

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ И
РЕЦЕНЗИРОВАНИЮ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 210201

Самара 2005

Составители: Зеленский А.В. Краснощекова Г.Ф.

УДК 623.396. 56

Методические указания по дипломному проектированию и рецензированию дипломных проектов по специальности 210201: Методические указания / Самарский государственный аэрокосмический университет. Сост. А.В. Зеленский, Г.Ф. Краснощекова. Самара, 2005

Методические указания составлены на основе «Инструкции по преддипломной практике, дипломному проектированию и защите дипломных проектов в ГАК», утвержденной ректором университета и Советом факультета №5.

Методические указания являются руководством для студентов, консультантов и руководителей дипломных проектов по специальности 210201

Рецензент доцент Макарычев Ю.И.

Современное состояние радиоэлектронной техники характеризуется чрезвычайным разнообразием радиоэлектронных средств (РЭС). Это разнообразие проявляется в функциональном назначении, технических характеристиках, сложности, условиях эксплуатации, конструктивном исполнении, массе, габаритах и других параметров аппаратуры. Учебным планом специальности 200800 предусматривается подготовка инженеров конструкторов-технологов, способных проектировать и разрабатывать РЭС, технологический процесс ее изготовления для любого вида производства – единичного, мелкосерийного, серийного и массового.

Уровень требований, предъявляемых к дипломным проектам, определяется содержанием работы, которую должен выполнять инженер, оканчивающий университет по данной специальности.

Процесс проектирования и разработки РЭС в министерстве промышленности и предусматривает следующие стадии: эскизное проектирование, техническое проектирование, опытные образцы и серийное производство.

Характерной особенностью работы инженера-технолога является то, что он принимает активное участие на всех стадиях проектирования и разработки конструкции и в технологическом процессе изготовления РЭС, включая контрольные и сдаточные испытания.

Задачи, решаемые инженером, имеют свою специфику для каждой стадии проектирования и разработки РЭС.

1. ЦЕЛИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломное проектирование является завершающей стадией подготовки инженеров по специальности «Конструирование и производство радиоэлектронных средств».

Основными целями дипломного проектирования являются систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний по специальности, совершенствование и развитие навыков самостоятельного решения комплексных конструкторско-технологических и технико-экономических задач, возникающих при разработке надежной экономичной конструкции и технологии РЭС, при системном подходе на базе широкого применения компьютеров и систем автоматизированного проектирования и высокопроизводительного производства, обеспечивая при этом комплексную миниатюризацию и совместимость РЭС с объектом установки и оператором.

Для выполнения дипломного проекта (работы) студенты закрепляются за выпускающими кафедрами, которые осуществляют постоянный контроль за ходом выполнения проектов и несут ответственность за их своевременную защиту.

2. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Дипломный проект выполняется, как правило, на предприятиях и в организациях по месту будущей работы студента, а также в научно-исследовательских группах (НИГ) ведущих кафедр института.

Темы дипломных проектов должны быть актуальными, отвечать современному состоянию и перспективам развития науки и техники, а по своему содержанию удовлетворять задачам дипломного проектирования. Проще говоря, тема дипломного проекта должна рассматриваться исходя из следующих вопросов:

1. зачем нужна такая РЭС;
2. что сделано до Вас по этой проблеме (какие есть близкие аналоги);
3. какие недостатки имеют известные разработки (аналоги);
4. какой (какие) недостаток из указанных устраняется в Вашем проекте.

При подборе тематики особое внимание уделяется реальности дипломных проектов, т.е. возможности их полного или частичного использования предприятием или кафедрой, по заданиям и в интересах которых они разрабатываются. Ценность дипломного проекта кроме реальности темы определяется глубиной теоретического рассмотрения вопросов, наличием экспериментов.

Темы проектов обсуждаются на кафедрах и утверждаются приказом ректора института в сентябре. Вместе с темой утверждается и руководитель.

Не допускаются к защите проекты на такие темы, основу которых составляют поверочные расчеты применяемой в промышленности РЭС, проводимые по типовым методикам.

Группе студентов, может быть предложен комплексный - системный проект, в котором первый студент (главный конструктор) разрабатывает структурную схему системы в целом и производит системный расчет; второй студент (руководитель одной из частей проекта) разрабатывает один из узлов (блоков) системы, доводя его до расчета принципиальной схемы и конструкции узла; третий студент разрабатывает другой узел.

В отдельных случаях взамен-дипломных проектов допускается выполнение дипломных работ исследовательского характера. Такие

работы отличаются от проектов содержанием и объемом графического материала и могут быть посвящены исследованию вопросов, общих для многих радиоэлектронных устройств различного назначения. моделированию систем или их частей с использованием компьютеров, созданию методик расчета или экспериментального исследования определенного класса устройств, разработке алгоритмов и программного проектирования радиотехнических устройств, а также тщательному анализу способов или схемных решений при создании радиоэлектронных устройств различного назначения.

