + T_d^2 + \Delta t_{ЭО}^2)^{1/2}$$

где, q - ширина ореола, скола определяется исходя из п. 15 в) толщины материала основания ПП и п. 11 класса точности [6, с.110, табл.3.18];

k - наименьшее расстояние от ореола, скола, до соседнего элемента проводящего рисунка, которое должно быть не менее 0,3 мм для 1- и 2-го

класса точности; 0,15 мм - для 3- и 4-го класса точности; 0,1 мм – для 5 класса точности;

T_D - позиционный допуск расположения центров КП определяется исходя из конструкции, размеров и класса точности [6, с.111, табл.3.19];

T_d - позиционный допуск расположения осей отверстий; определяется в зависимости от размеров и класса точности [6, с.111, табл.3.20];

$t_{в.о}$ -верхнее предельное отклонение размеров элементов конструкции [6, с.25, табл. 1.1].

16.4. Ширина печатных проводников.

Наименьшее номинальное значение ширины печатного проводника определяют по формуле:

$$t = t_{minD} + |\Delta t_{н.о}|,$$

где t_{minD} - минимально допустимая ширина проводника, рассчитываемая в зависимости от допустимой токовой нагрузки, мм;

$|\Delta t_{н.о}|$ - нижнее предельное отклонение размеров ширины печатного проводника [6, с.25, табл. 1.1].

Минимально допустимую ширину проводника определяют по формуле:

$$t_{minD} = \frac{I_{max} l \sum_{i=1}^k \frac{P_i}{h_i}}{U_{доп}}$$

где I_{max} - максимальный постоянный ток, протекающий в проводниках, определяется исходя из анализа электрической принципиальной схемы в разделе 3 пояснительной записки курсового проекта;

$U_{доп}$ – допустимое рабочее напряжение, определяется исходя из анализа электрической принципиальной схемы в разделе 3 пояснительной записки курсового проекта;

h_i - толщина i -ого слоя проводника [6, с.43-44, табл. 2.1-2.2]. Выбирается исходя из материала основания ПП п. 14.

ρ_i - удельное объемное сопротивление i -ого слоя проводника [6, с.113, табл. 3.22]. Материал проводника указан в п. 14;

k - число сигнальных слоев;

l - максимально допустимая длина проводника (принять 30 мм).

16.5. Диаметр контактных площадок.

Наименьшее номинальное значение диаметра контактных площадок определяют по формуле:

$$D = (d + \Delta d_{в.о.}) + 2b + \Delta t_{в.о.} + 2\Delta d_{т.р.} + (T_d^2 + T_D^2 + \Delta t_{н.о.}^2)^{1/2}$$

где $\Delta d_{в.о.}$ - верхнее предельное отклонение диаметра отверстия [6, с.109, табл.3.17];

b – минимально допустимая ширина контактной площадки [6, с.25, табл. 1.1];

$\Delta d_{т.р.}$ - величина подтравливания диэлектрика в отверстии:

$$\Delta d_{т.р.} = 0,03 \text{ мм} - \text{для МПП};$$

$$\Delta d_{т.р.} = 0 - \text{для ОПП, ДПП};$$

$\Delta t_{в.о.}$ - верхнее предельное отклонение ширины проводника [6, с.25, табл. 1.1];

$\Delta t_{н.о.}$ - нижнее предельное отклонение ширины проводника [6, с.25, табл. 1.1].

Необходимо округлить расчетное значение диаметра контактных площадок в большую сторону до десятых долей миллиметра.

16.6. Номинальный диаметр контактных площадок для узкого места.

Наименьший номинальный диаметр контактной площадки для узкого места определяется исходя из конструкции и размеров ПП, класса точности и диаметра отверстий [6, с.114, табл. 3.23].

16.7. Наименьшее номинальное расстояние между элементами проводящего рисунка.

Определяется по формуле:

$$S = S_{\min D} + \Delta t_{\text{в.о.}} + \frac{T_1}{2},$$

где T_1 - позиционный допуск расположения печатных проводников [6, с.25, табл. 1.1];

$\Delta t_{\text{в.о.}}$ - верхнее предельное отклонение ширины проводника [6, с.25, табл. 1.1];

$S_{\min D}$ - минимальное допустимое расстояние между соседними элементами проводящего рисунка [6, с.25, табл. 1.1] и [6, с.32, табл. 1.5].

16.8. Наименьшее номинальное расстояние для размещения двух контактных площадок номинального диаметра в узком месте.

Определяется по диаметру отверстия см. п. 16.6 в зависимости от размеров ПП и класса точности, [6, с.117, табл. 3.24].

16.9. Наименьшее номинальное расстояние для размещения печатного проводника номинальной ширины между двумя контактными площадками в узком месте.

Определяется по диаметру отверстия в зависимости от размеров ПП и класса точности, [6, с.119, табл. 3.25]. Указать расстояние для внутренних и наружных слоев.

16.10. Номинальное расстояние для прокладки проводников между двумя отверстиями.

Определяют по формуле:

$$l = tn + S(n + 1) + T_1 + \frac{D_1 + D_2}{2}$$

где t - наименьшее номинальное значение ширины печатного проводника см. п.16.4;

D_1 и D_2 - диаметры отверстий;

n – количество проводников (принять $n=2$);

S – Наименьшее номинальное расстояние между элементами проводящего рисунка см. п. 16.7;

T_1 - позиционный допуск расположения печатных проводников [6, с.25, табл. 1.1].

1.6.8.2. Расчет надежности устройства

В данном разделе рассчитывается вероятность безотказной работы в течении времени, указанном в Техническом задании курсового проекта. В качестве расчетной величины используется интенсивность отказов компонентов, входящих в устройство (ЭРИ, ПП, паяные соединения, соединитель).

Вероятность безотказной работы рассчитывается по формуле:

$$P(t) = \exp(-\Lambda t)$$

где $\Lambda = \sum \lambda_i$ - суммарная интенсивность отказов всех модулей системы;

t – время безотказной работы, указанное в Техническом задании.

Интенсивности отказов компонентов, входящих в проектируемое устройство, целесообразно указать в виде таблицы:

Таблица - Интенсивности отказов компонентов

Компоненты и элементы	Интенсивность отказов, $\lambda \cdot 10^{-6}$ 1/ч	Количество

После расчетов делается вывод, удовлетворяет ли полученная вероятность безотказной работы требованиям технического задания.

Значения интенсивности отказов некоторых компонентов даны в [Приложении У](#).

Пример расчета надежности устройства приведен в [Приложении Ф](#).

1.6.9. Заключение

В заключении излагаются основные результаты проделанной работы по проекту; дается оценка полноты решений поставленных задач; приводятся рекомендации по практическому использованию устройства.

В заключении дается ссылка на примечания в которых дана Фотография печатной платы готового цифрового устройства и Анализ результатов работы готового цифрового устройства.

Из текста заключения должно быть ясно, что цели и задачи курсового проекта полностью достигнуты.

Заключение не нумеруется как раздел и включается в общее количество страниц текста.

Заключение размещается на отдельной пронумерованной странице, снабжается заголовком «**Заключение**», расположенного по центру с прописной буквы. Объем заключения должен составлять 1 страницу.

1.6.10. Список литературы

В список литературы включаются все источники, использованные студентом при написании курсового проекта, в том числе, названия и адреса сайтов.

Примерное количество источников для курсового проекта – не менее 5.

Пример оформления списка литературы приведен в [Приложении К](#).

1.6.11. Графическая часть

Требованием к чертежу кристалла (или платы) является увеличение размеров (для гибридных ИС - в 10-20 раз, для полупроводниковых ИС - в 200 - 500 раз). Графические документы проекта подшиваются в сложенной по установленной стандартом форме в пояснительную записку в качестве приложения.

Чертежи и схемы оформляют в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Подробные схемы, чертежи рекомендуется выносить в приложения.

Пример основной надписи для чертежей и схем ГОСТ 2.104-96 приведен в [Приложении В](#).

1.6.12. Практическая часть

В практической части работы должна быть представлена готовая печатная плата проектируемого устройства.

В отдельное приложение нужно вынести анализ результатов работы готового цифрового устройства, на которое следует сослаться в заключении курсового проекта. В анализе результатов работы готового цифрового устройства указывается:

- режимы работы устройства
- электрические характеристики для различных режимов работы (входной и выходной ток, напряжение, мощность)
- элементы управления устройством
- правила эксплуатации
- техника безопасности при работе с устройством.

Для защиты следует сделать фотографии или видео работающего устройства.

2. Требования к оформлению курсовой работы

2.1 Требования к написанию текста

Работа выполняется в одном экземпляре.

Текстовый документ выполняют печатным способом на одной стороне стандартного листа белой односортной не линованной бумаги формата А4 (210мм x 297мм) через полуторный межстрочный интервал шрифтом 14 размера GOST type A. Материал располагается на странице со следующими ограничениями:

- абзацный отступ должен быть одинаковым по всей работе и равен 1,25 – 1,5 см;
- должны быть оставлены поля: левое, верхнее и нижнее – 20 мм, правое – 10 мм;
- расстояние от рамки формы до границ текста в начале и конце строк - не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Все страницы работы нумеруются арабскими цифрами по порядку от титульного листа до последнего без пропусков и повторений. Первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится. Порядковый номер страницы ставится в основной надписи в текстовом документе, выполненной по ГОСТ 2.106-96. Последним листом работы нумеруется последний лист списка литературы.

Заголовки разделов, подразделов, параграфов следует выполнять с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчёркивая.

Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Расстояние между заголовком и последующим текстом, а также между заголовками раздела и подраздела должно быть равно двойному межстрочному интервалу. Не допускается

размещать заголовки разделов и подразделов в нижней части листа, если под ними помещается менее двух строк текста.

Текст заголовка печатается гарнитурой GOST type A. Размер – 14 пт., начертание – обычное, междустрочный интервал – одинарный, интервал перед – 6 пт., интервал после – 6 пт., абзацный отступ (отступ первой строки) – 0 мм, выравнивание – по центру.

Слова, написанные на отдельной строке строчными буквами с первой прописной по центру (Содержание, Введение, Заключение, Список использованной литературы), служат заголовками соответствующих структурных частей работы без номера.

Подчеркивание, курсив или другие способы форматирования, а так же раскрашивание и перенос слов в заголовках не допускается. В заголовках не допускаются сокращения и условные обозначения, даже вошедшие в перечень. Заголовок и начало текста не должны быть на разных страницах.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию (арабскими цифрами без точки (рисунок 1)) в пределах всего текста основной части отчёта, за исключением приложений. В пределах раздела должна быть сквозная нумерация по всем главам (подразделам), параграфам, входящим в данный раздел. Каждый раздел следует писать с нового листа.

Главы (подразделы) и параграфы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела, номер главы состоит из номера раздела и главы, разделённых точкой (2.1 или 2.1.1). В конце номера подраздела точка не ставится (рисунок 1).

Номер параграфа включает номер раздела, подраздела и порядковый номер параграфа, разделённые точкой. В конце номера точка не ставится (рисунок 1).

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких параграфов. Если основная часть пояснительной записки не имеет подразделов, то нумерация параграфов в ней должна быть в пределах каждого раздела, и номер параграфа должен состоять из номеров раздела и

параграфа, разделённых точкой. В конце номера параграфа точка не ставится (рисунок 1).

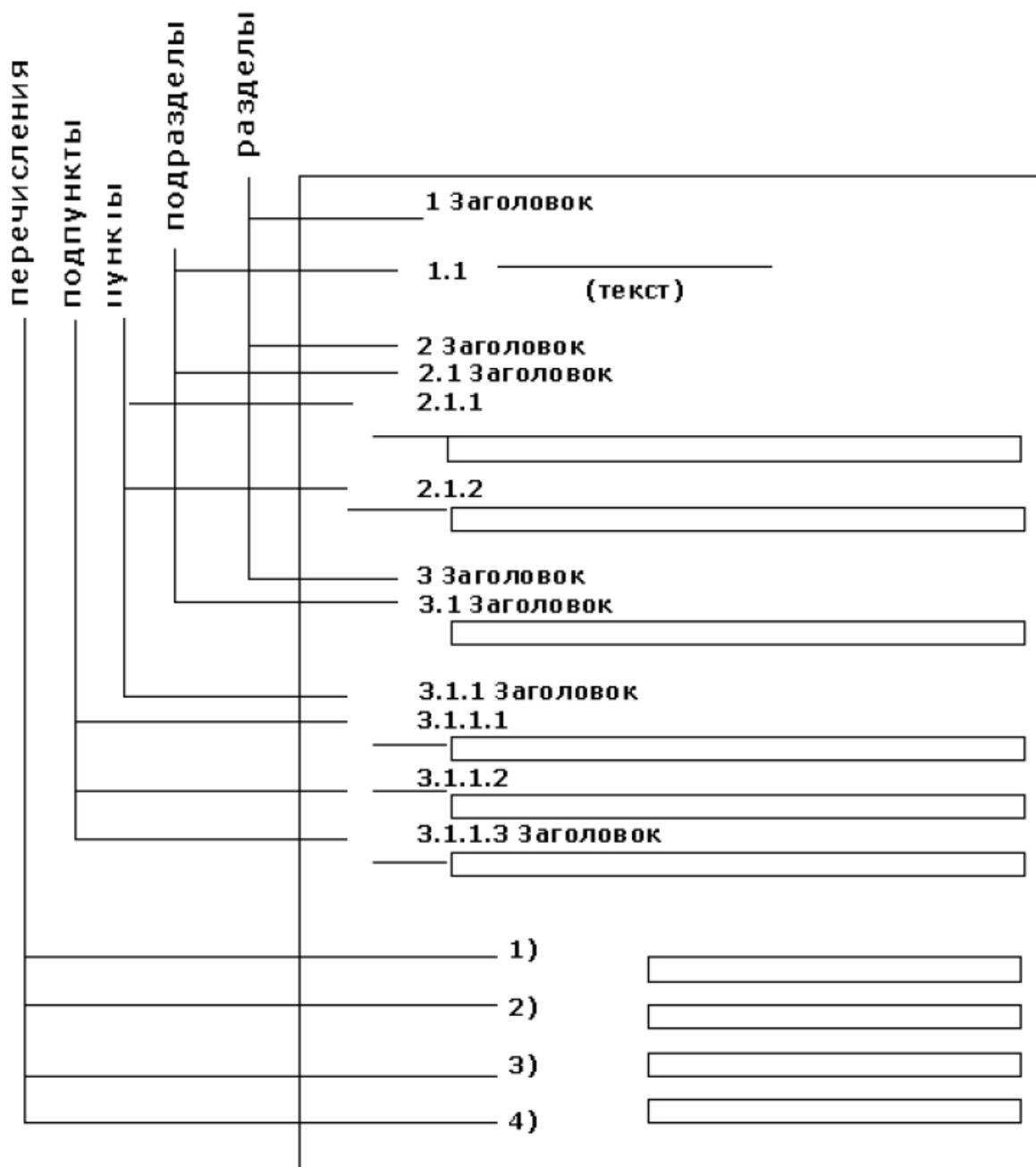


Рисунок 1 - Формирование разделов, подразделов, пунктов и подпунктов

Внутри параграфа могут быть приведены перечисления. Перед каждым перечислением необходимо ставить дефис «-» или, при необходимости ссылки в тексте отчёта на одно из перечислений, строчную букву (за исключением ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь), после которой ставится скобка.

