

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к выполнению дипломного проекта

для студентов специальностей
1-39-01 01 «Радиотехника»
1-36 04 02 «Промышленная электроника»

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

1 – дополнительный титульный экран – сведения об издании

УДК 621.396.6(075.8)

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией радиотехнического факультета в качестве методических указаний (протокол № 5 от 10.04.2019 г.)

Кафедра энергетики и электроники

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ведущий инженер ООО «БелМикроволны»
С.И. МОРОЗ;
Канд. техн. наук., доц., доц. каф. энергетики и электроники
Полоцкого государственного университета,
А.Л. АДАМОВИЧ

АВТОРЫ

Д.А. Антонович, Т.В. Молодечкина, В.Ф. Янушкевич, И.С. Русецкий, В.М. Чертков,
К.И. Иванова, М.Е. Капралов, С.П. Алиева

Содержат методические указания к выполнению дипломной работы, примерное содержание пояснительной записки, порядок подготовки дипломного проекта к защите.

Предназначены для студентов специальностей 1-36 04 02 «Промышленная электроника» и 1-39 01 01 «Радиотехника».

© Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Методические указания к выполнению дипломного проекта» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

АНТОНОВИЧ Дмитрий Анатольевич
МОЛОДЕЧКИНА Татьяна Викторовна
ЯНУШКЕВИЧ Виктор Францевич
и др.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

для студентов специальностей
1-39-01 01 «Радиотехника»
1-36 04 02 «Промышленная электроника»

Редактор *О.Ю. Тарасевич*

Подписано к использованию 18.08.2020.

Объем издания: 1,10 Мб. Заказ 416.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	6
2. ВЫБОР ТЕМЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	7
3. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	8
3.1 Примерное оглавление дипломного проекта	8
3.2 Краткое содержание отдельных разделов расчетно-пояснительной записки.....	11
4. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	16
4.1 Оформление пояснительной записки.....	16
4.2 Оформление графической части дипломного проекта	21
4.3 Общие указания по выполнению расчетов.....	24
5. ФУНКЦИИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ И КОНСУЛЬТАНТОВ.....	26
6. ПОДГОТОВКА И ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	27
6.1 Порядок получения допусков к защите дипломного проекта	27
6.2 Защита дипломного проекта.....	27
Список используемой литературы	29
Приложение А	32
Приложение Б	39
Приложение В.....	40
Приложение Г	41
Приложение Д.....	44

Введение

Дипломное проектирование — завершающий этап подготовки специалистов инженеров, на котором проверяются полученные студентами за период обучения в университете теоретические знания и практические навыки, выявляется умение самостоятельно выполнять конструкторское проектирование радиоэлектронных средств, проектировать электрические схемы с применением системных методов и достижений микро- и нанoeлектроники, используя современную элементную базу, обеспечивать ее технологичность и эксплуатационную надежность.

Дипломный проект является квалификационной работой обучающегося, по уровню выполнения и результатам защиты которой ГЭК делает заключение о возможности присвоения выпускнику, осваивающему образовательную программу высшего образования, соответствующей квалификации.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Защита дипломного проекта проводится на открытом заседании ГЭК с участием председателя комиссии и не менее половины ее состава. Лица, присутствующие на защите дипломного проекта, не являющиеся членами ГЭК, не могут задавать вопросы обучающемуся и влиять на ход защиты.

После окончания защиты дипломных проектов ГЭК продолжает свою работу на закрытом заседании, на котором с согласия председателя ГЭК могут присутствовать руководители и рецензенты дипломных проектов.

В ходе закрытого заседания члены ГЭК оценивают результаты защиты дипломного проекта, решают вопрос о присвоении обучающимся соответствующей квалификации; с учетом отметок, полученных при итоговой аттестации, решают вопрос о выдаче выпускникам диплома о высшем образовании, диплома о высшем образовании с отличием.

Решение о выставлении отметки за защиту дипломного проекта принимается большинством членов ГЭК открытым голосованием. При равном числе членов ГЭК, предлагающих выставление различных отметок, предложение председателя ГЭК является решающим. Результаты защиты дипломных проектов, решения о присвоении квалификации, выдачи диплома о высшем образовании, диплома о высшем образовании с отличием, оглашаются в этот же день после оформления соответствующих протоколов. ГЭК вносит предложения и рекомендации о возможности дальнейшего обучения в магистратуре, образовательной программе II ступени.

К защите дипломного проекта допускаются обучающиеся при освоении содержания образовательных программ высшего образования, полностью выполнившие учебные планы, учебные программы, программы практики (в т. ч. преддипломной), сдавшие государственные экзамены, выполнившие в полном объеме задание на дипломный проект. Допуск к защите дипломного проекта осуществляется в соответствии с п. 67 правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования.

2.ВЫБОР ТЕМЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники. Тематика дипломных проектов учитывает конкретные задачи в данной области подготовки специалистов.

Перечень тем дипломных проектов ежегодно обновляется и доводится до сведения обучающихся в порядке, установленном учреждением высшего образования.

Обучающимся при освоении содержания образовательных программ высшего образования предоставляется право выбора темы дипломного проекта. Темы дипломных проектов определяются выпускающими кафедрами и утверждаются приказом руководителя учреждения высшего образования по представлению декана факультета. В случае необходимости изменения или уточнения темы дипломного проекта декан факультета на основании представления выпускающей кафедры ходатайствует о внесении соответствующих изменений в приказ руководителя учреждения высшего образования.

Обучающийся может предложить свою тему дипломного проекта. В этом случае необходимо обратиться к заведующему кафедрой с письменным заявлением, в котором обосновывается целесообразность работы по указанной теме. При положительном решении вопроса предложенная тема включается в перечень тем дипломных проектов.

3.СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

3.1. Примерное оглавление дипломного проекта

Дипломный проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части (чертежей, графиков, схем, диаграмм, таблиц, плакатов и другого иллюстративного материала), наглядно представляющей работу над проектом и полученные результаты.

Расчетно-пояснительная записка включает:

Титульный лист.

Задание на дипломный проект.

Оглавление.

Перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость).

Реферат.

Введение.

Аннотация

1 Обзор аналогичных разработок и анализ технического уровня разрабатываемой конструкции.

2 Разработка и обоснование технических требований к проектируемой системе (устройству).

2.1 Основание для разработки.

2.2 Источники разработки.

2.3 Технические требования (Состав изделия. Технические показатели. Принцип работы. Требования к надежности. Дополнительные технические требования. Требования к патентной чистоте).

3 Разработка функциональной схемы изделия.

3.1 Составление функциональной схемы.

3.2 Описание входных и выходных сигналов для функциональных блоков (ток, напряжение, мощность, частота, коэффициент усиления, элементы согласования и т. д.).

4 Алгоритм работы микроконтроллера, устройства.

5 Выбор и обоснование типовых решений синтеза электрической принципиальной схемы для функциональных блоков.

5.1 Описание работы составных частей принципиальной схемы.

5.2 Блок питания (источник питания).

5.3 Блок индикации.

5.4 Входные и выходные цепи.

6 Расчет номиналов элементов и формирование требований к выбору элементной базы.

6.1 Расчет преобразователя напряжения.

6.2 Расчет трансформатора.

6.3 Расчет генератора.

6.4 Расчет фильтров.

6.5 Расчет буферных и разделительных, заградительных элементов.

6.6 Расчет усилителя тока, напряжения, мощности.

6.7 Расчет генератора частоты.

6.8 Расчет индикаторных элементов.

6.9 Элементы согласования антенно-фидерных устройств.

6.10 Расчет электромагнитной совместимости.

6.11 Оценочный расчет мощности потребления. Расчет стабилизатора напряжения для источника питания (мощность, напряжение, ток).

7 Расчет теплового режима и радиатора охлаждения. Выбор и обоснование применяемой элементной базы. (дополняемый раздел)

7.1 Выбор микроконтроллера.

7.2 Выбор конденсаторов.

7.3 Выбор резисторов.

7.4 Выбор индуктивностей.