Замена дипломного проекта дипломной работой допускается и представлению совета факультета. Для этого заведующий выпускающей кафедрой выносит вопрос замены на рассмотрение совета факультета. Один экземпляр выписки передается в ГАК с материалами дипломной работы, а другой хранится в Делах совета факультета.

По своей тематике дипломные проекты должны отражать специфику работы инженера-конструктора РЭС.

Формирование тем дипломного проекта ведется в основном по направлениям:

- модернизация и совершенствование освоенной производством РЭС для иных (как правило, более жестких) условий эксплуатации или с другой серийноспособностью;
- разработка принципиально нового РЭС;
- исследовательские проекты.

По своему характеру темы дипломных проектов могут быть конструкторско-технологическими, технологическими и исследовательскими.

1. Конструкторско-технологические темы на уровне эскизного или технического проектирования решают задачу конструирования аппарата или его части или усовершенствования конструкции существующей аппаратуры.

В таком дипломном проекте студент должен показать умение доводить конструктивные решения до рабочих чертежей, поэтому один из узлов представляется с чертежами деталей.

Такие темы должны включать расчет и детальную разработку конструкции РЭС в целом или ее части. Конструкция и расчет выполняются с учетом конкретных технических условий и сопровождаются комплектом основных чертежей.

В задании на проектирование студенту выдается готовая принципиальная схема. Описание ее работы, поверочный расчет, расчет электрических допусков элементов отдельного каскада выполняются студентом в начальной стадии работы над дипломным проектом, предшествуя конструкторским работам.

2. Технологические темы предусматривают разработку технологического процесса изготовления, сборки, настройки и испытаний отдельных узлов или аппаратуры в целом с проектированием планировки цеха или его участка.

В каждом таком проекте студент ищет лучшие способы технического решения путем анализа вариантов технологического процесса, проводит расчеты экономичности принятого решения при заданной программе, разрабатывает технологическую оснастку, оценивает экономическую эффективность ее внедрения; возможна разработка методов и средств контроля, проектирования групповых поточных и автоматических линий и т. д.

В задании на дипломное проектирование студенту выдается готовая принципиальная схема.

3. Исследовательские темы посвящаются исследованиям (теоретическим или экспериментальным) новых принципов или методов конструирования, технологии, а также физических проблем, связанных с конструированием и технологией РЭС. В таких проектах может быть предусмотрена конструкторская разработка новых технологических устройств, в том числе для автоматизации производства.

Объектом дипломного проекта конструкторского профиля являются конструкции РЭС III (частично), IV и V поколений. Предпочтительными для проектирования являются перспективные РЭС V поколения, в которых используются СБИС, программируемая (гибкая, микропроцессорная) структура, устройства функциональной микроэлектроники, волоконно-оптические линии связи и т. п.

С точки зрения объекта размещения предпочтительной является бортовая РЭС (самолетная, ракетная, судовая и пр.).

В исследовательских дипломных проектах (работах) выполняются теоретические и экспериментальные исследования по методам проектирования, расчету и совершенствованию конструкций, направленных на повышение качества и эффективности РЭС. Такая тематика выдается ограниченному контингенту хорошо успевающих студентов, проявивших интерес к научной работе.

Темы и руководители дипломных проектов выбираются непосредственно самими студентами из числа предлагаемых выпускающей кафедрой или предприятиями, где проводится преддипломная практика. Допускается самостоятельное формирование тем по материалам производственных и преддипломной практик, УИРС, НИРС, хозяйственных тем и т. д. по соглашению с выбранным руководителем проекта.

Необходимо отметить, что формирование темы должно находиться в неразрывной связи с выявлением и анализом аналога (аналогов) РЭС (как правило, во время преддипломной практики) на предмет определения количественных конструктивных и технико-экономических характеристик, достоинств и недостатков. Аналог может быть указан и непосредственно руководителем проекта (при условии доступности к технической документации).

Объем и содержание всех разделов дипломного проекта окончательно определяет руководитель проекта, после чего оформляется техническое задание (ТЗ) на дипломное проектирование, которое к концу преддипломной практики утверждается заведующим кафедры. Кроме указания темы проекта ТЗ должно содержать тактико-технические, экономические, производственные и другие требования к проектируемой РЭС (ГОСТ 15.001—73).

Темы, объем и содержание исследовательских проектов (работ) в каждом конкретном случае определяются руководителем проекта и утверждаются советом факультета.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

Работа над дипломным проектом начинается с преддипломной практики и регламентируется графиком, приводимым в задании на дипломное проектирование. Студент периодически отчитывается о проделанной работе, соблюдая последовательность и сроки выполнения этапов проекта. Для целенаправленной и ритмичной работы над проектом предусматриваются консультации руководителя проекта и консультантов по разделам проекта (конструкторскому, схемотехническому, технологическому, экономическому и по охране труда и технике безопасности).