Для дальнейшей детализации следует использовать арабские цифры, после которых ставится также скобка, запись производится с абзацного отступа (рисунок 1).

Пример:

а) _____

б) _____

1) _____

2) _____

в) _____

2.1.1 Изложение текста документа

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте документа должно быть одинаковым с наименованием его в основном конструкторском документе.

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т. е. на первом месте должно быть определение (имя прилагательное), а затем - название изделия (имя существительное); при этом допускается употреблять сокращенное наименование изделия.

Наименования, приводимые в тексте документа и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

В документах должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии - общепринятые в научно-технической литературе.

Если в документе принята специфическая терминология, то в конце его (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с

соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание документа.

В ходе написания работы следует обратить внимание на язык изложения материала, особенно на лексику, орфографию и пунктуацию. Работа должна быть написана грамотно и аккуратно. Основной текст работы следует излагать научным языком, чётко, логически последовательно. На протяжении всей работы необходимо соблюдать единообразие терминов, обозначений, символов. Следует использовать безличную форму изложения материала.

При написании текста работы не допускается применять:

- 1) обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- 2) для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- 3) произвольные словообразования;
- 4) сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами, а также в данном документе;
- 5) сокращения обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки;
- 6) знаки %, №, а также сокращения руб., шт. и т.п., если они употребляются без цифр;
- 7) математические знаки без цифр: =, <, >, +;
- 8) знак «О» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «О»;
- 9) индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

В работе используются только общепринятые текстовые сокращения и аббревиатуры (РФ, млн. руб. и т.п.). Если в работе принята особая система сокращений слов или наименований, то в ней должен быть приведён перечень принятых сокращений с соответствующими разъяснениями, который помещают перед списком литературы.

Если в документе приводятся поясняющие надписи, наносимые непосредственно на изготавливаемое изделие (например, на планки, таблички к элементам управления и т. п.), их выделяют шрифтом (без кавычек), например, ВКЛ., ОТКЛ., или кавычками - если надпись состоит из цифр и (или) знаков.

Наименования команд, режимов, сигналов и т. п. в тексте следует выделять кавычками, например, «Сигнал +27 включено».

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316.

Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и государственных стандартах. В тексте документа перед обозначением параметра дают его пояснение, например «Временное сопротивление разрыву σ_B ».

При необходимости применения условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений.

В документе следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417.

Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению.

Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин не допускается.

В тексте документа числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без

обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти - словами.

Пример:

1 Провести испытания пяти труб, каждая длиной 5м.

2 Отобрать 15 труб для испытаний на давление.

Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например 1,50; 1,75; 2,00м.

Если в тексте документа приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона.

Пример:

1 От 1 до 5мм.

2 От 10 до 100кг.

3 От плюс 10 до минус 40°С.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах, выполненных машинописным способом.

Округление числовых значений величин до первого, второго, третьего и т. д. десятичного знака для различных типоразмеров, марок и т. и. изделий одного наименования должно быть одинаковым. Например, если градация толщины стальной горячекатаной ленты 0,25мм, то весь ряд толщин ленты должен быть указан с таким же количеством десятичных знаков, например 1,50; 1,75; 2,00.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать 1\2";1\3".

При невозможности выразить числовое значение, в виде десятой дроби, допускается записывать в виде простой дроби в одну строчку через косую черту, например. $5/32$; $(50A-4C)/(40B+-20)$

Опечатки, описки и другие неточности допускается исправлять подчисткой или закрашиванием штрихом и нанесением на том же месте исправленного текста рукописным способом. Повреждения листов, помарки и следы неполного удаления прежнего текста не допускаются.

2.2 Требования к написанию формул

Формулы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами, которые записываются на уровне формулы справа в круглых скобках. Расшифровки символов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа записывают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле.

Пример:

$$T_h = T_1 \cdot u' \cdot \eta, \quad (1)$$

где T_h – вращающий момент на выходном валу;

$T_1 = 57320$ – вращающий момент на валу ведущей центральной шестерни;

$u' = 1,73$ – передаточное число рассчитываемой пары колес;

$\eta = 0,96$ – коэффициент

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, в формуле (1).

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «х».

Формулы, помещаемые в приложениях, должны отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например формула (В.1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенного точкой, например (3.1).

Пример:

Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m}{v}, \quad (3.1)$$

где, m - масса образца, кг;

v - объем образца, м³.

2.3 Требования к оформлению примечаний

Примечания приводят в документах, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца.

Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Пример:

Примечание - _____

Примечания

1 _____
2 _____

2.4 Требования к оформлению ссылок

В текстовом документе допускаются ссылки на данный документ, стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в пользовании документом.

Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения.

Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц иллюстраций данного документа.

При ссылках на другие документы в графе «Обозначение документа» указывают также и наименование документа.

При ссылках на раздел или приложение указывают его номер.

Библиографические ссылки могут быть внутритекстовые, подстрочные или выносятся за текст в «Примечания».

Пример внутритекстовой ссылки:

М.А. Холодная в своей монографии [Психология интеллекта: парадоксы исследования. - Томск: Изд-во Том. Ун-та. Москва: Изд-во «Барс», 1997. - 392 с. - С. 33-48].

Подстрочные ссылки печатают через один интервал на той странице, к которой они относятся без переносов на другую страницу или оборот листа, начиная с цифры 1, или дается единая нумерация ссылок по всей работе. При использовании в работе государственных документов рекомендуется в тексте указать их названия, а в ссылке - необходимые сведения об изданиях, где опубликованы эти документы.

При использовании сборников научных трудов, в тексте рекомендуется указать фамилию и инициалы автора статьи, и ее заглавие, а в ссылке – необходимые сведения о сборнике.

Если в тексте работы указывается только автор произведения, в ссылке следует дать все необходимые библиографические сведения.

При наличии в работе нескольких ссылок на одно и то же произведение его полное описание дают в первой ссылке.

В повторных ссылках приводят только фамилию и инициалы автора и (или) заглавие произведения и соответствующие страницы.

Допускается сокращение длинных заглавий путем замены опущенных слов многоточием.

Если на одной странице работы дают подряд несколько ссылок на одну работу, то при повторных ссылках приводят слова «Там же» с указанием страницы (номер тома, выпуска или части).

2.5 Требования к оформлению сносок

Если необходимо пояснить отдельные данные, приведенные в документе, то эти данные стоит обозначать над строчными знаками сноски.

Сноски располагают с абзацного отступа в конце страницы, на которой они обозначены, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны, а к данным, расположенным в таблице, в конце таблицы над линией, обозначенной окончание таблицы.

Пример:

Таблица 1 - Наборы данных, используемых для распечатки

Назначение	Стандартное имя	Используемое устройство
Для информационной распечатки	SSSSS ¹⁾	Печатающее устройство ²⁾
Для распечатки во время выполнения программы	PPPPPP	Печатающее устройство ²⁾

¹⁾ Имя SSSSS должно быть задано при настройке ОС.

2) Для уменьшения простоев ЦП из-за операций ввода- вывода может быть использована магнитная лента.

Знак сноски выполняют арабскими цифрами непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение, и перед текстом пояснения.

Знак сноски выполняют арабскими цифрами и помещают на уровне верхнего обреза (индекса) шрифта.

Пример:

« ... Аутентификация ¹ ...»

В конце документа следующая запись:

¹ Проверка в системах безопасности пользователя тот ли он, за кого себя выдает

Нумерация сносок сквозная в пределах всего документа.

2.6 Требования к оформлению рисунков

Все иллюстрации, используемые в работе (схемы, графики, диаграммы, фотографии, чертежи, компьютерные распечатки), именуется рисунками. Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные. Рисунки следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Иллюстрации имеют подрисуночный текст, который состоит из номера рисунка и его названия. Подрисуночный текст размещается по центру текста. В конце номера и наименования иллюстрации точка не ставится.

Пример:



Рисунок 2 - Принтер

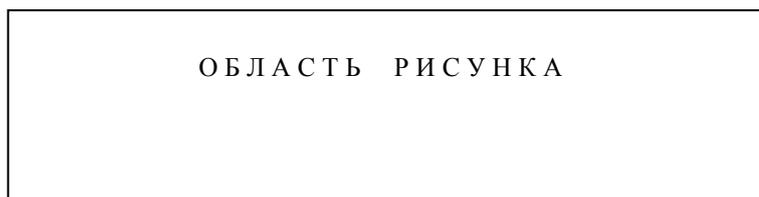
Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки и т.д.) следует располагать в пояснительной записке непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте (...на рисунке 1).

Чертежи, графики, диаграммы, схемы, помещаемые в тексте, должны соответствовать требованиям государственных стандартов ЕСКД.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (Рисунок А.1).

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст).

Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:



1 - входные каналы; 2 - выходные каналы; 3 - таблицы базы данных

Рисунок 3 – Наименование рисунка

Допускается не нумеровать мелкие иллюстрации (мелкие рисунки), размещенные непосредственно в тексте и на которые в дальнейшем нет ссылок.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов – позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Исключение составляют электро- и радиоэлементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых (кроме номера позиции) дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Допускается, при необходимости, номер, присвоенный составной части изделия на иллюстрации, сохранять в пределах документа.

Указанные данные наносят на иллюстрациях согласно ГОСТ 2.109.

На приводимых в документе электрических схемах около каждого элемента указывают его позиционное обозначение, установленное соответствующими стандартами, и при, необходимости, номинальное значение величины.

2.7 Требования к оформлению таблиц

Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. На все таблицы должны быть ссылки в тексте работы.

Таблица _____ – _____
номер название таблицы

Головка заголовки граф
 подзаголовки граф

строки (горизонтальные ряды)



Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок располагается над таблицей, записывается строчными буквами (кроме первой прописной) без точки в конце. При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией (Таблица 1).

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (Таблица В.1).

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8мм.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к документу.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик.

При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк.

При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

Пример:

Таблица 1 – Динамика и структура собственного капитала

Источник капитала	Сумма, тыс. руб.				Структура, %		
	На начало года	На конец года	Отклонение		На начало года	На конец года	Отклонение
			абсолютное	относительное, %			
Уставный капитал	10 000	10 000	-	-	32,8	24,9	-7,9
Резервный капитал	1 500	1 825	+325	+21,7	4,9	4,6	-0,3

[допустим, что здесь оказался конец страницы]

Продолжение таблицы 1

Источник капитала	Сумма, тыс. руб.				Структура, %		
	На начало года	На конец года	Отклонение		На начало года	На конец года	Отклонение
			абсолютное	относительное, %			
Добавочный капитал	11 725	15 075	+3 350	+28,6	38,4	37,6	-0,8
Нераспределённая прибыль	7 275	13 200	+5 925	+81,4	23,9	32,9	+9,0
Итого	30 500	40 100	+9 600	+31,5	100,0	100,0	0,0

Числа в таблицах, имеющие больше четырёх знаков, должны подразделяться на классы (по три цифры в каждом) с интервалом в один пробел (5 126 700). Цифры располагаются так, чтобы классы чисел в одной графе были расположены точно один под другим.

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы.

Пример:

Диаметр Стержня крепежной детали, мм	Масса 1000 шт. стальных шайб, кг	Диаметр стержня крепежной детали, мм	Масса 1000 шт. стальных шайб, кг
1,1	0,045	2,05	0,192
1,2	0,043	2,50	0,350
1,4	0,111	3,50	0,553

Графу «Номер по порядку» в таблицу рекомендуется не включать. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте документа имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу.