7.5 Выбор транзисторов.

7.6 Выбор элементов индикации.

7.7 Выбор элементов управления.

8 Моделирование работы узлов схемы (отдельных каскадов, блоков, программного обеспечения микроконтроллера, режимов управления и индикации).

9 Разработка конструкций модулей различных иерархических уровней.

9.1 Разработка конструкции устройства (блока).

9.2 Разработка конструкции печатного узла.

9.3 Разработка конструкции печатной платы.

10 Конструкторские расчеты.

10.1 Расчет объемно-компоновочных характеристик изделия.

10.2 Расчет объемно-компоновочных характеристик печатного монтажа.

10.3 Расчет теплового режима изделия.

(Список расчетов выбирается по усмотрению руководителя и дипломника исходя из специфики работы устройства).

- 11 Экономический раздел.
- 11.1 Экономическое обоснование.
- 11.2 Планирование работ на этапе разработки изделия.
- 11.3 Расчет затрат на разработку изделия.
- 11.4 Расчет затрат на стадии изготовления макетного образца.
- 11.5 Расчет затрат на стадии производства изделия.
- 11.6 Сравнительный технико-экономический анализ эффективности производимого изделия с существующими аналогами.

- 12 Охрана труда.
- 12.1 Основные понятия и определения.
- 12.1.1 Определение охраны труда.
- 12.1.2 Определения: производственный фактор, вредный производственный фактор, опасный производственный фактор.
- 12.1.3 Организация работ по охране труда на предприятии.
- 12.1.4 Инструктажи.
- 12.1.5 Медосмотры.
- 12.2 Гигиена труда и промышленная санитария.
- 12.3 Техническая безопасность.
- 12.4 Пожарная безопасность.

Заключение.

Список использованной литературы.

Графическая часть включает в себя:

Приложение А. Схема электрическая функциональная.

Приложение Б. Алгоритм работы устройства.

Приложение В. Схема электрическая принципиальная, перечень элементов.

Приложение Г. Чертеж печатной платы.

Приложение Д. Сборочный чертеж печатного узла, спецификация.

Приложение Е. Сборочный чертеж изделия, спецификация.

Приложение Ж. Экономический плакат.

Допускается Приложения Г и Д либо Приложение Е не включать в состав графической части.

Содержание разделов 6, 8, 9, 10 определяется руководителем дипломного проекта и может корректироваться.

Дополнительно (по выбору, исходя из специфики устройства) необходимо разработать один или два чертежа, например:

- внешний вид изделия;
- результаты моделирования режимов работы изделия.

Если студент выполняет дипломный проект с представлением экспериментального изделия и демонстрацией его работы, количество представляемых чертежей и содержание пояснительной записки могут быть скорректированы, что утверждается решением заседания кафедры.

3.2 Краткое содержание отдельных разделов расчетно-пояснительной записки

Аннотация. Коротко характеризует содержание дипломного проекта (работы). Аннотация должна отражать назначение разработки, полученные результаты, их новизну, получаемый эффект. Аннотация пишется на отдельном листе объемом 0,5–1 страница.

В работе помещается одна аннотация, которая может быть представлена на нескольких языках. Первая и последняя фразы аннотации не должны повторять название темы дипломного проекта (работы).

Введение. Обосновывается актуальность темы в свете современных научно-технических проблем и ускоренного использования в народном хозяйстве новейших достижений науки и техники. Введение должно убедить в необходимости разработки проектируемой системы (устройства), ее перспективности. Объем введения до 1,5 страницы.

Обзор аналогичных разработок и анализ технического уровня разрабатываемой конструкции. Рассматриваются технические и экономические характеристики аналогичных систем (устройств), их достоинства и недостатки.

Обзор авторских свидетельств и патентов на устройства с аналогичным функциональным назначением. Формулируется постановка задачи. На основе проведенного анализа обучающийся должен показать, какие узлы и элементы аналогичных систем (устройств) могут быть использованы в дипломном проекте и по каким узлам и элементам схемы и конструкции разрабатываемой системы необходимо изыскание более эффективных и экономичных решений. В случаях, когда проектируется принципиально новая система (устройство) и отсутствует аналогичная аппаратура, необходимо изложить научные принципы, идеи, которые следует использовать в разрабатываемой системе.

Разработка и обоснование технических требований к проектируемой системе (устройству). К техническим требованиям относится диапазон частот, число каналов, мощности передающих устройств и чувствительность приемного устройства, вид передаваемой

информации, виды модуляции, дальность связи, климатические условия (максимальная и минимальная температура, влажность, атмосферное давление), механические перегрузки, вибропрочность, надежность, точность и т. д.

Все эти требования тщательно обосновываются, после чего кратко и точно формулируются. Обоснование отдельных требований должно начинаться с изложения вопроса, расчетов. Приводятся необходимые характеристики и ссылки на литературные источники, рассматриваются новые материалы, возможности использования унифицированных интегральных схем и т. д. В целом перечень всех требований и их обоснование должны содержать необходимые данные для разработки структурной схемы проектируемой системы (устройства).

Создание функциональной схемы разрабатываемого устройства. Исходя из задач, решаемых устройством, производится его детализация, на основании анализа различных вариантов решения и эскизного расчета обосновывается необходимость каждого функционального узла (элемента), определяется, например, число усилительных каскадов, число регистров, пересчетных ячеек и т. п. При этом должны быть определены (или заданы) расчетные пути, входные и выходные параметры информационной системы и отдельных функциональных узлов. Может возникнуть необходимость моделирования различных возможных решений с целью оптимизации схем, процессов и т. д. Моделирование во многих случаях позволяет отказаться от трудоемкого этапа макетирования. На чертеже должны быть указаны характеристики сигналов, напряжения и пр., а над связями — соединяющие блоки.

Алгоритм работы микроконтроллера, устройства. Составляется блок-схема взаимодействия элементов между собой. Описываются основные команды, условия перехода, циклические действия и пр. Алгоритм оформляется в виде чертежа в соответствии с ГОСТ 19.701–90.

Выбор и обоснование типовых решений синтеза электрической принципиальной схемы для функциональных блоков. На основании функциональной схемы разрабатывается принципиальная электрическая схема устройства (блока, узла) системы. Разработка принципиальной схемы обычно идет параллельно с ее электрическим расчетом. Рассматриваются различные типовые решения построения электрических схем, проводится их анализ и принимается решение об их использовании в разрабатываемом устройстве.

Расчет номиналов элементов и формирование требований к выбору элементной базы. Целью расчета является нахождение параметров

электрической схемы и режимов работы (тока и напряжения в различных цепях, временные и энергетические параметры и т. п.). Расчет и выбор режима сопровождаются пояснениями и иллюстрируются характеристиками, номограммами. По результатам электрического расчета производится уточнение принципиальной схемы и ее деталей. Объем электрического расчета определяется по согласованию с руководителем с учетом унификации, его новизны, наличия справочных данных. Обычно рассчитываются 5–6 каскадов (функциональных элементов), выполнявших различные задачи.

Выбор и обоснование применяемой элементной базы. На основании составленной схемы электрической принципиальной, технического задания, условий эксплуатации, требований к надежности и ремонтнопригодности производится выбор элементной базы. Необходимо представить внешний вид ЭРЭ, его электрические и эксплуатационные характеристики в виде таблицы, сделать вывод о возможности применения в устройстве.

Моделирование работы узлов схемы. По составленной схеме электрической принципиальной и результатов расчетов отдельных блоков производится моделирование работы с использованием современных программных средств.

Результат моделирования представляется в виде снимков экрана, осциллограмм, показаний измерительных приборов, подтверждающих выполнение заданных требований. Целесообразность включения данного раздела в пояснительную записку решает руководитель дипломного проектирования.