Пример:

Условный проход	D	L	L1	L2	Масса, кг, не более
1	2	3	4	5	6
50		130			160
80		210			170

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – над каждой ее частью.

Пример:

Наименование показателя	Значение	
	в режиме 1	в режиме 2
1 Ток коллектора, А	5, не менее	7, не более
2 Напряжение на коллекторе, В	-	-

Если в большинстве граф таблицы приведены показатели, выраженные в одних и тех же единицах физических величин (например, в миллиметрах, вольтах), но имеются графы с показателями, выраженными в других единицах физических величин, то над таблицей следует писать наименование преобладающего показателя и обозначение его физической величины, например, «Размеры в миллиметрах», «Напряжение в вольтах», а в подзаголовках остальных граф приводить наименование показателей и (или) обозначения других единиц физических величин.

Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, установленными ГОСТ 2.321, или другими обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях, например D - диаметр, H - высота, L - длина.

Показатели с одним и тем же буквенным обозначением группируют последовательно в порядке возрастания индексов в соответствии с рисунком.

Ограничительные слова «более», «не более», «менее», «не менее» и др. должны быть помещены в одной строке или графе таблицы с наименованием соответствующего показателя после обозначения его единицы физической величины, если они относятся ко всей строке или графе. При этом после наименования показателя перед ограничительными словами ставится запятая в соответствии с рисунками.

Обозначения, приведенные в заголовках граф таблицы, должны быть пояснены в тексте или графическом материале документа.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

При указании в таблицах последовательных интервалов чисел, охватывающих все числа ряда, их следует записывать: «От ... до... включ.», «Св ... до ... включ.» в соответствии с рисунком.

Пример:

Диапазон температур (в 0С)	Максимальный нагрев тела	Номинальный ток, А
От 10 до 20 вкл.	-	400
Св 11» 12 » »12 » 14 »		-
12		900

2.8 Требования к оформлению списка литературы

Список должен иметь сквозную порядковую нумерацию документов, включенных в него.

Сведения об источниках нумеруются арабскими цифрами без точки и печатаются с абзачного отступа.

Наиболее распространенным способом является алфавитный способ, при котором описания книг и статей располагаются в общем алфавите фамилий авторов и заглавий книг и статей.

Литература группируется в списке в следующем порядке:

1) нормативно-правовые акты: Конституция РФ, законы, указы Президента РФ, постановления правительства РФ – в хронологической последовательности;

- 2) ведомственные правовые акты в хронологической последовательности;
- 3) монографическая и учебная литература;
- 4) статьи из журналов и газет;
- 5) статистические сборники в хронологической последовательности;
- б) документы и материалы государственных архивных учреждений – в хронологической последовательности;
- 7) книги и статьи на русском языке в алфавитном порядке;
- 8) книги и статьи на иностранных языках в алфавитном порядке.

Если использован в работе электронный документ из Интернета, в источнике опубликования укажите адрес сервера или базы данных.

Выполняется список литературы и ссылки на него в тексте по ГОСТ 7.32.

Описание электронных ресурсов регламентируется ГОСТ 7.82- 2001.

Примеры описания литературных источников в [Приложении М](#).

2.9 Требования к оформлению приложений

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях.

Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т. д.

Приложение оформляют, как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы указанием в правом верхнем углу страницы над заголовком слова «Приложение» и его обозначения. Приложения обозначаются заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Заголовок записывается симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. Точка в конце заголовка не ставится.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O, после полного использования букв русского алфавита.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Приложения, как правило, выполняются на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4х3, А4х4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Все приложения должны быть перечислены в содержании документа (при наличии) с указанием их номеров и заголовков.

2.10 Оформление графической части

2.10.1 Требования к графической части

Графическая часть проекта выполняется на листах формата от А4 до А2 в зависимости от размеров блока в полном соответствии с ГОСТами единой системы конструкторской документации (ЕСКД), единой системы технологической документации (ЕСТД). Графическая часть проекта может содержать следующие материалы (в зависимости от темы ВКР): чертежи, схемы, алгоритмы, таблицы.

Обязательными листами являются:

- Электрическая принципиальная схема устройства

- Трассировка печатной платы устройства
- Сборочный чертёж печатной платы устройства

В состав графической части должны быть включены только те листы, которые будут необходимы при защите проекта для объяснения общего принципа построения своей задачи и способа ее реализации.

Чертежи должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД. Основная надпись для чертежей и схем ГОСТ 2.104-96 (Приложение В), линии чертежа ГОСТ 2.303-96.

Чертежи выводятся на листах бумаги с помощью принтера. Допускается выполнять чертежи карандашом или тушью. Разрешается использовать цветные иллюстрации и рисунки, не относящиеся к стандартным чертежам или схемам. Оформление графической части должно быть ясным, четким и аккуратным.

2.10.2 Оформление электрических схем

Правила выполнения и оформления электрических схем регламентируются стандартами седьмой группы ЕСКД (ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.702-75).

Обозначение цепей в электрических схемах производится по ГОСТ 2.709-89, буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах – по ГОСТ 2.710-81.

Линии на схемах всех типов проводятся в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.303-68 и ГОСТ 2.721-74.

Схемы вычерчиваются без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение основных частей изделия не учитывают или учитывают приближенно.

На схемах, как правило, используются стандартные условные графические обозначения (УГО). При выполнении схем на больших форматах все УГО пропорционально увеличиваются по сравнению с приведенными в стандартах размерами. Размещение их на схеме должно

обеспечивать наиболее простой рисунок схемы, с наименьшим числом изломов и пересечений линий связи, при сохранении между параллельными линиями расстояния не менее 3 мм. Линии связи и УГО выполняются линиями одной и той же толщины. При необходимости на схемах помещается текстовая информация: наименования или характеристики электрических сигналов, обозначения электрических цепей, технические характеристики и т.п. Текстовые данные могут располагаться рядом с УГО (справа или сверху) или внутри УГО, рядом с линиями, в разрыве или в конце линий, на свободном поле схемы. Таблицы, помещаемые на свободном поле схемы, должны иметь наименования, раскрывающие их содержание.

На каждом листе чертежей, спецификаций и таблиц перечня элементов выполняется рамка и основная надпись, которую для чертежей располагают в правом нижнем углу листа, а на плакатах – на оборотной стороне листа. Поля на листе должны быть выдержаны в пределах: левое – 20 мм, правое, верхнее и нижнее – 5 мм.

2.10.3 Правила оформления электрических схем

Схемы делятся на виды (электрические - Э, оптические - Л, энергетические - Р, комбинированные - С) в зависимости от видов элементов и связей между элементами, входящими в состав изделия.

Электрические схемы выполняются в соответствии с ГОСТ 2.702-2011.

Общие требования к выполнению, виды и типы схем в соответствии с ГОСТ 2.701-2008.

Правила построения условных буквенно-цифровых обозначений элементов, устройств и функциональных групп в схемах электрических - по ГОСТ 2.710-81. Если схема электрическая выполняется как электронный конструкторский документ, следует дополнительно руководствоваться ГОСТ 2.051.

Схемы электрические в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы (каждый тип имеет цифровой код):

структурные – 1;

функциональные – 2;
принципиальные – 3;
соединений – 4;
подключения - 5;
общие – 6;
расположения – 7;
объединенные – 0.

Схемы структурные разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием.

Схемами функциональными пользуются для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте.

Схемами принципиальными пользуются для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте. Они служат основанием для разработки других конструкторских документов, например схем соединений (монтажных) и чертежей.

Схемами соединений (монтажными) пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь, чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии, а также для осуществления присоединений и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий.

Схемами подключения пользуются при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.

Схемами общими пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации. Схему общую на сборочную единицу допускается разрабатывать при необходимости.

Схемами расположения пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте изделий.

Наименование и код схемы определяют их видом и типом.

Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы и цифровой части, определяющей тип схемы: например, схема электрическая принципиальная - ЭЗ.

Допускается помещать на схеме поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках (величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и т.д.).

Пример оформления схем электрических разных типов приведен в [Приложении 3](#).

Форматы. Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 2.301 и ГОСТ 2.004, при этом основные форматы являются предпочтительными.

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

Построение схемы. Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают или учитывают приближенно.

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.

Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями УГО должно быть не менее 1,0 мм.

Расстояние между соседними параллельными линиями взаимосвязи должно быть не менее 3,0 мм. Расстояние между отдельными УГО должно быть не менее 2,0 мм.

Линии взаимосвязи. Линии взаимосвязи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров УГО. Рекомендуемая толщина линий — от 0,3 до 0,4 мм.

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

Элементы (устройства, функциональные группы), входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь обозначения в соответствии со стандартами на правила выполнения конкретных видов схем.

Обозначения могут быть буквенные, буквенно-цифровые и цифровые.

Текстовая информация. На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около УГО (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы. Текстовые данные приводят на схеме в тех случаях, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно или невозможно выразить графически или в виде УГО.

Содержание текста должно быть кратким и точным. В надписях на схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Текстовые данные в зависимости от их содержания и назначения могут быть расположены:

- рядом с УГО;
- внутри УГО;
- над линиями взаимосвязи;
- в разрыве линий взаимосвязи;
- рядом с концами линий взаимосвязи;
- на свободном поле схемы.

Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно горизонтальным участкам соответствующих линий.

2.10.4 Условные графические обозначения

При выполнении схем применяют следующие условные графические обозначения (УГО):

- УГО, установленные в стандартах Единой системы конструкторской документации, а также построенные на их основе;
- прямоугольники;
- упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические).

УГО наиболее часто встречающихся элементов принципиальных электрических схем приведены в [Приложении Р](#).

Размеры УГО, а также толщины их линий должны быть одинаковыми на всех схемах для данного изделия. УГО на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии взаимосвязи. Все размеры УГО допускается пропорционально изменять.

В соответствии с ГОСТ 2.743-91 УГО элементов цифровой техники имеет форму прямоугольника, к которому подходят линии выводов. УГО элемента может содержать одно, два или три поля: основное и два дополнительных, которые располагают слева и справа от основного (рисунок 2а).

Основное и дополнительное поля могут быть не отделены линией. Допускается дополнительные поля разделять на зоны, которые отделяют горизонтальной чертой (рисунок 2б).



Рисунок 2 – Обозначения элементов цифровой техники с зонами (б) и без зон (а)

Входы элемента изображают с левой стороны УГО, выходы – с правой, а двунаправленные выводы и выводы, не несущие логической информации, – с правой или с левой стороны УГО.

Размеры УГО определяют по высоте:

- число линий выводов
- число строк информации в полях и размер шрифта по ширине:
- наличие дополнительных полей
- число знаков в одной строке внутри УГО и размер шрифта.

Однако, соотношения размеров обозначений функций, меток и указателей выводов УГО, а также расстояний между линиями выводов должны соответствовать ГОСТу.

Обозначение функций элементов образуют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков, записанных без пробелов. Количество знаков не ограничено. Примеры обозначения приведены в таблице 1.

Обозначение выводов элементов приведено в таблице 2. Выводы элементов подразделяют на несущие и не несущие логическую информацию. Выводы, несущие логическую информацию, подразделяют на статические и динамические, а также прямые и инверсные.

Таблица 1 – Примеры обозначения функций элементов

Наименование функции	Обозначение	Наименование функции	Обозначение
1 Буфер	BUF	17 Сумматор	Σ или SM
2 Вычислитель	CP	18 Счетчик	CTR, CTRn
3 Вычитатель	P-Q или SUB	19 Умножитель	π или MPL
4 Делитель	DIV	20 Усилитель	> или \times
5 Демодулятор	DM	21 Коммутирующее устройство, ключ	SW
6 Демультимплексор	DX	22 Шина	BAS или B
7 Дешифратор	DC	23 Шифратор	CD
8 Инвертор, повторитель	1	24 Элемент задержки	DEL или ---
9 Компаратор	COMP	25 Элемент монтажной логики	1--- , $\&\text{---}$ или 1--- , $\&\text{---}$
10 Модулятор	MD	26 Наборы нелогических элементов	*R, *C, *L, *D, *T
11 Память	M	27 Генератор непрерывной последовательности (серии) импульсов	GN (Gn)
12 Постоянное запоминающее устройство	ROM	28 Глин	G/
13 Оперативное запоминающее устройство	RAM	29 Генератор SIN - сигнала	GSIN
14 Преобразователь	X/Y	30 Элемент пороговый	--- или TH
15 Процессор, микропроцессор	P, MPU		
16 Регистр, регистр сдвига n-разрядный	RG, SRGn		

Таблица 2 – Обозначение выводов элементов

Назначение	Обозначение	
	Форма 1	Форма 2
1 Прямой статический вход и выход		
2 Инверсный статический вход		
3 Инверсный статический выход		
4 Прямой динамический вход		
5 Инверсный динамический вход		
6 Вывод, не несущий логической информации: -изображенный слева, -изображенный справа		

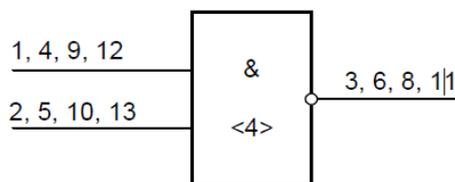
Примечание – Форма 1 является предпочтительной.

Функциональное назначение выводов элемента обозначают при помощи меток выводов (таблица 3).