Разработка конструкций модулей различных иерархических уровней. Целью конструктивной разработки является эскизное проектирование узлов (блоков), устройств, удовлетворяющих требованиям в задании на дипломное проектирование. Исходными для конструкторской разработки являются функциональная и принципиальная схемы, габаритные размеры всех используемых в них деталей, а также такие требования, как вес, вибропрочность, перегрузки, возможные перепады температуры, давление и др. При выполнении этого раздела проекта обучающемуся необходимо произвести расчеты нестандартных конструируемых элементов (трансформаторов, контуров и др.); определить их вес, габариты, потребляемую мощность и другие необходимые параметры; выбрать необходимые материалы, разработать эскизы конструкций отдельных узлов, монтажную схему блока (устройства) и произвести компоновку

проектируемого устройства и его передней панели управления, узлов сопряжения с датчиками, антеннами и другими устройствами.

При этом необходимо предусмотреть конструктивные или схемотехнические решения для обеспечения электромагнитной совместимости проектируемого устройства с другой радиоэлектронной аппаратурой (РЭА).

Конструирование должно выполняться с учетом современной прогрессивной типологии производства с использованием перспективных материалов, лакокрасочных и гальванических покрытий.

Экспериментальные исследования. При наличии экспериментальной части проекта в пояснительной записке необходимо сформулировать задачи исследований, привести схему эксперимента, кратко описать методику и условия проведения эксперимента.

Оценить точность принятого метода измерений с учетом реально используемой измерительной аппаратуры. Проводится анализ полученных результатов, причин расхождения между расчетными данными и экспериментом, т. е. строится вывод по экспериментальной части проекта.

Качество проекта повышается при практической реализации проектируемого устройства (узла), применении новых технических решений, а также при проведении расчетов и моделирования на ЭВМ. Наличие этого раздела обсуждается с руководителем дипломного проектирования.

Экономический раздел. В экономическом разделе расчетно-пояснительной записки производится расчет экономической эффективности внедрения спроектированного устройства, либо производится расчет сметы затрат на опытно-конструкторскую разработку или проведение научно-исследовательской работы с построением плана графика их проведения. Могут рассматриваться специальные вопросы, предусмотренные заданием на дипломное проектирование. Все эти вопросы выполняются в соответствии с методическими указаниями кафедры экономики и организации производства.

Охрана труда. Основной задачей этого раздела является решение дипломником следующих вопросов:

- анализ опасности и вреда проектируемого устройства с точки зрения охраны труда;
- составление перечня мероприятий по электробезопасности и защите от вредного воздействия электромагнитных полей при эксплуатации разработанного устройства;
- обеспечение взрыво- и пожаробезопасности производственных зданий и сооружений при эксплуатации проектируемого устройства;

– меры безопасности при изготовлении, наладке, регулировке и эксплуатации проектируемого устройства.

В данном разделе проекта необходимо использовать методические указания соответствующей кафедры.

Выводы и заключение. Необходимо проанализировать спроектированную систему (устройство) путем сравнения полученных результатов с заданием на дипломный проект, а также осветить перспективы внедрения проекта.

Список использованной литературы. В конце пояснительной записки приводится список литературы, использованной при ее составлении и расчетах. Выполнение списка и ссылки на него в тексте оформляются по ГОСТ 7.1–2003. Список литературы включают в содержание документа. Например:

1. Пикуль, М.И. Конструирование и технология производства ЭВМ: учебник / М.И. Пикуль, И.М. Русак, Н.А. Цырельчук. — Минск : Выш. шк., 1996. — 263 с.

2. Жданович, В.М. Технические средства ЭВМ. Элементная и конструктивная база: справ. Пособие / В.М. Жданович, В.П. Луговский, И.М. Русак. — Минск : Выш. шк., 1991. — 637 с.

3. Русак, И.М. Технические средства ПЭВМ: справ. / И.М. Русак; под ред. И.М. Русака. — Минск : Выш. шк., 1996. — 437 с.

4. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

4.1 Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка к дипломному проекту оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105–95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».

Пояснительная записка печатается на листах формата А4 (210×297 мм) с одной стороны шрифтом Times New Roman 14 пт (одинарный интервал), абзацный отступ 1,5 см, размеры полей:

- левое — 25 мм;
- правое — 10 мм;
- нижнее — 25 мм;
- верхнее — 15 мм.

Описки и другие неточности, обнаруженные в процессе оформления текстовой части, допускается исправлять аккуратной подчисткой (замазкой) и нанесением на том же листе исправленного текста.

Пояснительную записку к дипломному проекту следует разделять на разделы, подразделы, пункты, подпункты. Каждый раздел начинается с новой страницы. Разделы нумеруются по порядку в пределах всей записки арабскими цифрами с точкой. Подразделы нумеруются в пределах каждого раздела. При этом номер состоит из двух цифр, разделенных точкой, например, «5.1» — это первый подраздел пятого раздела.

Наименование разделов и подразделов и т.д. должны быть краткими, соответствовать содержанию и записываться в виде заголовков. Переносы в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Заголовки разделов рекомендуется писать прописными буквами, подразделов строчными.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования разделов и т.д., включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Разделы введение, заключение, список использованной литературы не нумеруются и выравниваются по центру. Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или строчную букву, после которой ставится скобка (при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений). Каждый пункт,

подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример:

- а) _____;
- б) _____:
 - 1) _____;
 - 2) _____.
- в) _____.

Содержание пояснительной записки должно быть кратким, грамотным, а также написано техническим языком. Следует избегать сложных и длинных предложений. Не рекомендуется повторять уже изложенные мысли. При описании конструкций изделий и аппаратуры не следует смешивать в одной фразе настоящее время с прошедшим и будущим, совершенный вид с несовершенным и т.д.

Терминология, используемая в пояснительной записке, должна быть единой и соответствовать установленным стандартам. Не употреблять для одного и того же понятия два или более терминов.

В пояснительной записке допускается производить в виде исключений сокращения отдельных слов: общепринятые в русском языке (например, ЭВМ, САПР и др.); установленные правилами русской орфографии и пунктуации (например, то есть — т.е.; так далее — т.д.; тому подобное — т.п.); установленные ГОСТ 2.316–2008 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц».

В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

- применять знак «∅» 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 «∅»;

- применять без числовых значений математические знаки, например, «>» (больше), «<» (меньше), «=» (равно), «≥» (больше или равно), «≤» (меньше или равно), «≠» (не равно), а также знаки «№» (номер), «%» (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Если в документе приводятся поясняющие надписи, наносимые непосредственно на изготавливаемое изделие (например, на планки, таблички к элементам управления и т.п.), их выделяют прописным регистром (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».

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.

Примеры:

- От 1 до 5 мм.
- От 10 до 100 кг.
- От плюс 10 до минус 40 °С.
- От плюс 10 до плюс 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.

Приводя наибольшие или наименьшие значения величин, следует применять словосочетание «должно быть не более (не менее)».

Приводя допустимые значения отклонений от указанных норм, требований, следует применять словосочетание «не должно быть более (менее)». Например, массовая доля углекислого натрия в технической кальцинированной соде должна быть не менее 99,4 %.

Применяемые в пояснительной записке условные буквенные сокращения механических, физических, математических и других величин должны соответствовать установленным стандартам. Расшифровка символов, входящих в формулу, производится непосредственно под формулой. Значение каждого символа приводят с новой строки в той же последовательности, в какой они приведены в формуле. После формулы ставится тот знак препинания, который необходим, исходя из построения фразы. Например:

$$S_m = K_v \cdot \left(\sum_{i=1}^m S_{ycmi} \cdot n \right), \quad (5.1)$$

где K_v — коэффициент использования площади; $K_v = 2(3)$;

S_{ycmi} — установочная площадь i -го элемента, мм²;

n — число элементов i -го типоразмера;
 m — число используемых типоразмеров.

Все формулы в пределах пояснительной записки должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами, причем номер ставят с правой стороны страницы в круглых скобках. Номер для многострочной формулы ставится против последней ее строки. Обозначение единицы измерения определяемой величины рекомендуется проставлять после конечного результата вычисления.

Для пояснения излагаемого текста используются иллюстрации, которые располагаются по мере появления ссылок на них.

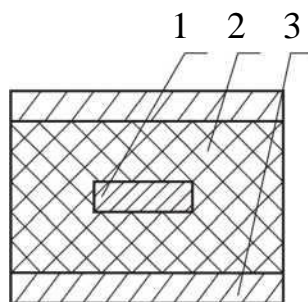
Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены по тексту пояснительной записки. Иллюстрации, за исключением приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, «Рисунок 1.1».

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации должны иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночная подпись). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают по центру.

Если в тексте документа имеется иллюстрация составных частей изделия, то на ней должны быть указаны номера позиций этих составных частей (в пределах данной иллюстрации). Цифры располагаются в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро-радиоэлементов — позиционные обозначения, установленные в схеме данного изделия. Пример выполнения иллюстрации изделия, имеющего составные части, приведен на рисунке 1.



1 — центральный проводник;
2 — диэлектрик; 3 — наружный проводник.

Рисунок 1. – Полосковая линия (сечение).

Требования к оформлению графиков устанавливаются в соответствии с ГОСТ 1.5–2001.

Цифровой материал по тексту излагают в таблицах. Таблицы используются для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название помещается над таблицей, и оно должно отражать ее содержание, быть точным, кратким.

При разрыве таблицы название помещают только над первой частью таблицы.

Цифровой материал оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 2.

Таблица _____
Номер наименование таблицы

продолжение наименования таблицы

Рисунок 2. Оформление цифрового материала в таблицах.

Таблицы нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при которых указывают слово «таблица» и ее номер.

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

Таблицы, как правило, ограничивают слева, справа и снизу линиями. Диагональные линии не допускаются. 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 их расположение.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы. Высота строк не менее 8 мм.

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

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Название таблицы указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием ее номера. В таблице столбец «№ п. п.» недопустим.

Начало таблицы и ее название начинают с абзацного отступа.

Пример оформления текста пояснительной записки приведен в Приложении В.

При обращении к тому или иному литературному источнику в тексте документа делаются ссылки на приложенный список литературы. Например: «вывод использованной формулы сделан в [2]».

Иллюстрированный материал, таблицы и текст вспомогательного характера приводятся в виде приложений к пояснительной записке. Нумерация листов пояснительной записки и приложений должна быть сквозная. При наличии приложений в пояснительной записке по тексту должны быть ссылки на них.

4.2 Оформление графической части дипломного проекта

При оформлении графической части дипломного проекта необходимо руководствоваться действующими стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Содержание и объем графической части дипломного проекта определяется руководителем. Графическая документация выполняется на листах формата А1. Листы меньших форматов, предусмотренных ГОСТ 2.301–68, рекомендуется размещать на формате А1 по несколько чертежей на листе.

Графическую документацию дипломного проекта необходимо выполнять автоматизированным способом на печатающих устройствах.

Толщина линий должна быть одинакова для всех изображений в пределах выполняемых чертежей. Все надписи на чертежах выполняются стандартным чертежным шрифтом (GOST TYPE A), его размер на всем чертеже одинаковый и достаточный для демонстрации.

Каждый чертеж должен содержать основную надпись, которую располагают в правом нижнем углу документа. Порядок заполнения регламентирует ГОСТ 2.104–2006. Децимальный номер присваивается в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Тип шрифта GOST TYPE A.

Обозначение, с учетом организации-разработчика, представляется в виде ПГУ ДП.ХХХХХХ.ХХХ-ХХ.

Вся графическая документация к дипломному проекту подразделяется на три основных вида:

- чертежи деталей;
- сборочные чертежи;
- схемы.

По усмотрению руководителя дополнить графическую документацию допускается плакатами. При этом основная надпись чертежа располагается (приклеивается) на обратной стороне листа и заполняется в соответствии с требованиями к ней.

Основные требования к выполнению чертежей на различные виды изделий регламентирует ГОСТ 2.109–73. Согласно его требованиям чертеж детали должен содержать:

- необходимое количество изображений и размеров, определяющих форму детали;
- указания о предельных отклонениях размеров детали;
- указания о шероховатости поверхностей и предельных отклонениях их формы;
- сведения о материале, из которого изготовлена деталь;
- указания о покрытиях.

Деталь изображают на чертеже в том виде, в каком она поступает на сборку. Для упрощения графического изображения деталей рекомендуется

использовать местные виды и разрезы, развертки, выносные элементы, а также различные упрощения, предусмотренные стандартами. Количество размеров детали должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали. На чертеже указывается обозначение марки и сортамента материала, из которого изготавливают деталь. В основной надписи чертежа указываются детали не более одной разновидности материала. Если в изготовлении детали используются заменители материала, то их указывают в технических требованиях на поле чертежа. Следует отметить, что все чертежи деталей содержат, как правило, технические требования по ГОСТу 2.316–2008.

Наиболее распространенной деталью, на которую необходимо разрабатывать конструкторскую документацию в процессе выполнения дипломного проекта, является двухсторонняя печатная плата. На ее оформление распространяются изложенные выше требования к чертежам деталей и ГОСТ 2.417–91. Согласно названному стандарту размеры на чертеже печатной платы задаются одним из следующих способов:

- в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307–2011;
- нанесением координатной сетки в прямоугольной или полярной системе координат;
- комбинированным способом при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки.

Если размеры и конфигурация рисунка печатной платы оговорены в технических требованиях чертежа, элементы печатных плат допускается изображать условно. Следует обратить внимание на то, что первым пунктом в технических требованиях, излагаемых на поле чертежа платы, указывается способ изготовления платы. Остальные требования представлены в ГОСТе 2.316–2008.

Чертежи печатных узлов, блоков, объединительных панелей, других составных сборочных единиц проектируемого изделия оформляют в виде сборочных чертежей. Требования к их оформлению также представлены в ГОСТе 2.109–73.

В общем случае сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы;
- размеры и предельные отклонения, которые должны быть контролированы по данному чертежу;
- указания о характере сопряжения деталей;
- номера позиций составных деталей, входящих в изделие;
- габаритные размеры изделия;

– установочные, присоединительные и справочные размеры и т.д.

Сборочные чертежи в дипломном проекте допускается выполнять с упрощениями, установленными ГОСТами 2.109–73 и 2.305–2008. Сборочные чертежи должны содержать также технические требования, которые следует излагать на поле чертежа.

Все составные части сборочной единицы нумеруют на сборочном чертеже в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Их наносят на полях линий-выносок, располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Правила составления спецификаций изложены в Приложении А.

К графической части дипломного проекта относятся и чертежи схем. В зависимости от основного назначения схемы подразделяются на структурные, функциональные, принципиальные, соединения, подключения, расположения. Как правило, в дипломном проекте чаще всего приходится оформлять чертежи электрических принципиальных схем. При оформлении таких чертежей следует руководствоваться соответствующими стандартами. Основные правила выполнения чертежей электрических схем, единые для всех видов изделий, в т. ч. и для изделий вычислительной техники, регламентируются ГОСТ 2.702–2011. Кроме того, ГОСТ 2.708–81 устанавливает правила выполнения чертежей электрических схем цифровой вычислительной техники. Условные графические обозначения двоичных логических элементов представлены в ГОСТе 2.743–91, условные графические обозначения интегральных оптоэлектронных элементов индикации — в ГОСТе 2.728–74, условные графические обозначения двоичных логических элементов — в ГОСТе 2.743–91.

При оформлении чертежей схем особое внимание следует обращать на правильность буквенно-цифровых обозначений в электрических схемах. Такие обозначения регламентирует ГОСТ 2.710–81.

4.3 Общие указания по выполнению расчетов

В дипломном проекте приводятся расчеты, необходимые для обоснования конструкторских решений. Расчеты бывают как оценочными (поверочными, приближенными, прикидочными), так и точными (обладающими высокой точностью результата). Оценочные расчеты допускается приводить по тексту пояснительной записки, в тех разделах, где обосно-

вываается определенное конкретное решение. Точные расчеты целесообразно выделять в отдельный раздел. Необходимость выполнения более точных расчетов должна быть обоснована из анализа результатов оценочных расчетов. Например, общий оценочный расчет мощности потребления устройства может быть уточнен с учетом реальных токов потребления элементов и т. п.