Таблица 3 – Обозначения основных меток выводов

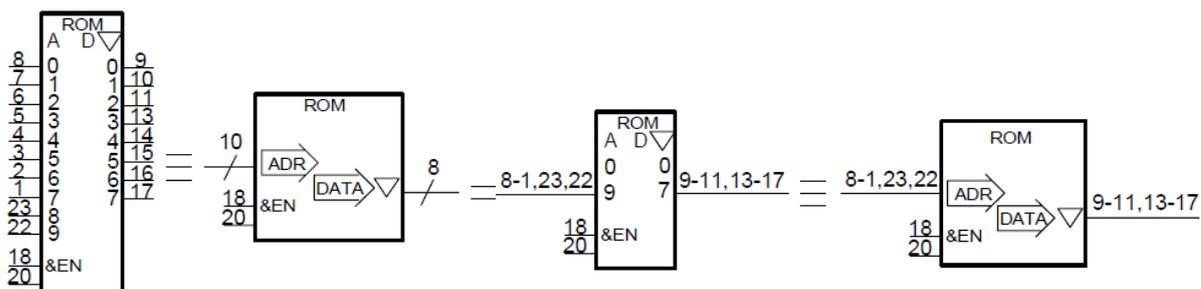
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1 Адрес	ADR или A	13 Выход цифрового компаратора	A>B, A=B, A<B или A>, A=, A<
2 Ввод (информации)	I	14 Готовность	RDY
3 Вход обратного счета	-n или DOWN	15 Данные входные, выходные	DIN, DOUT
4 Вход прямого счета	+n или UP	16 Загрузка (разрешение параллельной записи)	LD
5 Выбор (селекция)	SEL или SE	17 Очистка	CLR
6 Выбор адреса столбца и строки	CAS, RAS	18 Передача	TX
7 Выбор кристалла, доступ к памяти	CS	19 Разрешение третьего состояния	EN или E _v
8 Вывод (информации)	O	20 Выходы образования и распространения переноса	CG и CP
9 Вывод двунаправленный	< > или Õ	21 Синхронизация	SYNC или SYN
10 Выход с открытым коллектором	◊, ◊, н<	22 Такт	CL или CLK
11 Выход с открытым эмиттером	◊, ◊, н>	23 Четность	EVEN
12 Выход с тремя состояниями	∇ (или Z)		

Для уменьшения объема документации допускается сокращенное обозначение групп УГО. В группе элементов, изображенных совмещено и содержащих одинаковую информацию в основном поле УГО, последнюю помещают только в верхнем УГО (Приложение Р.5). Допускается отделять такие элементы друг от друга штриховой линией. При наличии в одной микросхеме нескольких однотипных, (например, четырех) элементов допускается пакетное изображение выводов:



В схемах, имеющих элементы с большим числом выводов одного функционального обозначения, допускается сокращенное обозначение таких элементов:

Пример:



При использовании первого варианта обозначения на поле схемы помещается таблица номеров и меток выводов.

2.10.5 Перечень элементов

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Для электронных документов перечень элементов выполняют только в виде самостоятельного документа.

Пример:

	Позиционное обозначение	Наименование	Количество	Примечание
15				
8min	20	110	10	
	185			

В графах таблицы указывают следующие данные:

- в графе «Поз. обозначение» — позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп;
- в графе «Наименование»: а) для элемента - наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, межгосударственный стандарт, стандарт Российской Федерации, стандарт организации, технические условия); б) для функциональной группы - наименование;

– в графе «Примечание» — рекомендуется указывать технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают, как правило, над основной надписью.

Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм.

Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений.

В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

При выполнении на схеме цифровых обозначений в перечень их записывают в порядке возрастания.

Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп — и между элементами.

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: R3, R4, C8 ... C12, а в графу «Кол.» — общее количество таких элементов.

При записи элементов одинакового наименования, отличающихся техническими характеристиками и другими данными и имеющих одинаковое буквенное позиционное обозначение, допускается в графе «Наименование» записывать:

- наименование этих элементов в виде общего наименования;

- в общем наименовании — наименование, тип и обозначение документа (межгосударственный стандарт, технические условия или основной конструкторский документ), на основании которого эти элементы применены.

Пример заполнения таблицы перечня элементов приведен в [Приложении С](#).

2.10.5 Правила выполнения функциональных схем

Функциональные части и взаимосвязи между ними на схеме изображают в виде УГО, установленных в стандартах ЕСКД. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников.

При выполнении схем рекомендуется пользоваться строчным способом. При этом УГО элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи - рядом, образуя параллельные (горизонтальные или вертикальные) строки.

При необходимости на схеме обозначают электрические цепи. Эти обозначения должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.709.

На схеме следует указывать:

- для каждой функциональной группы - обозначение, присвоенное ей на принципиальной схеме, и (или) ее наименование; если функциональная группа изображена в виде УГО, то ее наименование не указывают;
- для каждого устройства, изображенного в виде прямоугольника, - позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, его наименование и тип и (или) обозначение документа (основной конструкторский документ, стандарт, технические условия), на основании которого это устройство применено;
- для каждого устройства, изображенного в виде УГО, - позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, его тип и (или) обозначение документа;

– для каждого элемента - позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, и (или) его тип.

Наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать в прямоугольники.

На схеме рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей (рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы).

Пример схемы электрической функциональной приведен в [Приложении Ж](#).

2.10.6 Правила выполнения принципиальных схем

На принципиальной схеме изображают 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.

На схеме допускается изображать соединительные и монтажные элементы, устанавливаемые в изделии по конструктивным соображениям.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении.

Позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах изделия. Порядковые номера элементам следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение. Порядковые номера следует присваивать в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с УГО элементов и (или) устройств с правой стороны или над ними.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы и устройства, входящие в состав изделия и изображенные на схеме.

Функциональные узлы или устройства (в том числе выполненные на отдельной плате) выделяют штриховыми линиями. Если на схеме в позиционное обозначение элемента включено позиционное обозначение устройства или обозначение функциональной группы, то в перечне элементов в графе "Поз. обозначение" указывают позиционное обозначение элемента без позиционного обозначения устройства или обозначения функциональной группы.

При указании около УГО номиналов резисторов и конденсаторов допускается применять упрощенный способ обозначения единиц величин:

- для резисторов:

от 0 до 999 Ом - без указания единиц величин,

от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом - в килоомах с обозначением единицы величин строчной буквой к,

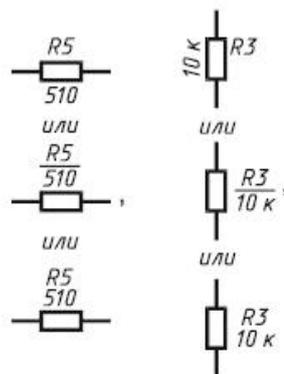
от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом - в мегаомах с обозначением единицы величин прописной буквой М, свыше $1 \cdot 10^9$ Ом - в гигаомах с обозначением единицы величин прописной буквой Г.

- для конденсаторов:

от 0 до $9999 \cdot 12^{-12}$ Ф - в пикофарадах без указания единицы величин,

от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф - в микрофарадах с обозначением единицы величин строчными буквами мк.

Пример:



На схеме следует указывать обозначения выводов (контактов) элементов (устройств), нанесенные на изделие или установленные в их документации.

На схеме рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей изделия (частоту, напряжение, силу тока, сопротивление, индуктивность и т.д.), а также параметры, подлежащие измерению на контрольных контактах, гнездах и т.д.

При изображении на схеме элементов, параметры которых подбирают при регулировании, около позиционных обозначений этих элементов на схеме и в перечне элементов проставляют звездочки (например ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем*), а на поле схемы помещают сноску: "*Подбирают при регулировании".

В перечень следует записывать элементы, параметры которых наиболее близки к расчетным.

Допустимые при подборе предельные значения параметров элементов указывают в перечне в графе "Примечание".

Если подбираемый при регулировании параметр обеспечивается элементами различных типов, то эти элементы перечисляют в технических требованиях на поле схемы, а в графах перечня элементов указывают следующие данные:

- в графе "Наименование" - наименование элемента и параметр, наиболее близкий к расчетному;
- в графе "Примечание" - ссылку на соответствующий пункт технических требований и допустимые при подборе предельные значения параметров.

На поле схемы допускается помещать указания о марках, сечениях и расцветках проводов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров), которыми должны быть выполнены соединения элементов, а также указания о специфических требованиях к электрическому монтажу данного изделия.

2.12 Оформление иллюстративного материала, прилагаемого к проекту

Иллюстративный материал должен отвечать требованиям наибольшей наглядности и удобства изложения результатов проектирования.

Каждый лист иллюстративного материала снабжается основной надписью по форме 1 (ГОСТ 2.104, Приложение В), основная надпись размещается на обороте листа а правом нижнем углу (только для плаката).

Фотографический материал и первичные документы исследований (оригиналы осциллограмм записей самописцев и т.п.) размещаются на стандартных листах и снабжаются заголовками.

3 Организация защиты курсового проекта

3.1 Подготовка к защите курсового проекта

Для подготовки к защите целесообразно подготовить тезисы доклада. При составлении тезисов необходимо учитывать, что ориентировочное время доклада на защите – 5 минут. Структура доклада при защите курсового проекта может быть следующая:

- 1) Представление студента и темы работы
- 2) Цель работы и её задачи
- 3) Основные положения технического задания, затрагивающие основные характеристики проектируемого устройства: область и объект применения, технические параметры, интерфейс оператора, надежность.
- 4) Основные выводы по расчётам конструктивных параметров печатной платы
- 5) Основные выводы по расчёту надежности устройства
- 6) Графическая часть проекта
- 7) Практическая часть проекта

Расчёт времени для защиты курсового проекта:

- П. 1-2 – 1 мин;
- П. 3-5 – 2 мин;
- П. 6 – 1 мин;
- П. 7 – 1 мин.

Объём 2 – 3 листа текста в формате Word, размер шрифта 14 пунктов, полуторный интервал.

3.2 Составление компьютерной презентации

Компьютерная презентация имеет ряд преимуществ: она позволяет в более доступной форме представить результаты проектирования, значительно облегчает выступление автору работы, а членам комиссии помогает максимально объективно оценить работу. Поэтому желательно сопровождать выступление презентацией с использованием 10–15 слайдов.

Основные принципы при составлении компьютерной презентации: лаконичность, ясность, уместность, сдержанность, наглядность (подчеркивание ключевых моментов), запоминаемость (разумное использование ярких эффектов).

Требования к оформлению слайдов презентации:

- каждый слайд должен иметь заголовок (размер символов более 36);
- количество слов в слайде не должно превышать 40;
- размер символов основного текста должен быть более 20;
- в презентации можно использовать не более 3 различных стандартных шрифтов;
- в презентации используют не более 3 цветов для написания текста;
- все слайды должны быть выдержанны в едином стиле;
- все объекты на слайдах должны быть выполнены в едином стиле.

Помните про особенности восприятия человеческого глаза:

- главный объект (текст к изображению или наоборот) должен находиться в пропорции золотого сечения 0,52 по высоте и ширине;
- смысловой акцент смещен ниже и правее;
- соответствие форм объектов устойчивым и естественным зрительным ассоциациям;
- расположение информации сверху вниз по главной диагонали.

При разработке оформления используйте дизайн шаблонов («Формат/Применить оформление»). Не увлекайтесь яркими шаблонами, информация на слайде должна быть контрастна фону, а фон не должен затенять содержимое слайда, если яркость проецирующего оборудования будет недостаточным. Подберите два-три различных фоновых оформления для того, чтобы иметь возможность варьировать фон при плохой проекции.

Не злоупотребляйте эффектами анимации. Оптимальная настройка эффектов анимации – появление в первую очередь заголовка слайда, а затем – текста по абзацам. При этом если несколько слайдов имеют одинаковое название, то заголовок слайда должен постоянно оставаться на экране. Динамическая анимация эффективна тогда, когда в процессе выступления происходит логическая трансформация существующей структуры в новую структуру, предлагаемую вами.

Настройте временной режим вашей презентации, используя меню «Показ слайдов/Режим настройки времени», предварительно узнав, сколько минут требуется вам на каждый слайд. Очень важно не торопиться на докладе и не «мямливать» слова. Презентация легко поможет вам прочитать доклад, но она не должна его заменить. Если вы только читаете текст слайдов, то это сигнал комиссии, что вы не ориентируетесь в содержании. Однако если вы растерялись, то прочтение презентации будет единственным вашим спасением. В автоматическом режиме обязательно проконтролируйте временной интервал своего доклада.

Алгоритм выстраивания презентации соответствует логической структуре курсового проекта и отражает последовательность ее этапов.

Обобщенная структура презентации:

1) В содержание первого слайда выносятся полное наименование образовательного учреждения, согласно уставу, тема курсового проекта, фамилия, имя, отчество студента, фамилия, имя, отчество руководителя.

2) Далее следуют слайды поясняющие:

- Цель работы и её задачи

- Основные положения технического задания, затрагивающие основные характеристики проектируемого устройства: область и объект применения, технические параметры, интерфейс оператора, надежность

3) Слайды с основными выводами по расчётам конструктивных параметров и надежности печатной платы курсового проекта.

4) Слайды, иллюстрирующие графическую и практическую часть работы.

5) Последний слайд – Спасибо за внимание.

В презентации материал целесообразнее представлять в виде таблиц, моделей, схем и т.п.

В практической части работы рекомендуется использовать фотографии, графики, диаграммы, таблицы, рекомендации, характеристики.