Следует уделить внимание выбору методик расчета, особенно при выполнении его на ЭВМ. Необходимо четко знать, при каких условиях и данных расчетах применима та или иная методика, какие ограничения действуют, как правильно документируются и оформляются расчеты.

Обязательно должен быть проведен анализ полученных результатов при расчете, и показано, где эти результаты применены при разработке в конструкторской документации (чертежах, выборе решений и т.п.).

5. ФУНКЦИИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ И КОНСУЛЬТАНТОВ

Руководителями дипломных проектов назначаются лица из числа профессорско-преподавательского состава данного учреждения высшего образования, преимущественно профессора и доценты, а также научные работники и высококвалифицированные специалисты данного учреждения высшего образования и других учреждений и организаций.

Руководители дипломных проектов определяются выпускающими кафедрами и утверждаются приказом руководителя учреждения высшего образования по представлению декана факультета.

Руководитель в соответствии с темой дипломного проекта выдает обучающемуся задание на дипломный проект. Задание вместе с дипломным проектом представляется в ГЭК.

Основные функции руководителя:

- выдача задания на проектирование;
- формулировка основных задач, стоящих перед студентом (в соответствии с темой проекта);
- помощь в выборе литературных источников и нормативно-технической документации, необходимых для проведения дипломного проектирования;
- консультирование в решении тех задач проекта, которые вызывают трудности у студента.

В случае необходимости и по согласованию с руководителем дипломного проекта выпускающей кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам дипломного проекта. Консультанты проверяют соответствующий раздел выполненного дипломного проекта и ставят на титульном листе свою подпись.

6. ПОДГОТОВКА И ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

6.1 Порядок получения допусков к защите дипломного проекта

После завершения выполнения дипломного проекта, его необходимо подписать исполнителю (Выполнил), руководителю дипломного проекта (Проверил) и другим руководителям по соответствующим разделам. Подготовить отзыв руководителя. Затем представить его на проверку нормоконтролеру (Н. контр). После этого проходит предварительная защита дипломного проекта, что фиксируется заведующем кафедрой в графе (Утв.). После всех подписей на расчетно-пояснительной записке, чертежах и задании на дипломное проектирование материал представляется рецензенту для подготовки рецензии.

6.2 Защита дипломного проекта

За принятые в дипломном проекте решения, правильность всех данных и сделанные выводы отвечает обучающийся, осваивающий содержание образовательной программы высшего образования I ступени, автор дипломного проекта. Он представляет руководителю готовый дипломный проект, подписанный им и консультантами. Руководитель составляет отзыв на дипломный проект, в котором должны быть отмечены: актуальность темы дипломного проекта; объем выполнения задания; степень самостоятельности и инициативности обучающегося, умение обучающегося пользоваться специальной литературой и его способность к проектной, технологической, исследовательской, исполнительской, организаторской и другой работе; потенциальность использования полученных результатов на практике; возможность присвоения обучающемуся соответствующей квалификации.

Дипломный проект и отзыв руководителя на дипломный проект не позднее чем за две недели до защиты дипломного проекта представляются заведующему выпускающей кафедрой, который решает вопрос о допуске обучающегося к защите дипломного проекта.

Для определения допуска обучающегося к защите дипломного проекта на выпускающей кафедре может создаваться рабочая комиссия, которая определяет соответствие дипломного проекта заданию и требуемому объему выполнения. Рабочая комиссия может заслушивать руководителя дипломного проекта и обучающегося.

Допуск к защите дипломного проекта фиксируется подписью заведующего кафедрой на титульном листе дипломного проекта.

Если заведующий кафедрой или рабочая комиссия установили несоответствие дипломного проекта заданию и требуемому объему выполнения, вопрос о допуске обучающегося к защите дипломного проекта рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя дипломного проекта.

Дипломные проекты, допущенные выпускающей кафедрой к защите, направляются заведующим выпускающей кафедрой на рецензию. Рецензенты дипломных проектов утверждаются деканом факультета по представлению заведующего выпускающей кафедрой не позднее одного месяца до защиты дипломных проектов. Рецензент имеет право затребовать у автора дипломного проекта дополнительные материалы, касающиеся проделанной работы. Обучающийся должен быть ознакомлен с рецензией не менее чем за сутки до защиты.

На защиту дипломного проекта отводится не более 30 минут. Процедура его защиты устанавливается председателем ГЭК и включает доклад обучающегося с использованием информационных технологий (по решению выпускающей кафедры), чтение отзыва руководителя и рецензии, вопросы членов комиссии и ответы защищающего дипломный проект. При имеющихся замечаниях рецензента обучающийся должен ответить на них. Кроме этого, могут быть предусмотрены выступления руководителя дипломного проекта, а также рецензента, если он присутствует на заседании ГЭК.

Защита заканчивается предоставлением обучающемуся заключительного слова, в котором он вправе высказать свое мнение по замечаниям и рекомендациям, сделанным в процессе обсуждения дипломного проекта.

При оценке дипломного проекта учитываются его практическая ценность, содержание доклада и ответы защищающегося на вопросы, отзыв руководителя дипломного проекта и рецензия.

Список используемой литературы

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании: 13 янв. 2011 г., № 2433 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2011. — № 13. 2/1795.
2. Куземин, А.Я. Конструирование и микроминиатюризация ЭВА / А.Я. Куземин. — М. : Радио и связь, 1985. — 280 с.
3. Преснухин, Л.Н. Конструирование ЭВМ и систем / Л.Н. Преснухин, В.А. Шахнов. — М. : Высш. шк., 1986. — 512 с.
4. Шерстнев, В.В. Конструирование и микроминиатюризация ЭВА / В.В. Шерстнев. — М. : Радио и связь, 1984. — 272 с.
5. Савельев, А.Я. Конструирование ЭВМ и систем / А.Я. Савельев, В.А. Овчинников. — М. : Высш. шк., 1989. — 248с.
6. Жданович, В.М. Технические средства ЭВМ. Элементная и конструктивная база / В.М. Жданович, В.П. Луговский, И.М. Русак. — Минск : Выш. шк., 1991. — 637 с.
7. Гель, П.П. Конструирование и микроминиатюризация РЭА / П.П. Гель, Н.К. Иванов-Есипович. — Ленинград : Энергоиздат, 1984. — 536 с.
8. Несущие конструкции РЭА / под ред. П.И. Овсищера. — М. : Радио и связь, 1988. — 232 с.
9. Савельев, М.В. Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ: учеб. пособие для вузов. — М. : Высш. шк., 2001. — 319 с.
10. Пикуль, М.И. Конструирование и технология производства ЭВМ: учебник / М.И. Пикуль, И.М. Русак, Н.А. Цырельчук. — Минск : Выш. шк., 1996. — 263 с.
11. Романов, Ф.И. Конструкционные системы микро- и персональных ЭВМ / Ф.И. Романов, В.А. Шахнов. — М. : Высш. шк., 1991. — 272 с.
12. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А.Д. Князев [и др.]. — М. : Радио и связь, 1989. — 224 с.
13. Микроэлектронная аппаратура на бескорпусных ИМС / под ред. И.Н. Воженина. — М. : Радио и связь, 1985. — 264 с.
14. Монтаж микроэлектронной аппаратуры / Г.Я. Гуськов [и др.]. — М. : Радио и связь, 1986. — 176 с.
15. Пронин, Е.Г. Проектирование технических средств ЭВА / Е.Г. Пронин, В.С. Шохат. — М. : Радио и связь, 1986. — 192 с.