3.3 Защита курсового проекта

К защите курсового проекта допускаются студенты, сдавшие экзамен по МДК 01.01, зачет МДК 01.02, прошедшие учебную и производственную практику и защитившие отчёт по учебной и производственной практикам и предоставившие части курсовой работы согласно графику.

На защите работы следует выступать с заранее подготовленными тезисами доклада. Желательно, чтобы студент излагал доклад свободно, используя письменный текст. Речь должна быть ясной, грамматически точной, уверенной. В ходе выступления с докладом следует обратить внимание на правильное произношение слов, особенно профессиональных терминов.

Результат выполнения курсовой работы, представленный в форме продукта оценивает экспертная комиссия с участием представителей работодателя.

После выступления с докладом преподаватели, принимающие защиту, могут задать любые вопросы по работе, уточнить полученные выводы и результаты. Ответы на поставленные вопросы должны быть краткими и состоять, как правило, из двух – трёх предложений. На вопросы следует отвечать уверенно и чётко.

При оценке курсовой работы учитывается как содержание, так и защита работы. Оценка по работе сообщается после защиты работ всеми студентами.

Итогом защиты курсового проекта является однозначное решение: «вид профессиональной деятельности «Проектирование цифровых устройств» освоен с оценкой ____ (*отлично, хорошо, удовлетворительно*)». Или «вид профессиональной деятельности «Проектирование цифровых устройств» не освоен с оценкой *неудовлетворительно*».

3.4 Критерии оценки курсового проекта:

- студент демонстрирует системность и целостность знаний по теме;
- свободно пользуется понятиями и терминами;
- содержание курсовой работы соответствует заданию;
- наличие оформленных согласно требованиям нормативно-технической документации приложенных принципиальной схемы проектируемого цифрового устройства, трассировки печатной платы и базового чертежа с помощью средств и методов автоматизированного проектирования;
- выполненное устройство разработано работоспособно;
- работа выполнена самостоятельно с использованием научной и справочной литературы;
- работа написана грамотно и аккуратно при соблюдении всех требований к оформлению.

Итоги экзамена (квалификационного) по профессиональному

модулю:

Коды и наименование проверяемых компетенций	Показатели оценки результата	Критерии оценки результата	Оценка (да / нет)
ПК 1.1. Выполнять требования технического задания на проектирование цифровых устройств ПК 1.2. Разрабатывать схемы цифровых устройств на основе интегральных схем разной степени интеграции ПК 1.3. Использовать средства и методы автоматизированного проектирования при разработке цифровых устройств ПК 1.4. Проводить измерения параметров проектируемых	-Разработка цифровых устройств с соблюдением технологической последовательности согласно техническому заданию с помощью средств и методов автоматизированного проектирования; -Выявление и расчет параметров проектируемых устройств и	-Содержание курсовой работы соответствует заданию - Приложенные к курсовой работе принципиальные схемы проектируемого цифрового устройства, трассировка печатной платы и базовый чертеж оформлены согласно требованиям нормативно-технической документации -Устройство разработано с помощью средств и	

<p>устройств и определять показатели надежности</p> <p>ПК 1.5. Выполнять требования нормативно-технической документации</p> <p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество</p> <p>ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность</p> <p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития</p> <p>ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности</p> <p>ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями</p> <p>ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации</p>	<p>показателей надежности;</p> <p>- Соответствие подготовленной конструкторско-технологической документации на всех этапах проектирования устройства требованиям нормативно-технической документации;</p> <p>-Своевременность сдачи отчетов, экзаменов и зачетов.</p>	<p>методов автоматизированного проектирования</p> <p>-Выполненное цифровое устройство работоспособно</p> <p>-Работа выполнена самостоятельно с использованием научной и справочной литературы</p> <p>-Работа написана грамотно и аккуратно при соблюдении всех требований к оформлению</p> <p>При защите работы студент:</p> <p>-демонстрирует системность и целостность знаний по проектированию цифровых устройств;</p> <p>-верно использует понятия и термины;</p> <p>-четко отвечает на поставленные вопросы, аргументируя ответы;</p> <p>-соблюдает технологическую последовательность согласно техническому заданию при проектировании цифрового устройства;</p> <p>-верно рассчитывает параметры проектируемых устройств и показателей надежности;</p> <p>- выбирает рационально базовые интегральные схемы при разработке схем цифровых устройств;</p> <p>-оптимально выбраны методы оценки и анализа разработанного цифрового устройства;</p> <p>-публичное выступление построено с учетом норм</p>	
---	---	--	--

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности		деловой этики.	
--	--	----------------	--

Количество оценок «да» ____, ____%.

Дата __. __.20__

Подписи членов экзаменационной комиссии

_____ А.А. Концевая
 _____ Д.Г. Ширяева
 _____ Н.А.Шамшурова
 _____ К.А. Луценович

Количество оценок «да» по критериям оценки результата на оценку «удовлетворительно» должно быть не менее 8, что соответствует 65%, на оценку «хорошо» - не менее 10 (75%), на оценку «отлично» - не менее 12 (90%).

Сокращения, встречающиеся в тексте

ВТ	вычислительная техника
ГОСТ	Государственный отраслевой стандарт
ДПП	двусторонняя печатная плата
ЕСКД	единая система конструкторской документации
ЕСТД	единая система технической документации
ИМС	интегральная микросхема
МПП	многослойная печатная плата
ОПП	односторонняя печатная плата
ПП	печатная плата
ПЭВМ	персональная электронно-вычислительная машина
СВТ	средства вычислительной техники
ТКЛР	температурный коэффициент линейного расширения
ЭРИ	электрорадиоизделия

Список рекомендуемой литературы

Нормативные документы

1. ГОСТ 2.001-93 Единая система конструкторской документации. Общие положения.
2. ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
3. ГОСТ 2.051-2006 ЕСКД. Электронные документы. Общие положения.
4. ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
5. ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи.
6. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
7. ГОСТ 2.106-2006 ЕСКД. Текстовые документы.
8. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
9. ГОСТ 2.119-73 ЕСКД. Эскизный проект.
10. ГОСТ 2.201-80 ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов.
11. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
12. ГОСТ 2.303-96 ЕСКД. Линии.
13. ГОСТ 2.316-68 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.
14. ГОСТ 2.605-68 ЕСКД. Плакаты учебно-технические.
15. ГОСТ 2.601-95 ЕСКД. Эксплуатационные документы.
16. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы, Виды и типы. Общие требования к выполнению.
17. ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
18. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
19. ГОСТ 2.703-68 ЕСКД. Правила выполнения кинематических схем.
20. ГОСТ 2.704-76 ЕСКД. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.

- 21.ГОСТ 2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники
- 22.ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
- 23.ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники
- 24.ГОСТ 3.1102-81 ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.
- 25.ГОСТ 3.1103-82 ЕСТД. Основные надписи.
- 26.ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Правила оформления документов общего назначения.
- 27.ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения. Основные понятия.
- 28.ГОСТ 3.1128-93 ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов.
- 29.ГОСТ 597—73. Бумага чертежная. Технические условия.
- 30.ГОСТ 7.1-84. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления.
- 31.ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
- 32.ГОСТ 8. Государственная система обеспечения единства измерений
- 33.ГОСТ 8.417-81 ГСИ. Единицы физических величин.
- 34.ГОСТ 14.311-75. ЕСТПП. Правила разработки рабочих технологических процессов.
- 35.ГОСТ 24. Система технической документации на АСУ
- 36.ГОСТ 30. Система стандартов эргономики и технической эстетики
- 37.ГОСТ 34. Комплекс стандартов на автоматизированные системы
- 38.ГОСТ 28388—89. Система обработки информации. Документы на магнитных носителях данных Порядок выполнения и обращения.

Основные источники

Учебники, учебные пособия

1. Владимир Амосов Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств - СПб: ВНУ, 2012
2. Волков Ю.Г. Как написать диплом, курсовую, реферат. Серия «50 способов». Ростов-н/Д: Феникс, 2001. – 128 с.
3. Иванова Н. Ю. Петров А. С. Технология проектирования печатных плат в САПР P-CAD-2006 – СПб: ГУ ИТМО, 2009
4. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы: методика подготовки оформления: учебно-методич. пособие/И.Н.кузнецов. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Дашко и К,2006. – 340 с.
5. Печатные платы (комплект из 2 книг). Под.ред. Клайв Ф. Кумбз – Техносфера, 2011
6. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011
7. Родан А.С., Куприянов А.А и др. Практический самоучитель P-CAD 2006. Система проектирования печатных плат - Наука и техника, 2009
8. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. Издание 3 - СПб: ВНУ, 2012
9. Хернитер М. Электронное моделирование в Multisim: ДМК-Пресс, 2011
10. Чижма С.Н. Электроника и микросхемотехника: учебное пособие - Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут), 2012
11. Шестеркин А.Н. Система моделирования и исследования радиоэлектронных устройств Multisim 10 - ДМК Пресс, 2015

Справочники:

1. Государственные стандарты. Информационный указатель/Вып.1...12. - М.: Изд. станд.,2003.-140с.
2. Государственные стандарты: Указатель/Т.1, 2, 3. - М.: Изд: станд., 2003.- 387 с.

3. Общероссийский классификатор стандартов. ОК (МК(ИСО/Инфком МКС-96) 001-2000. Изд. Станд., 2001.

Дополнительные источники:

Учебники и учебные пособия:

1. Ануфриев А.Ф. Научное исследование. Курсовые, дипломные и диссертационные работы/А.Ф. Ануфриев. – М.:Ось-89,2005. – 112 с.
2. Березина В.Г. Этика и культура научной работы. – СПб., 1999. – 127с.
3. Золкин А.С. Как написать тезисы к курсовой работе. – Электронный ресурс: www.nsu.ru/psj/kursovye/tesis.html.
4. Эхо Ю. Практическое руководство для всех, кто пишет дипломные, курсовые, контрольные, доклады, рефераты, диссертации: Успех без лишних проблем/ Юрий Эхо. - М.: Металлургия, 1996.- 112с.

Интернет-ресурсы

<http://www.internet-law.ru/gosts>– Каталог государственных стандартов

Перечень тем для курсового проектирования

«Проектирование и изготовление цифрового устройства»

- USB хаб (расширитель) с накопителем энергии (ионисор)
- USB хаб (расширитель) с питанием от сети
- автоматический выключатель освещения
- аппаратный генератор случайных чисел
- блок (модуль) оперативной памяти на 1Мбайт
- блок (модуль) энергонезависимой памяти на 1Мбайт
- восьмиканальное устройство сбора информации с аналоговых датчиков и ввода усредненных данных в компьютер через LPT порт
- восьмиканальное устройство сбора информации с аналоговых датчиков и ввода усредненных данных в компьютер через COM порт
- восьмиканальное устройство сбора информации с аналоговых датчиков и ввода усредненных данных в компьютер через USB порт
- входной усилитель
- генератор испытательных сигналов с управлением от ПК
- генератор псевдослучайных 32-х разрядных кодов, предназначенных для управления световыми приборами
- датчик давления
- датчик тока
- датчик шума в помещении с инфракрасным каналом связи
- измеритель расхода газа, поступающего по трубопроводу
- измеритель расхода жидкости, поступающей по трубопроводу
- измеритель частоты и уровня вибраций
- измеритель частоты на основе метода двух временных ворот
- индикатор безопасности для автомобиля
- источник питания принтера
- источник тока для калибровочного стенда
- кабельный пробник на МК
- контроллер доступа и учета в помещение через двери
- контроллер защиты электрооборудования от перегрузок
- контроллер пожарной сигнализации
- контроллер скорости вращения асинхронного двигателя
- контроллер торговых весов: вес, цена, сумма, всего «за»
- контроллер учета потребляемой электрической энергии
- контроль и индикация температуры объекта
- контроль и индикация электрических параметров сети 220в, 50Гц
- контроль и учет потребления электроэнергии

- контроль и учет расхода воды
- контроль и учет расхода газа
- контроль и учет расхода теплоносителей
- контроль объема и управление сортировкой лесоматериалов
- микроконтроллерная сеть сбора технологической информации
- микроконтроллерный металлоискатель
- микроконтроллерный формирователь ступенчатых напряжений
- микроконтроллерный частотомер
- мультиметр на микроконтроллере
- низкочастотный выпрямитель
- обнаружение и учет «приближающихся» к объекту
- осциллограф на основе звуковой карты
- охранная сигнализация квартир и офисов
- охранное устройство с управление ключом
- передатчик на дискретных компонентах
- переносной измеритель температуры с цифровым индикатором
- переносной сорбционный измеритель влажности газов
- плата управления узлами принтера
- подсистема базы сбора данных на ПК с микроконтроллерных устройств
- преобразователь RS-232C – «Токовая петля 20 ma», активный передатчик – пассивный приемник
- программатор МК ATMEGA серии AT89
- программно управляемый стабилизатор постоянного напряжения
- регуляторы температуры
- светодиодная информационная панель
- сигнализатор не оптимальных режимов двигателя автомобиля
- сигнатурный анализатор
- стабилизатор сетевого напряжения
- стационарный измеритель температуры с большим индикатором
- универсальный аналоговый интерфейс для последовательного порта
- управление люстрой с четырьмя лампами
- управление позиционированием с помощью шагового двигателя
- управление процессом смешивания жидкостей
- управление резкой лесоматериалов на конвейере
- управление сортировкой лесоматериалов
- управление температурой сушки лесоматериалов
- устройство измерения и индикация уровня жидкости в резервуаре
- устройство измерения частоты с интерфейсом для ПК
- устройство преобразования 64-х разрядного параллельного двоичного слова в двоично-десятичный формат с индикацией чисел

- устройство преобразования 64-х разрядного параллельного двоично-десятичного слова в двоичный формат с индикацией чисел
- устройство регулирования скорости коллекторного электродвигателя
- устройство сравнения двух 32-х разрядных чисел
- устройство сравнения двух параллельных 64-х разрядных чисел
- устройство суммирования двух 64-х разрядных чисел с отображением чисел на индикаторах
- устройство умножения двух 16-х разрядных чисел с отображением чисел на индикаторах
- устройство управления и отображения матричным индикатором «Бегущая строка» при выводе информации с компьютера через LPT порт
- устройство управления и отображения матричным индикатором «Бегущая строка» при выводе информации с компьютера через COM порт
- устройство управления и отображения матричным индикатором «Бегущая строка» при выводе информации с компьютера через USB порт
- устройство управления и отображения матричным индикатором «Бегущая строка» при выводе информации с компьютера через ISA шину
- устройство управления инкубацией: температура, влажность, время
- устройство управления пассажирским лифтом
- устройство управления светофором автомобильного перекрестка
- устройство формирования световых эффектов
- устройство формирования 4-х фазной синхронной импульсной последовательности: частота 1МГц, длительность 0,8 микросекунд
- функциональный расширитель клавиатуры для ПК
- цифровой генератор синусоидального напряжения
- цифровой измеритель веса
- цифровой измеритель влажности
- цифровой измеритель освещенности
- цифровой измеритель плотности
- цифровой измеритель температуры
- цифровой измеритель уровня жидкости
- цифровой измеритель уровня сыпучих веществ в резервуаре
- цифровой частотомер (30МГц.)
- часы с много программным будильником
- часы с термометром и барометром
- четырехканальное устройство сбора и отображения информации с аналоговых датчиков
- шим-контроллер

Приложение Б

(обязательное)

Форма для утверждения тем курсового проекта

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина»
Нижнетагильский технологический институт (филиал)
Нижнетагильский машиностроительный техникум

УТВЕРЖДАЮ:
Зам.директора техникума по УМ и ВР
_____ Е.В.Гильдерман
«___» _____ 20__ г.

ТЕМЫ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ по ПМ 01 Проектирование цифровых устройств в группе _____ очного отделения 20__-20__уч.года

№ п/п	Ф.И.О. студента	темы
1	Иванов Евгений	Проектирование устройства управления освещением гостиницы
2		
3		
4		

Председатель ЦК

А.В. Елисеев

СОГЛАСОВАНО:

Преподаватель

А.А.Концевая

Приложение В

(обязательное)

Основные надписи в документах

Основная надпись в текстовом документе - ГОСТ 2.104-96

					<i>КП.00.09.02.01.ТО-33909. ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>				<i>Проектирование устройства управления освещением гостиницы</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Концевая</i>						2	25
<i>Реценз</i>						<i>НТМТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

Основная надпись в последующих листах текстовых документов
ГОСТ 2.106-96

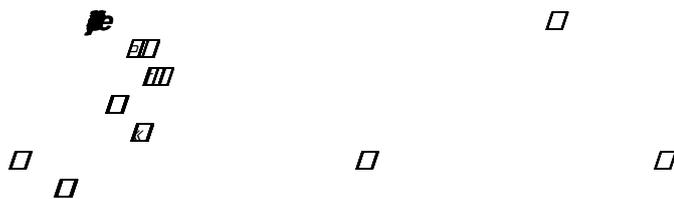
					<i>КП.00.09.02.01.ТО-33909. ПЗ</i>		<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			3

Основная надпись для чертежей и схем ГОСТ 2.104-96

						<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				1:1
<i>Разраб.</i>								
<i>Пров.</i>								
<i>Т.контр.</i>						<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	1
<i>Н.контр.</i>								
<i>Утв.</i>								

Приложение Г

(обязательное)



□□ 09.02.01.□-33909□



□-33909



2016

Пример задания для курсового проектирования

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина»
Нижнетагильский технологический институт (филиал)
Нижнетагильский машиностроительный техникум

Задание для курсового проектирования

специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

студенту _____

курса 3

группы _____

Тема задания: _____

Курсовой проект на указанную тему выполняется студентом НТИ (Ф) УрФУ НТМТ

в следующем объеме:

1. Пояснительная записка: техническое задание на изделие; разработка и описание электрической функциональной и принципиальной схемы; выбор и описание элементной базы; спецификация.
2. Расчетная часть проекта: расчет конструктивных параметров печатной платы; расчет надежности печатной платы.
3. Графическая часть проекта:

Лист 1. Электрическая принципиальная схема устройства

Лист 2. Трассировка печатной платы устройства

Лист 3. Сборочный чертёж печатной платы устройства

Чертежи выполняются вручную или с использованием средств САПР на форматах от А4 до А2 в зависимости от размеров блока.

4. Практическая часть: цифровое устройство на печатной плате

Дата выдачи _____

Срок окончания _____

Председатель цикловой комиссии

А.В.Елисеев

Преподаватель

А.А.Концевая

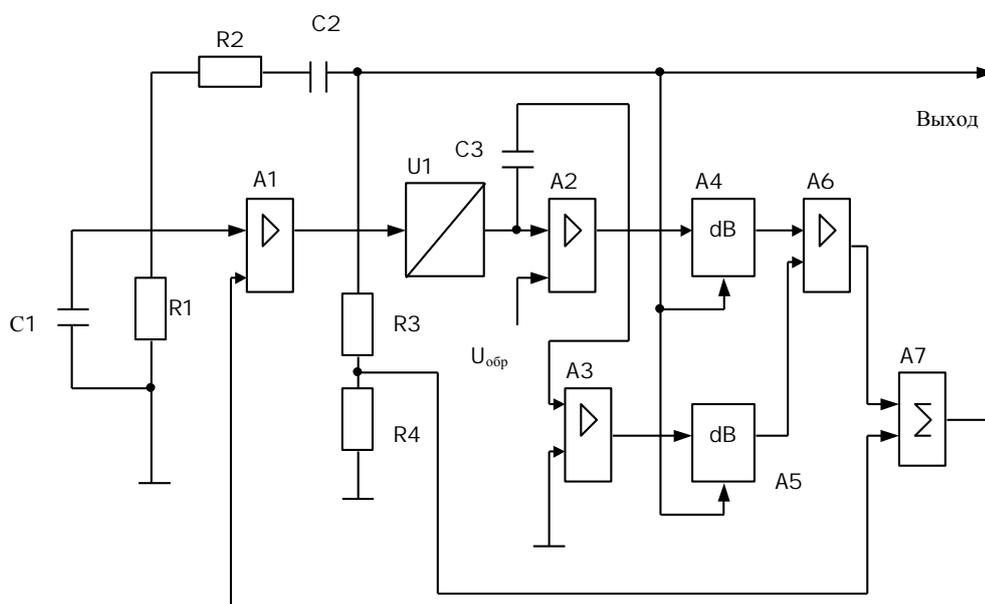
Пример оформления содержания курсового проекта

Введение	3
1. Техническое задание.....	4
2. Электрическая функциональная схема устройства.....	7
3. Электрическая принципиальная схема устройства.....	8
4. Выбор и описание элементной базы.....	10
4.1. Характеристика элементной базы.....	10
4.2. Эскизы ЭРИ и их характеристики.....	14
5. Расчетная часть.....	19
5.1. Расчет конструктивных параметров печатной платы.....	19
5.2. Расчет надежности устройства.....	22
Заключение.....	24
Список литературы.....	25
Приложение А Электрическая принципиальная схема устройства.....	26
Приложение Б Таблица перечня элементов	27
Приложение В Трассировка печатной платы устройства	28
Приложение Г Сборочный чертёж печатной платы устройства.....	29
Приложение Д Фотография готового цифрового устройства.....	30
Приложение Е Анализ результатов работы готового цифрового устройства.....	31

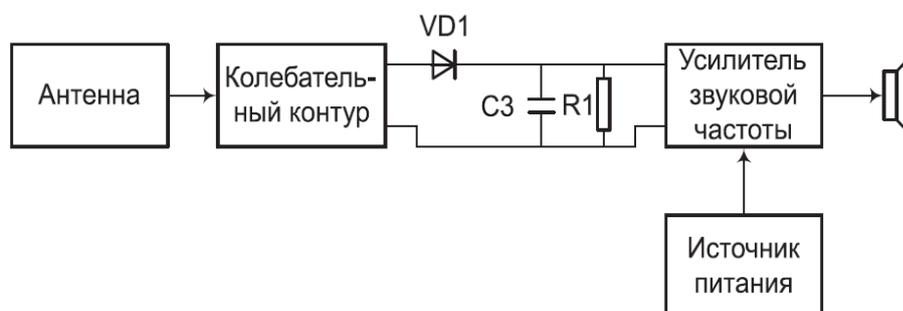
Пример оформления схемы электрической функциональной

Для сложного изделия разрабатывают несколько функциональных схем, поясняющих происходящие процессы при различных предусмотренных режимах работы.

Функциональные части и связи между ними изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД.



Отдельные функциональные части на схеме допускается изображать в виде прямоугольников. В этом случае части схемы с поэлементной детализацией изображают по правилам выполнения принципиальных схем, а при укрупненном изображении функциональных частей — по правилам структурных схем.

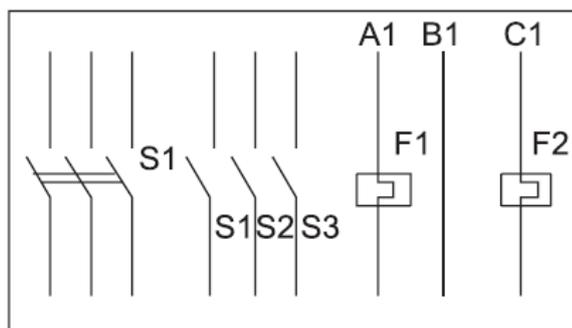


Пример оформления схемы электрической принципиальной

Принципиальная схема является наиболее полной электрической схемой изделия, на которой изображают все элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все связи между ними, а также элементы подключения (разъемы, зажимы), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Электрические элементы на принципиальной схеме изображают условными графическими обозначениями, начертание и размеры которых установлены в стандартах ЕСКД.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении. В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в выбранном рабочем положении с указанием на поле режима, для которого изображены эти элементы.



Пример оформления списка литературы

1. Библиотека ГОСТов и нормативных документов – Режим доступа:
<http://libgost.ru/>
2. Печатные платы (комплект из 2 книг). Под.ред. Клайв Ф. Кумбз – Техносфера, 2011
3. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011
4. Чижма С.Н. Электроника и микросхемотехника: учебное пособие - Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут), 2012
5. Шестеркин А.Н. Система моделирования и исследования радиоэлектронных устройств Multisim 10 - ДМК Пресс, 2015

Приложение Л

(обязательное)

График выполнения курсового проекта

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина»
Нижнетагильский технологический институт (филиал)
Нижнетагильский машиностроительный техникум

УТВЕРЖДАЮ:
Зам.директора техникума по УМ и ВР
_____ Е.В.Гильдерман
«__» _____ 20__ г.

ГРАФИК

Выполнения курсового проекта
по ПМ 01 Проектирование цифровых устройств
в группе _____ очного отделения
20__-20__ уч.года

<i>№</i>	<i>Содержание</i>	<i>Сроки выполнения</i>
1	Выдача задания	27.05.16
2	Составление расширенного технического задания на изделие	28.05.16-29.05.16
3	Утверждение технического задания на изделие	30.05.16
4	Пояснительная записка: разработка и описание электрической функциональной и принципиальной схемы; выбор и описание элементной базы; перечень элементов	31.05.16-04.06.16
5	Расчетная часть проекта: расчет конструктивных параметров печатной платы; расчет надежности печатной платы	06.06.16-11.06.16
6	Проверка пояснительных записок	13.06.16
7	Выполнение графической части	14.06.16-17.06.16
8	Выполнение практической части	18.06.16-23.06.16
9	Подготовка к защите	24.06.16-25.06.16
10	Защита курсового проекта	27.06.16-02.07.16

Председатель ЦК

А.В.Елисеев

СОГЛАСОВАНО:

Приложение М
(ознакомительное)

**Примеры описания библиографического аппарата литературы и
источников (на основании ГОСТа 7.1-2003)**

Книги одного автора или группы авторов (до трех).

Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для инженерно-техн. спец. вузов / Т.И.Трофимова .-7-е изд., стер.- М.:Высшая школа, 2003.-542 с.: ил.

Нейман Л.Р. Руководство к лаборатории электромагнитного поля / Л.Р. Нейман, К.С. Демирчян, В.М. Юринов; под общ. ред. В.М. Юринова..- 4-е изд., перераб.-СПб.: Б.и., 2003.-237 с.: ил.- Библиогр.: с.234-235.

Описание книги (авторов больше трех)

Философия: учеб. для вузов / Г.И. Иконникова, В.Н. Лавриненко, В.П. Ратников [и др.]; под ред. В.Н. Лавриненко.-2-е изд., испр. и доп.- М.: Юристъ, 2002.-516 с.-(Institutiones).- Библиогр. в примеч.

Описание официальных и нормативных документов

Российская Федерация. Законы. О федеральном бюджете на 2003 год: Федеральный Закон, 24 дек. 2002 г., № 176-ФЗ //Российская Федерация. Законы. Ведомости Федерального собрания РФ 2003.- №1.- С.1-91.