16. Компоновка и конструкции микроэлектронной аппаратуры / под ред. Б.Ф. Высоцкого. — М. : Радио и связь, 1984. — 208 с.
17. Русак, И.М. Технические средства ПЭВМ: справ. / И.М. Русак, В.П. Луговский; под ред. И.М. Русака. — Минск : Выш. шк., 1996. — 504 с.
18. Русак, И.М. Конструирование и расчет печатных плат: учеб. пособие по курсу «Конструирование ЭВС» / И.М. Русак. — Минск : МРТИ, 1993. — 34 с.
19. Конструирование аппаратуры на БИС и СБИС / под ред. Б.Ф. Высоцкого и В.Н. Сретенского. — М. : Радио и связь, 1989. — 272 с.
20. Валин, М.Л. Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре. — М. : Радио и связь, 1981. — 296 с.
21. Дульнев, Г.Н. Тепло и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре / Г.Н. Дульнев. — М. : Высш. шк., 1984. — 247 с.
22. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА / Э.Т. Романычева [и др.]. — М. : Радио и связь, 1989. — 256 с.
23. Конструирование и расчет БГИС, Микросборок и аппаратуры на их основе: учеб. пособие для вузов / под ред. Б.Ф. Высоцкого. — М. : Радио и связь, 1981. — 216 с.
24. Справочник конструктор РЭА: общие принципы конструирования / под ред. Р.Г. Варламова. — М. : Совет. Радио, 1980. — 480 с.
25. Поляков, К.П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры / К.П. Поляков. — М. : Радио и связь, 1982. — 240 с.
26. Русак, И.М. Автоматизированное проектирование печатных узлов ЭВС: учеб. пособие / И.М. Русак, А.В. Станкевич. — Минск : БГУИР, 2005. — 52 с.
27. Заплетохин, В.А. Конструирование деталей механических устройств: справ. — Л. : Машиностроение, 1990. — 669 с.
28. Гжиров, Р.И. Краткий справочник конструктора / Р.И. Гжиров. — Л. : Машиностроение, 1984. — 464 с.
29. Механические воздействия и защита РЭА / М.Ф. Токарев [и др.]; под ред. В.А. Фролова. — М. : Радио и связь, 1984. — 224 с.
30. Испытания радиоэлектронной аппаратуры и испытательное оборудование / О.П. Глудкин [и др.]. — М. : Радио и связь, 1987. — 272 с.
31. Справочник конструктора приборостроителя / В.Л. Соломахо [и др.]. — Минск: Выш. шк., 1988. — 272 с.
32. Роткоп, Л.Л. Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭА / Л.Л. Роткоп, Ю.Е. Спокойный. — М. : Радио и связь, 1986. — 496 с.

33. Применение ИМС в ЭВТ / под ред. Б.Н. Файзулаева, Б.В. Тарабрина. — М. : Радио и связь, 1986. — 384 с.

34. Ненашев, А.П. Конструирование радиоэлектронных средств / А.П. Ненашев. — М. : Высш. шк., 1990. — 432 с.

35. Механические воздействия и защита радиоэлектронных средств / Н.И. Каленкович [и др.]. — Минск : Высш. шк., 1989. — 244 с.

36. ГОСТ 2.105. Межгосударственный стандарт ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. — Минск, 1999.

37. ГОСТ 2.109 ЕСКД. Основные требования к чертежам.

38. ГОСТ 2417 ЕСКД. Правила выполнения чертежей печатных плат.

39. ГОСТ 2.708 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.

40. ГОСТ 22732 ЕСКД. Методы оценки качества промышленной продукции.

41. ГОСТ 2.116. Карта технического уровня и качества продукции.

42. ОСТ 4ГО.010.009. Узлы и блоки ЭА на микросхемах. Конструирование.

43. ГОСТ 2.701–2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы схем. Общие требования к выполнению.

44. ГОСТ Р 53429–2009. Платы печатные. Основные параметры конструкции.

45. ГОСТ Р 53386–2009. Платы печатные. Термины и определения.

46. ГОСТ 2.413–72. Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготовляемых с применением электрического монтажа.

47. ГОСТ Р 51040–97. Платы печатные. Шаги координатной сетки.

48. ГОСТ Р 53386–2009. Платы печатные. Термины и определения.

Правила составления спецификации

Спецификацию составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект по формам 1 и 1 а.

Спецификация определяет состав сборочной единицы, комплекса и комплекта и необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий.

В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и его неспецифицируемым составным частям.

Спецификации в общем случае состоят из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

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

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается. Допускается объединять разделы «Стандартные изделия» и «Прочие изделия» под наименованием «Прочие изделия». Запись изделий в этом случае производится в соответствии с требованиями к оформлению раздела «Прочие изделия».

В раздел «Документация» вносятся документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия, кроме его спецификации, ведомости эксплуатационных документов и документов для ремонта, а также документы основного комплекта записываемых в перечень неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей.

Документы внутри раздела записывают в следующей последовательности:

- документы на специфицируемое изделие;
- документы на неспецифицируемые составные части.

Документы в каждой части раздела записывают в алфавитном порядке сочетания букв кодов организаций разработчиков. В пределах этих кодов в порядке возрастания классификационной характеристики (при одинаковой классификационной характеристике — по возрастанию порядкового регистрационного номера). В пределах обозначения изделия документы записываются в последовательности, в которой они перечислены в ГОСТе 2.102–2013 (табл. 3):

- сборочный чертеж;
- схемы;
- пояснительная записка;
- перечень элементов;
- документы прочие.

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносят комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Запись указанных изделий рекомендуется производить в алфавитном порядке сочетания букв кодов организаций разработчиков. В пределах этих кодов в порядке возрастания классификационной характеристики, при одинаковой классификационной характеристике по возрастанию порядкового регистрационного номера.

При наличии в индексах записываемых изделий цифры запись производят в следующей последовательности:

- сочетание типа АБВ2 в алфавитном порядке букв, а в пределах каждого сочетания в порядке возрастания цифры;
- сочетание типа АВ2В в алфавитном порядке двух первых букв и далее в пределах каждого сочетания этих букв в порядке возрастания цифры, а в пределах каждой цифры в алфавитном порядке последней буквы;
- сочетание типа А2ВВ в алфавитном порядке первой буквы и далее в пределах этой буквы в порядке возрастания цифры, а в пределах каждой цифры в алфавитном порядке последующих букв;
- сочетание типа 2АВВ в порядке возрастания первой цифры индекса, а в пределах этой цифры в алфавитном порядке букв.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, примененные по стандартам:

- межгосударственным;
- государственным;
- отраслевым;

- предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись рекомендуется производить по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия и т. п.), в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, примененные не по основным конструкторским документам (по техническим условиям), за исключением стандартных изделий. Запись изделий производят по однородным группам: в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

Для изделий с электромонтажом запись в спецификацию составных частей, являющихся элементами электрической принципиальной схемы и примененных по стандартам или техническим условиям, производят в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106–96 с учетом следующих дополнений и изменений:

а) составные части, являющиеся элементами электрической принципиальной схемы, записывают в начале соответствующего раздела группами в порядке расположения буквенных позиционных обозначений, приведенных в ГОСТ 2.710–81 (по латинскому алфавиту позиционных обозначений). Запись в пределах однородной группы ЭРЭ (например, резисторов) производят в алфавитном порядке марки (типа) ЭРЭ. При наличии в марке букв и цифр запись производят вначале по буквам, затем — в пределах цифр. Если в марке содержатся английские и русские буквы, запись производят вначале в пределах русских букв, затем — английских;

б) внутри группы ЭРЭ одной марки (типа) запись производят в порядке возрастания основных параметров (в порядке следования параметров в обозначении ЭРЭ).

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Материалы записывают по видам в следующей последовательности:

- металлы черные;
- металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные;
- металлы цветные, благородные и редкие;

- кабели, провода и шнуры;
- пластмассы и пресс-материалы;
- бумажные и текстильные материалы;
- лесоматериалы;
- резиновые и кожевенные материалы; '
- минеральные, керамические и стеклянные материалы;
- лаки, краски, нефтепродукты и химикаты;
- прочие материалы.

В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования по возрастанию размеров или других технических параметров.

В раздел «Материалы» не записывают материалы, необходимое количество которых не может быть определено конструктором по размерам элементов изделия и вследствие этого устанавливается технологом. К таким материалам относятся, например, лаки, краски, клей, смазки, замазки, припой, электроды. Указание о применении таких материалов дают в технических требованиях на поле чертежа.

В разделе «Комплекты» вносят ведомость эксплуатационных документов и применяемые по конструкторским документам комплекты, которые непосредственно входят в специфицируемое изделие, и записывают их в следующей последовательности:

- ведомость эксплуатационных документов;
- комплект монтажных частей;
- комплект сменных частей;
- комплект запасных частей;
- комплект инструмента и принадлежностей;
- комплект укладок;
- комплект тары;
- прочие комплекты.

Если комплектов одного и того же наименования несколько, то их записывают (в пределах одного наименования) в порядке возрастания обозначений.

Графы спецификации заполняют следующим образом:

а) в графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют «звездочку», а в графе «Примечание» перечисляют все форматы. Для документов, записанных в разделе «Стандартные изделия», «Прочие изделия»

и «Материалы», графу не заполняют. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, и документов, изданных типографским, литографским и подобными способами на форматах, предусмотренных соответствующими государственными стандартами для типографских изданий, в графе ставят прочерк;

б) в графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части (при разбивке поля чертежа на зоны по ГОСТ 2.104–68);

в) в графе «Позиция» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют;

г) в графе «Обозначение» указывают:

– в разделе «Документация» — обозначение записываемых документов;

– в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» — обозначения основных конструкторских документов на записываемые в эти разделы изделия. Для деталей, на которые не выпущены — им обозначение.

В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу не заполняют;

д) в графе «Наименование» указывают:

– в разделе «Документация» для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия и составляемых на данное изделие, только наименование документов, например: «Сборочный чертеж», «Габаритный чертеж», «Технические условия». Для документов на неспецифицированные составные части наименование изделия и наименование документа;

– в разделах спецификации «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Комплекты» наименования изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для изготовления;

– в разделе «Стандартные изделия» — наименования и обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку с указанием обозначений этих документов.

Если изделие применено по документу, содержащему ссылку на другой (общий) документ (например, на общие технические условия),

то в графе записывают только обозначение первого документа (общий документ не указывают);

– в разделе «Материалы» — обозначения материалов, установленные в стандартах или технических условиях на эти материалы.

Для записи ряда изделий и материалов, отличающихся размерами и другими данными и примененных по одному и тому же документу (и записываемых в спецификацию за обозначением этого же документа), допускается общую часть наименования этих изделий или материалов с обозначением указанного документа записывать на каждом листе спецификации один раз в виде общего наименования (заголовка). Под общим наименованием записывают для каждого из указанных изделий и материалов только их параметры и размеры;

е) в графе «Количество» указывают:

– для составных частей изделия, записываемых в спецификацию, — их количество на одно специфицируемое изделие;

– в разделе «Материалы» — общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единиц измерения. Допускается единицы измерения записывать в графе «Примечание» в непосредственной близости от графы «Количество». В разделе «Документация» графу не заполняют;

ж) в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам, например, для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают массу.

Для документов, выпущенных на двух и более листах различных форматов, указывают обозначение форматов, перед перечислением которых проставляют знак звездочки.

При записи в спецификацию составной части, являющейся элементом электрической принципиальной схемы изделия, в графе «Примечание» указывают позиционное обозначение, присвоенное этому элементу в схеме.

Если в специфицируемое изделие входит несколько составных частей, являющихся различными элементами схемы (например, резистор МЛТ 0,5 100 Ом ± 5% ТУ 1185 ОЖО.467.180 является сопротивлениями R3, R4, R9 и R12, то в графе «Примечание» в соответствующей строке перечисляют в возрастающем порядке обозначения позиции элементов. При этом позиционные обозначения элементов с последовательными порядковыми номерами указывают по типу «R8 ... R12».

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей (в зависимости от стадии разработки, объема записей и т. п.). Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4 (ГОСТ 2.301–68). При этом спецификацию располагают ниже графического изображения изделия и заполняют ее в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах. Основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104–68 (форма 1).

Такому совмещенному документу присваивается обозначение основного конструкторского документа.

Примеры внесения информации об электрорадиоэлементе в спецификацию и перечень элементов

Резистор:

– марка, типоразмер корпуса (если есть), мощность, номинальное сопротивление, отклонение номинального сопротивления ТУ (фирма, каталог, прейскурант).

Конденсатор:

– марка, типоразмер корпуса (если есть), номинальная емкость, отклонение номинальной емкости, рабочее напряжение ТКЕ ТУ (фирма, каталог, прейскурант).

Индуктивность:

– марка, типоразмер корпуса (если есть), номинальная емкость, отклонение номинальной емкости, рабочее напряжение ТКЕ ТУ (фирма, каталог, прейскурант).

Транзистор:

– марка, типоразмер корпуса (если есть), ТУ (фирма, каталог, прейскурант).

Диод:

– марка, типоразмер корпуса (если есть), ТУ (фирма, каталог, прейскурант).

Микросхема:

– марка, типоразмер корпуса (если есть), ТУ (фирма, каталог, прейскурант).

Реле, разъем:

– марка, ТУ (фирма, каталог, прейскурант).

Кварцевый резонатор:

– марка, типоразмер корпуса (если есть), рабочая частота ТУ (фирма, каталог, прейскурант).

Пример оформления пояснительной записки

Шрифт 14 пт; интервал одинарный. Абзац 1,5 мм

5 КОНСТРУКТОРСКИЕ РАСЧЕТЫ

(центрировать)

одинарный интервал

5.1 Расчет объемно-компоновочных характеристик изделия

(с абзаца 1,5 мм)

двойной интервал

Рассчитываем площадь печатной платы $S_{пт}$, мм², по формуле

интервал 8 пт

$$S_{пт} = K_v \cdot \left(\sum_{i=1}^m S_{уст\ i} \cdot n \right), \tag{5.1}$$

интервал 8 пт

где K_v — коэффициент использования площади; $K_v = 2(3)$; *(с абзаца 1,5 мм)*

$S_{уст\ i}$ — установочная площадь i -го элемента, мм²;

n — число элементов i -го типоразмера;

m — число используемых типоразмеров.

Расчет установочных площадей представлен в таблице 5.1.

интервал 8 пт

Таблица 5.1 – Параметры элементов для платы индикации *(с абзаца 1,5 мм)*

интервал 8 пт

Элементы	Кол-во	Площадь $S_{уст\ i}$, мм ²	Суммарный объем по каждой группе, мм ³	Суммарная площадь, мм ²
Индикатор	1	1802	21624	1802
Светодиод	3	36	436	108

двойной интервал

5.2 Расчет элементов печатного монтажа

двойной интервал

Надежность любого электронного устройства в значительной степени определяется качеством основания для установки электрорадиоэлементов. Ранее было сказано, что изготавливают двусторонние печатные платы позитивным комбинированным методом, выбирая при этом фольгированный стеклотекстолит СФ2352 и СФ2502.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Конденсаторы</i>			
C1, C2	GRM18-0603-0.1мкФ±5%-25В-Murata	2	
C3, C4	GRM18-0805-10нФ±20%-50В-Murata	2	
C5	CTUFT49T-4.7нкФ±20%-25В-Kemet	1	
C6	K73-17-0,47нкФ±10%-630В-ОЖО.461.104ТУ	1	
C7...C9	GRM18-0603-0.1нкФ±5%-25В-Murata	3	
C10	K50-35-2200нкФ±20%-10В-ОЖО.464.214ТУ	1	
C11	MC-0805-0,6нФ-16В-Viking	1	
C12	K70-17a-H50-0,1нкФ±20% ОЖО.460.107ТУ	1	
C13	K50-27-470нкФ±30%-160В-ОЖО.464.197ТУ	1	
C14	Z93D-A-0,15нкФ-35В-Vishay	1	
C15	GRM15-0402-68нФ±10%-10В-muRata	1	
C16, C17	GRM21-0805-10нФ±20%-50В-muRata	2	
<i>Микросхемы</i>			
DA1	MC7800-221A-Motorola	1	
DA2	LM386N-1-N08E-National semiconductor	1	
DD1	DS18B20-T0-92-Maxim integrated	1	
DD2	PIC16F83-18LSOC-Microchip	1	
DD3	CD4013BE-R-PDIP-16-Texas Instruments	1	
DD4	76005001EA-C-PDIP-16-Texas Instruments	1	
DD5	L298P-S020-ST	1	
DD6	L297-DIP20-ST	1	
DD7	CD4013BE-R-PDIP-16-Texas Instruments	1	
BT	Батарея CR2032-SONY	1	
<i>ИКИ.463113.006 ПЭЭ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись
Разраб.	Иванов К.И.		
Провер.			
Реценз.			
Н. Ковер.			
Утверд.			
Устройство управления		Лист	Листов
Перечень элементов		1	3
		УО ЛГУ 14-РК	