Описание статей из журналов

Шарапов М.Г. Оптимизация газовой защиты при плазменной сварке/ М.Г.Шарапов // Сварочное производство.- 2003.- №6.- С.3-6.

Описание диссертаций

Данилов Г.В. Регулирование взаимодействий субъектов инвестиционного процесса: Дис. канд. экон. наук: 05.13.10 / СПбГУЭФ. - СПб., 1999. - 138 с.

Данилов Г.В. Регулирование взаимодействий субъектов инвестиционного процесса: Автореф. дис. канд. экон. наук: 05.13.10 / СПбГУЭФ. - СПб., 1999. - 16 с.

Описание электронных ресурсов

Ресурсы локального доступа

Под автором Цветков, В. Я. Компьютерная графика: рабочая программа [Электронный ресурс] : для студентов заоч. формы обучения геодез. и др. специальностей. – Электрон. дан. и прогр. - М.: МИИГАиК, 1999. - 1 дискета. - Систем. требования: IBM PC, Windows 95, Word 6.0. - Загл. с экрана. - № гос. регистрации 0329900020.

Под заглавием Internet шаг за шагом [Электронный ресурс]: [интерактив. учеб.]. - Электрон. дан. и прогр. - СПб. : ПитерКом, 1997. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) + прил. (127 с.). - Систем. требования: ПК от 486 DX 66 МГц; RAM 16 Мб ; Windows 95 ; зв. плата ; динамики или наушники. - Загл. с экрана.

Ресурсы удаленного доступа

Электронный каталог ГПНТБ России [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах лит., поступающей в фонд ГПНТБ России. - Электрон. дан. (5 файлов, 178 тыс. записей). - М., [199-]. - Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/win/search/help/el-cat.html>. - Загл. с экрана.

В список вносят только источники, изданные в бумажном виде и имеющие выходные данные, а также электронные ресурсы с указанием режима доступа.

Типовые требования

к составу и содержанию технического задания (ГОСТ 34.602-89)

№ п\п	Раздел	Содержание
1	Общие сведения	<ul style="list-style-type: none"> – полное наименование системы и ее условное обозначение – шифр темы или шифр (номер) договора; – наименование предприятий разработчика и заказчика системы, их реквизиты – перечень документов, на основании которых создается ИС – плановые сроки начала и окончания работ – сведения об источниках и порядке финансирования работ – порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы, ее частей и отдельных средств
2	Назначение и цели создания (развития) системы	<ul style="list-style-type: none"> – вид автоматизируемой деятельности – перечень объектов, на которых предполагается использование системы – наименования и требуемые значения технических, технологических, производственно-экономических и др. показателей объекта, которые должны быть достигнуты при внедрении ИС
3	Характеристика объектов автоматизации	<ul style="list-style-type: none"> – краткие сведения об объекте автоматизации – сведения об условиях эксплуатации и характеристиках окружающей среды
4	Требования к системе	<p>Требования к системе в целом:</p> <ul style="list-style-type: none"> – требования к структуре и функционированию системы (перечень подсистем, уровни иерархии, степень централизации, способы информационного обмена, режимы функционирования, взаимодействие со смежными системами, перспективы развития системы) – требования к персоналу (численность пользователей, квалификация, режим работы, порядок подготовки) – показатели назначения (степень приспособляемости системы к изменениям процессов управления и значений параметров) – требования к надежности, безопасности, эргономике, транспортабельности, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту, защите и сохранности информации, защите от внешних воздействий, к патентной чистоте, по стандартизации и унификации <p>Требования к функциям (по подсистемам):</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень подлежащих автоматизации задач – временной регламент реализации каждой функции – требования к качеству реализации каждой функции, к форме представления выходной информации, характеристики точности, достоверности выдачи результатов – перечень и критерии отказов <p>Требования к видам обеспечения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – математическому (состав и область применения мат. моделей и

Продолжение таблицы Н

№ п/п	Раздел	Содержание
		<p>методов, типовых и разрабатываемых алгоритмов)</p> <ul style="list-style-type: none"> – информационному (состав, структура и организация данных, обмен данными между компонентами системы, информационная совместимость со смежными системами, используемые классификаторы, СУБД, контроль данных и ведение информационных массивов, процедуры придания юридической силы выходным документам) – лингвистическому (языки программирования, языки взаимодействия пользователей с системой, системы кодирования, языки ввода- вывода) – программному (независимость программных средств от платформы, качество программных средств и способы его контроля, использование фондов алгоритмов и программ) – техническому – метрологическому – организационному (структура и функции эксплуатирующих подразделений, защита от ошибочных действий персонала) – методическому (состав нормативно- технической документации)
5	Состав и содержание работ по созданию системы	<ul style="list-style-type: none"> – перечень стадий и этапов работ – сроки исполнения – состав организаций — исполнителей работ – вид и порядок экспертизы технической документации – программа обеспечения надежности – программа метрологического обеспечения
6	Порядок контроля и приемки системы	<ul style="list-style-type: none"> – виды, состав, объем и методы испытаний системы – общие требования к приемке работ по стадиям – статус приемной комиссии
7	Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие	<ul style="list-style-type: none"> – преобразование входной информации к машиночитаемому виду – изменения в объекте автоматизации – сроки и порядок комплектования и обучения персонала
8	Требования к документированию	<ul style="list-style-type: none"> – перечень подлежащих разработке документов – перечень документов на машинных носителях
9	Источники разработки	<ul style="list-style-type: none"> – документы и информационные материалы, на основании которых разрабатывается ТЗ и система

Пример Технического задания на изделие

1. Наименование и область применения изделия.
 - 1.1.Наименование изделия: «Таймер с двумя выходами» (далее по тексту ТМ2).
 - 1.2.Область применения: Изделие используется для управления самыми разнообразными устройствами и обеспечивает фиксацию нужного интервала времени с определенной дискретностью.
 - 1.3.Объект применения: переносное мобильное устройство с возможностью подключения к любому устройству.
2. Основание для разработки.
 - 2.1.Основанием для разработки является задание на курсовой проект по ПМ01 Проектирование цифровых устройств от _____ 20__ года.
3. Цель и назначение разработки
 - 3.1.Цель разработки – разрабатывается впервые.
 - 3.2.Назначение разработки - создание базового образца.
 - 3.3. Задачи – создание компактного электронного изделия, которое осуществляет управление различными по функциональному назначению устройствами и обеспечивает фиксацию нужного интервала времени.
4. Технические параметры.
 - 4.1.Таймер формирует два различных интервала времени в диапазонах 1...50 с и 8...400 с с погрешностью ± 0.1 с.
 - 4.2.Длительность интервалов времени регулируется в диапазонах 1...50с и 8...400с.
 - 4.3.Предусмотрено безопасное отключение внешних устройств от таймера.
5. Требования к конструкции.
 - 5.1. Уровень модульности: ячейка - 1 уровень.
 - 5.2. Конструкция оригинальная.
 - 5.3. Класс: наземная. Группа: носимая. Группа жесткости: 1.

Требования, предъявляемые к устройству: минимальные габариты и масса, устойчивость к случайным значительным ударам, изменению температур, к конденсации росы, воздействию инея, дождя, пыли.

Требования, предъявляемые к механическим воздействующим факторам:

Вибрация: частота 10...70 Гц; ускорение 1...4 с

Многократные удары: ускорение 10...15 g; длительность 5...10 мс

Одиночные удары: ускорение 50...1000 g; длительность 0,5...10 мс

Линейное ускорение 2...5 g

Акустические шумы: уровень 85...125 дБ; частота 50...1000 Гц

5.4. Дестабилизирующие факторы:

Ускоряемые деградационные процессы в ПП:	Способы предотвращения влияния воздействующих факторов:
Удароустойчивость	
-механические напряжения (разрушение ПП)	повышенная механическая прочность и жесткость ПП
Высокая температура	
-расширение -размягчение -обезгаживание -деформация ПП: коробление, прогиб, скручивание -уменьшение электропроводности, нагрузочной способности проводников по току, ухудшение диэлектрических свойств -перегрев концевых контактов ПП, увеличение их переходного сопротивления -высыхание и растрескивание защитных покрытий	-применение нагревостойких материалов -выбор минимальных размеров ПП -выбор материалов ПП с близким ТКЛР в продольном и поперечном направлении и с медью -увеличение ширины и толщины проводников -применение материалов с низкими диэлектрическими потерями -выбор гальванического покрытия со стабильными переходными сопротивлениями при нагреве -выбор покрытия, устойчивого к высокой температуре

Низкая температура	
-уменьшение электропроводности, нагрузочной способности по току, ухудшение диэлектрических свойств вследствие конденсации влаги, деформация, сжатие, хрупкость -электрохимическая коррозия проводников	-увеличение ширины и толщины проводников -выбор материалов ПП, устойчивых к низким температурам
Высокая относительная влажность	
-адсорбация и сорбция паров воды материалов ПП – увеличение тангенса угла диэлектрических потерь, токов утечки по поверхности, снижение поверхностного сопротивления, электрической прочности, сопротивления изоляции -набухание материала ПП -уменьшение адгезии проводников к диэлектрику -коррозия проводников и металлизированных отверстий -повреждение лакокрасочных покрытий	-выбор влагостойких и водостойких материалов -применение защитных лакокрасочных покрытий -герметизация
Пыль	
-абразивный износ -увеличение емкости проводников -химическое и электрохимическое разрушение ПП	-герметизация -выбор материала ПП с хорошими диэлектрическими свойствами -увеличение ширины и толщины проводников и расстояния между ними

5.5. Устройство выполнить в форме параллелепипеда с размерами не более 100x100x100мм.

5.6. Масса должна быть минимально возможной.

- 5.7. Способ закрепления устройства в модулях более высокого конструктивного уровня: не требуется
- 5.8. Для подключения таймера к внешним устройствам используются электрические соединители.
- 5.9. Корпус устройства изготовить из непроводящей пластмассы.
6. Характеристики внешних воздействий:
 - 6.1. Температурный диапазон: $+5^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$.
 - 6.2. Относительная влажность: 70% при температуре $+25^{\circ}\text{C}$.
 - 6.3. Атмосферное давление: от 400 до 780 мм. рт. ст.
 - 6.4. Электрическое воздействие:
 - изменение напряжения питания в диапазоне 5...15 В.
 - заземление не требуется.
7. Интерфейс оператора:
 - 7.1. Элементы управления для оператора
 - 7.2. Элемент управления для регулировки продолжительности импульса
 - 7.3. Клавишный переключатель включения-выключения устройства
 - 7.4. Кнопка сброса счетчика-делителя
 - 7.5. Кнопки отключения внешних устройств от таймера
8. Надежность
 - 8.1. Вероятность безотказной работы ТМ2 в течение 200 ч должна быть не менее 0,99 в соответствии с ГОСТ 13216-94.

Условно-графические обозначения элементов

Таблица Р.1 – Символы по ГОСТ 2.728-74 и ГОСТ 2.747-68

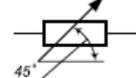
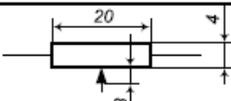
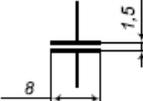
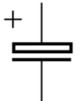
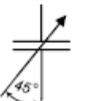
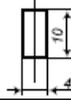
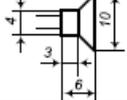
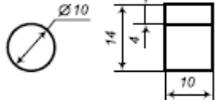
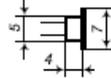
Наименование	Обозначение
Резистор постоянный	
Резистор переменный	 или 
Резистор подстроечный	
Потенциометр функциональный	
Конденсатор постоянной емкости	
Конденсатор электролитический: а) поляризованный, б) неполяризованный	а)  б) 
Конденсатор переменной емкости	
Предохранитель плавкий	
Громкоговоритель	
Прибор измерительный	
Микрофон	
Телефон	

Таблица Р.2 – Символы по ГОСТ 2.737-68

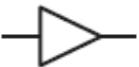
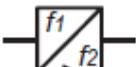
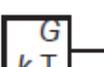
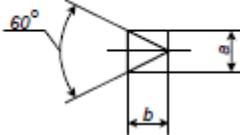
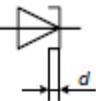
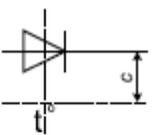
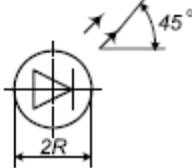
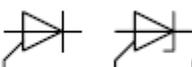
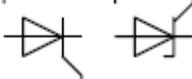
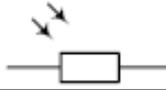
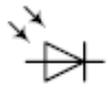
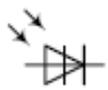
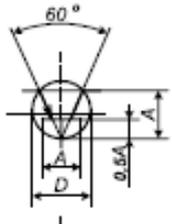
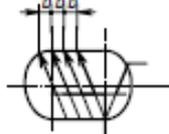
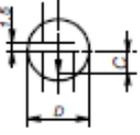
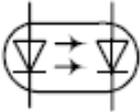
Наименование	Обозначение
Усилитель	 или 
Выпрямитель	
Фильтр	
Преобразователь частоты f_1 в частоту f_2	
Формирователь импульсов	
Генератор синусоидальных колебаний с регулируемой частотой	
Генератор прямоугольных импульсов	
Генератор с кварцевой стабилизацией	
Генератор звуковых частот	
Генератор пилообразных колебаний	
Генератор шумов: к – постоянная Больцмана, Т – абсолютная температура	
Фильтр нижних частот	
Фильтр верхних частот	
Фильтр полосовой	
Фильтр режекторный	

Таблица Р.3 – Символы по ГОСТ 2.730-73

Наименование	Обозначение	Размеры, мм															
Диод		<table border="1" data-bbox="1220 324 1396 459"> <tr><td>a</td><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>b</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>c</td><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>d</td><td>1,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>R</td><td>5</td><td>6</td></tr> </table>	a	5	6	b	4	5	c	5	6	d	1,5	2	R	5	6
a	5	6															
b	4	5															
c	5	6															
d	1,5	2															
R	5	6															
Туннельный диод																	
Стабилитрон: а) односторонний, б) двухсторонний	<p>а) </p> <p>б) </p>																
Диод с указанием физического свойства (например, температурной зависимости).																	
Варикап (диод емкостной)	 или 																
Диод Шоттки																	
Диод светоизлучающий																	
Светодиод																	
Тиристор диодный, запираемый в обратном направлении																	
Тиристор диодный, проводящий в обратном направлении																	
Тиристор триодный: а) общее обозначение, б) с управлением по аноду, в) с управлением по катоду	<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p>																

Продолжение таблицы Р.3

Наименование	Обозначение	Размеры, мм												
Фоторезистор														
Фотодиод														
Фототиристор														
Фототранзистор: а) типа PNP б) типа NPN	а)  б) 													
Транзистор: а) типа PNP б) типа NPN	а)  б) 	<table border="1" data-bbox="1120 949 1442 1093"> <tr> <td><i>D</i></td> <td>12</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td><i>A</i>*</td> <td>9</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td><i>a</i></td> <td>2,5</td> <td>3,5</td> </tr> <tr> <td><i>b</i></td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table> * $A=3/4D$	<i>D</i>	12	14	<i>A</i> *	9	11	<i>a</i>	2,5	3,5	<i>b</i>	3	4
<i>D</i>	12	14												
<i>A</i> *	9	11												
<i>a</i>	2,5	3,5												
<i>b</i>	3	4												
Многоэмиттерный транзистор типа NPN														
Эмиттер (PNP транзистора)														
Полевой транзистор с изолированным затвором обедненного типа с Р-каналом		<table border="1" data-bbox="1152 1688 1407 1778"> <tr> <td><i>D</i></td> <td>12</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td><i>C</i></td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	<i>D</i>	12	14	<i>C</i>	4	5						
<i>D</i>	12	14												
<i>C</i>	4	5												
Оптрон диодный														

Продолжение таблицы Р.3

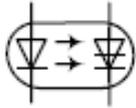
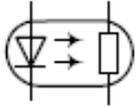
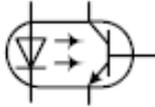
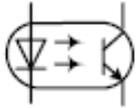
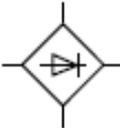
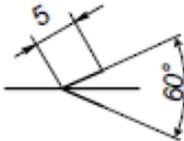
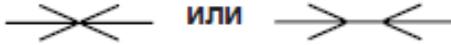
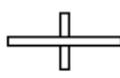
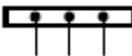
Наименование	Обозначение	Размеры, мм
Оптрон тиристорный		
Оптрон резисторный		
Прибор оптоэлектронный с фототранзистором: а) с выводом от базы, б) без вывода от базы	а)  б) 	
Однофазная мостовая выпрямительная схема		
Датчик Холла. Токовые выводы датчика изображены линиями, отходящими от коротких сторон прямоугольника		

Таблица Р.4 – Символы по ГОСТ 2.721-74

Наименование	Обозначение
Распределение тока, сигнала, информации и потока энергии: а) в одном направлении, б) в обоих направлениях неодновременно, в) в обоих направлениях одновременно	а)  б)  в) 

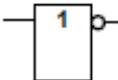
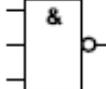
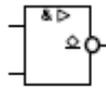
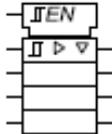
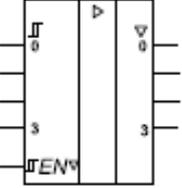
Продолжение таблицы Р.4

Наименование	Обозначение
Направление тока, сигнала, информации и потока энергии: а) передача, б) прием	а)  б) 
Распространение энергии в направлениях: а) от токоведущей шины, б) к токоведущей шине, в) в обоих направлениях	а)  б)  в) 
Экранирование группы элементов	
Экранирование группы линий электрической связи	
Заземление, общее обозначение	
Бесшумное заземление (чистое)	
Защитное заземление	
Электрическое соединение с корпусом (массой)	 или 
Аналоговый сигнал	∩ или Λ или A
Цифровой сигнал	# или D
Шина	
Ответвление шины	
Шины, графически пересекающиеся и электрически не соединенные	
Отводы (отпайки) от шины	

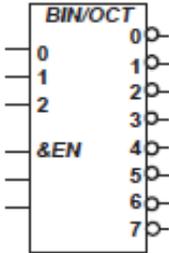
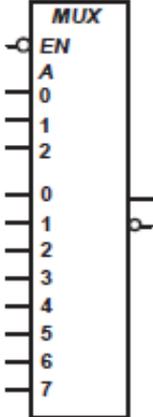
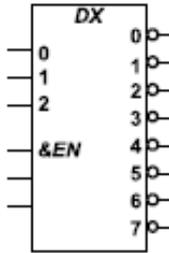
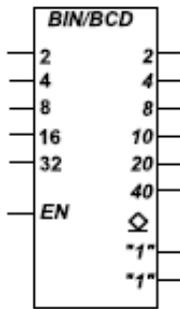
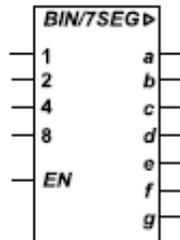
Продолжение таблицы Р.4

Наименование	Обозначение
Усиление	
Суммирование	Σ
Усилитель с автоматическим регулированием усиления	
Функция преобразования, например, аналогово-цифрового	X/Y A/D
Неионизирующее электромагнитное излучение, фотоэлектрический эффект	
Неионизирующее излучение, например, когерентный свет	
Ионизирующее излучение	
Световое излучение, оптоэлектрический эффект	

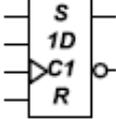
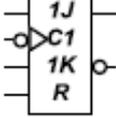
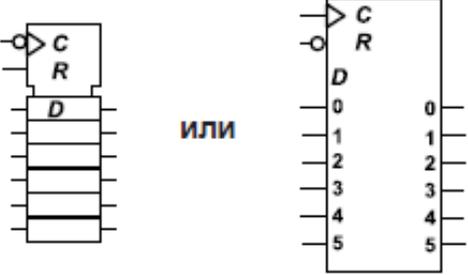
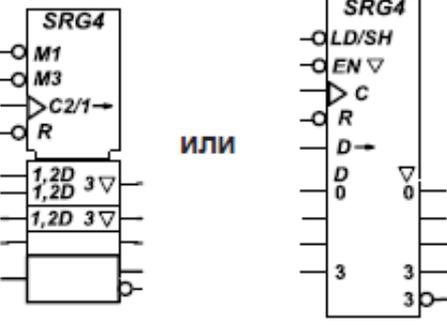
Таблица Р.5 – Символы по ГОСТ 2.743-91

Наименование	Обозначение
Элемент НЕ	
Элемент ЗИ-НЕ	
Элемент 2И-НЕ с открытым коллекторным выходом и повышенной нагрузочной способностью	
Четыре шинных усилителя с двухпороговым входом и выходом на три состояния с общим входом разрешения третьего состояния	 или 

Продолжение таблицы Р.5

Наименование	Обозначение
Преобразователь с трех линий на восемь	
<p>Мультиплексор на 8 входов со стробированием</p> <p>Примечание. Вход стробирования EN допускается обозначать STR</p>	
Демльтиплексор на 8 линий	
Преобразователь двоичного кода в двоично-десятичный	
<p>Преобразователь-усилитель двоичного кода в семисегментный</p> <p>Примечание. Допускается заменить строчные буквы прописными: A, B, C, D, E, F, G</p>	

Продолжение таблицы Р.5

Наименование	Обозначение
Триггер D–типа, запускаемый по фронту	
Триггер JK–типа, запускаемый по фронту	
Шесть D–триггеров с общими входами управления и сброса	
Сдвиговый 4–разрядный регистр с параллельными входами	

Приложение С

(обязательное)

Пример заполнения таблицы перечня элементов

Данные об элементах и устройствах, изображенных на схеме изделия, записывают в перечень элементов. Допускается все сведения об элементах помещать рядом с их изображением на свободном поле схемы. Связь между условными графическими обозначениями и перечнем элементов осуществляется через позиционные обозначения. Перечень помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа на листе формата А4 с основной надписью для текстовых документов по форме 2 ГОСТ 2.104-96. Перечень элементов оформляют в виде таблицы и заполняют сверху вниз. Элементы в перечень записывают в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Элементы одного типа с одинаковыми параметрами допускается записывать в перечень в одну строку.

Пример оформления эскизов ЭРИ их характеристик

Диоды	
Выпрямительный диод КД247В (1N4935) 4,7в	
Максимальное постоянное обратное напряжение:	400 В
Максимальный прямой (выпрямленный за полупериод) ток:	1 А
Максимальное время восстановления :	150 <u>мкс</u>
Максимальное импульсное обратное напряжение:	400 В
Максимально допустимый прямой импульсный ток:	30 А
Максимальный обратный ток:	5 мкА
Максимальное прямое напряжение	1.3 В
Рабочая частота	150 кГц
Рабочая температура:	-60...+125 °С

Приложение У
(ознакомительное)

Интенсивности отказов компонентов

Компоненты	$\lambda_0 \times 10^6, 1/\text{ч}$
Микросхемы со средней степенью интеграции	0,013
Большие интегральные схемы	0,01
Транзисторы германиевые:	
до 2 мВт	0,4
до 20 мВт	0,7
до 200 мВт	0,6
свыше 200 мВт	1,91
Транзисторы кремниевые:	
до 150 мВт	0,84
до 1 мВт	0,5
до 4 мВт	0,74
Диоды германиевые	0,157
Диоды кремниевые	0,2
Конденсаторы:	
бумажные	0,05
керамические	0,15
слодяные	0,075
стеклянные	0,06
электролитические	0,035
воздушные переменные	0,034
Резисторы:	
композиционные	0,043
пленочные	0,03
проволочные	0,087
угольные	0,045
Трансформаторы:	
входные	1,09
выходные	0,09
звуковой частоты	0,02
высокочастотные	0,045
Трансформаторы питания	0,025
Автотрансформаторы	0,06
Дроссели	0,34
Катушки индуктивности	0,02
Обмотки электродвигателя	0,08
Реле	0,25n
Соединители	0.062n

Переключатели кнопочные	0.07n
Гнезда	0.01
Зажимы	0.0005
Провода соединительные	0.015
Кабели	0.475
Изоляторы	0.05
Аккумуляторы	7,2
Батареи заряжаемые	1,4
Электродвигатели: асинхронные	8,6
синхронные	0,359
вентиляторные	2,25
Антенны	0,36
Волноводы:	
жесткие	1,1
гибкие	2,6
Предохранители	0,5
Выводы высокочастотные	2,63
Плата печатной схемы	0,7
Пайка монтажа:	
печатного	0,01
навесного	0,03
объемного	0,02
Микрофоны динамические	20
Громкоговорители динамические	4
Датчики оптические	4,7

Примечание: n – число контактов

Пример расчета надежности устройства

Расчет надежности устройства

В соответствие с техническим заданием вероятность безотказной работы ТМ2 в течение 200 ч должна быть не менее 0,99 в соответствии с ГОСТ 13216-94.

Рассматриваемое устройство (ТМ2) содержит большое число неремонтируемых компонентов интенсивность отказов которых является постоянной во времени величиной, поэтому в данном случае имеет место экспоненциальное распределение отказов ЭА.

Вероятность безотказной работы при этом распределении выглядит следующим образом:

$$P(t) = \exp(-\Lambda t)$$

где $\Lambda = \sum \lambda_i$ - суммарная интенсивность отказов всех модулей системы.

В таблице 1 приведены имеющиеся в устройстве компоненты и их интенсивности отказов.

Таблица 1 - Интенсивности отказов компонентов

Компоненты и ЭРЭ	Интенсивность отказов, $\lambda \cdot 10^{-6} 1/\text{ч}$	Количество
Микросхемы в пластмассовом корпусе	0,1	2
Углеродистые резисторы	0,01	1
Регулируемые резисторы	2,0	1
Конденсаторы керамические	0,02	1
Конденсаторы электролитические	0,2	1
Переключатели	0,2	4
Пайка ручным способом	0,2	14
Пайка автоматическим способом	0,002	35
Разъемный контакт	0,05	4

Рассчитаем суммарную интенсивность отказов:

$$\begin{aligned} \Lambda &= (2 * 0,1 + 0,01 + 2,0 + 0,02 + 0,2 + 4 * 0,2 + 0,2 * 14 + 0,002 * 35 + 4 * 0,05) * 10^{-6} \\ &= 6.1 * 10^{-6} \end{aligned}$$

Тогда вероятность безотказной работы в течение 200 ч будет равна:

$$P(t) = \exp(-6.1 * 10^{-6} * 200) = 0,99927$$

Как видно из полученных данных полученная вероятность безотказной работы удовлетворяет требованиям технического задания.