Продолжение приложения Г

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Дополнение
HL1	Индикатор символьный ACM1604D—COMPLETE LCD SOLUTIONS	1	
<i>Катушки индуктивности</i>			
L1	LQH43M—1812—2200нГн: 10%—muRata	1	
L2, L3	LQH43M—1812—1,0нГн: 20%—muRata	2	
<i>Резисторы</i>			
R1	P1-12-1206—0,25Вт—30кОм±5%—ШКАБ.434110.002 ТУ	1	
R2	ERJ-1206—0,25Вт—1050н: 1%—Panasonic	1	
R3, R4	P1-12-1206—0,25Вт—1кОм±5%—ШКАБ.434110.002 ТУ	2	
R5	D12HR—0805—0,125Вт—470кОм±5%— Vishay	1	
R6.. R8	P1-12-1206—0,25Вт—5600н±5%—ШКАБ.434110.002 ТУ	3	
R9	ERJ-0805—0,125Вт—1,50н: 1%—Panasonic	1	
R10	P1-12-1206—0,25Вт—2700н±5%—ШКАБ.434110.002 ТУ	1	
R11	ERJ-1206—0,25Вт—715кОм±5%—Panasonic	1	
R12, R13	ERJ-0805—0,125Вт—3,3кОм: 1%—Panasonic	2	
R14	P1-12-1206—0,25Вт—3300н±5%—ШКАБ.434110.002 ТУ	1	
R15	C1-6—0,125Вт—5,1МΩ±2%—Промэлектроника	1	
R16	ERJ-1206—0,25Вт—715кОм±5%—Panasonic	1	
R17	P1-12-1206—0,25Вт—4,7кОм±5%—ШКАБ.434110.002 ТУ	1	
R18, R19	ERJ-1206—0,25Вт—2100н: 5%—Panasonic	2	
R20	ERJ-0805—0,125Вт—6,8кОм: 1%—Panasonic	1	
<i>Диоды</i>			
VD1	SF12—DO-41—Платан	1	
VD2	1N5822—DO-27—Платан	1	
VD3.. VD5	CD214A—DO-214AC—Волгас	3	
VD6	1N5822—DO-27—Платан	1	
VD7	BZX84—A2V4—SOT23—NXP Semiconductors	1	
ИКИ.463113.006 ПЭЗ			Лист 2
Изн.	Лист	№ докум.	Подпись
			Дата

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			ИКИ.4.63113.006 СБ	Сборочный чертеж		
A1			ИКИ.4.63113.006 ЭЭ	Схема электрическая принципиальная		
*			ИКИ.4.63113.006 ПЗ	Пояснительная записка		A4×155
*			ИКИ.4.63113.006 ПЭЭ	Перечень элементов		A4×3
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ИКИ.6.85555.001	Узел печатный	1	
				<u>Детали</u>		
		2	ИКИ.7.32506.006	Основание	1	
		3	ИКИ.7.24532.006	Крышка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		4		A2 Вино М20×2,0-рб×70.58 СД19. ГОСТ 17473-80	4	
				<u>Прочие изделия</u>		
				<u>Конденсаторы</u>		
		5		К10-170-Н50-8, 2мФ×20%—ОЖ0.460.1071У	1	С12
		6		КС0-27-4.70мФ×30%—1600—ОЖ0.464.1971У	1	С13
ИКИ.4.63113.006						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Иванов КИ			Лист	Листов
Прок.					1	4
Ил. контр.					Устройство управления	
Узна.					УО ПГУ гр.14-РК	

Продолжение приложения Д

Регистр	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Конденсаторы</i>		
		7		K50-35-2200нФ±20%-10В-ОЖ0.464.214.ТУ	1	C10
		8		K73-17-0,47нФ±10%-63В-ОЖ0.461.104.ТУ	1	C6
		9		CTUFT481-4,7нФ±20%-25В-Kemet	1	C5
		10		GRM15-0402-6В±10%-1В-murata	1	C15
		11		GRM18-0603-0,1нФ±15%-25В-Murata	5	C1, C2, C7, C9
		12		GRM18-0805-10нФ±20%-50В-Murata	2	C3, C4
		13		GRM21-0805-10нФ±20%-50В-murata	2	C16, C17
		14		MC-0805-0,6нФ-16В-Viking	1	C11
		15		293D-A-0,15нФ-35В-Vishay	1	C14
				<i>Микросхемы</i>		
		16		LM386N-1-N08E-National	1	DA1
		17		MC7800-221A-Motorola	1	DA2
		18		CD4013BE-R-PDP-14-Texas	2	DD3, DD7
		19		DS18B20-70-92-Maxim integrated	1	DD1
		20		L297-DNP20-ST	1	DD6
		21		L298P-S020-ST	1	DD5
		22		PIC16F83-16LS01C-Microchip	1	DD2
		23		76005001EA-C-PDP-16-Texas Instruments	1	DD4
		24		Батарея CR2032-SONY	1	B1
		25		Индикатор символами ACH1604D-COMLETE LCD SOLUTIONS	1	HL1
				<i>Катушки индуктивности</i>		
		26		LDN43M-1812-10нГн±20%-murata	2	L2, L3
		27		LDN43M-1812-2200нГн±10%-murata	1	L1
				<i>Итого</i>		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИКИ.463113.006	
						Лист 2

Продолжение приложения Д

Форм.	Элемент	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Резисторы ШКАБ.434.110.002ТУ		
		28		R1-12-1206-0,25Вт-2700Ω±5%	1	R10
		29		R1-12-1206-0,25Вт-3300Ω±5%	1	R14
		30		R1-12-1206-0,25Вт-5600Ω±5%	3	R6...R8
		31		R1-12-1206-0,25Вт-1к0Ω±5%	2	R3, R4
		32		R1-12-1206-0,25Вт-4,7к0Ω±5%	1	R17
		33		R1-12-1206-0,25Вт-30к0Ω±5%	1	R1
		34		Резистор С1-4-0,125Вт-5,0М0Ω±2%		
				Промэлектроника	1	R15
		35		Резистор		
				0121R-0805-0,125Вт-4,7к0Ω±5% Vishay	1	R5
				Резисторы Panasonic		
		36		ERJ-0805-0,125Вт-1,50Ω±1%	1	R9
		37		ERJ-0805-0,125Вт-3,3к0Ω±1%	2	R12, R13
		38		ERJ-0805-0,125Вт-5,6к0Ω±1%	1	R20
		39		ERJ-1206-0,25Вт-1050Ω±1%	1	R2
		40		ERJ-1206-0,25Вт-2100Ω±5%	2	R18, R19
		41		ERJ-1206-0,25Вт-775к0Ω±5%	2	R11, R16
				Диоды		
		42		АЛ307АМ-3А0 «ПРОТОН»	1	VD8
		43		BZX84-A2V4-SOT23-NXP	2	VD7, VD9
		44		CD214A-DO-214AC-Volvo	3	VD3...VD5
		45		SF12-DO-41-Пламан	1	VD1
		46		1N5622-DO-27-Пламан	2	VD2, VD6
				Транзисторы		
		47		КТ825-ТО-220-ГО Транзистор	1	VT8
		48		КТ 3102Б-ТО-92-Интеграл	1	VT1
ИКИ.463113.006						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