Основной контроль над работой студента осуществляет руководитель проекта, он же указывает направление и глубину проработки конкретных вопросов и дает разрешение на выполнение последующих этапов работы. Инициатива по предложению вариантов и выбору окончательного решения той или иной задачи должна принадлежать студенту. Руководитель проекта и консультанты обязаны лишь предостеречь студента от грубых ошибок в решении вопроса. Контроль руководителя и консультантов не освобождает студента от полной ответственности за правильность выполнения проекта в целом и частных решений.

По окончании проектирования руководитель проекта подписывает все документы проекта и представляет отзыв,

выполняемый на типовом бланке в произвольной форме. В отзыве освещаются:

- актуальность темы проекта;
- степень самостоятельности и инициативности дипломника;
- умение пользоваться литературой и нормативно-технической документацией;
- наличие инженерного подхода к решению возникающих задач, умение поставить задачу, выбрать решение, провести анализ полученных решений и т. п.;
- наиболее интересные в научном, техническом или практическом отношении разделы проекта и возможность их использования в той или иной организации;
- общие выводы (оценка и мнение руководителя о возможности присвоения дипломнику квалификации инженера конструктора-технолога радиоаппаратуры).

Законченный дипломный проект, оформленный подписями руководителя и всех консультантов направляется рецензенту, назначенному в соответствии с профилем проекта из числа высококвалифицированных специалистов. Рецензент представляет развернутую рецензию, выполненную на типовом бланке, с освещением вопросов:

- соответствие проекта или работы, утвержденной теме и ТЗ;
- качество и глубина проработки основных разделов проекта;
- качество оформления пояснительной записки, соответствие графической части проекта стандартам ЕСКД;
- оценка общего уровня проекта и заключение о возможности присвоения квалификации инженера, конструктора-технолога радиоаппаратуры.

С целью определения готовности дипломного проекта на выпускающей кафедре проводится его предзащита в соответствии с графиком и назначается день защиты.

Защита студентами их проектов проводится на заседании Государственной аттестационной комиссии (ГАК) в виде доклада на 10-15 минут, оглашении отзыва руководителя и рецензии, ответах на вопросы членов комиссии и всех желающих, ответах на критические замечания рецензента.

Решения ГАК оглашаются в конце дня ее работы и успешно защитившимся студентам вручаются дипломы.

Материалы дипломных проектов необходимо сдать на кафедру в день защиты.

4.СОДЕРЖАНИЕ, ОБЪЕМ И ЭТАПЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В процессе выполнения дипломного проекта на основании требований ТЗ и электрической принципиальной схемы разрабатывается конструкция РЭС с использованием методов автоматизированного проектирования и решаются вопросы технологии изготовления и контроля РЭС в условиях высокопроизводительного автоматизированного производства. Все конструкторские и технологические решения отражаются в соответствующих конструкторских (КД), технологических (ТД) и других документах.

Разработка конструкции есть процесс синтеза на основе анализа исходных данных, который всегда сопровождается анализом (оценкой) по некоторым критериям получаемых результатов для внесения корректировки в синтез, т. е. протекает многократная шаговая процедура приближения к оптимуму по схеме анализ — синтез — анализ. Именно такая методология поиска оптимального решения и рекомендуется при выполнении всех этапов дипломного проектирования.

При постановке конструкторских, технологических и других задач, поиске путей решений и выборе форм отражения результатов необходимо широко использовать соответствующие стандарты, причем в первую очередь руководствоваться государственными (ГОСТами), затем — отраслевыми стандартами (ОСТАми). В практической работе должны использоваться только действующие стандарты. Ссылки на стандарты в документах дипломного проекта допускается делать только после изучения и анализа их на предмет возможности обоснованного применения. Использование устаревших и изъятых стандартов не допускается.

Ниже приведена типовая последовательность выполнения этапов дипломного проектирования, которая в случае технической необходимости может быть изменена. Примерно в такой же последовательности строится структура основной части одного из основных документов дипломного проекта — пояснительной записки (ПЗ).

Пояснительная записка общим объемом 80 — 90 страниц должна содержать следующие разделы с ориентировочным объемом в % от общего объема:

- 1 введение, в котором дается обоснование темы, ее актуальность и новизна — 3%;
- 2 *анализ ТЗ*. Краткие сведения о принципе работы РЭС. Сопоставление технических требований (ТТ) на РЭС с требованиями соответствующих стандартов и данными аналога (аналогов) РЭС. Разработка ТТ к конструкции — 5 %;
- 3 разработка конструкции РЭС с обоснованием конструктивных решений, описание конструкции РЭС и ее частей — 50%;
- 4 технологическая часть — 25 %;
- 5 экономическая часть — 10 %;
- 6 охрана труда и техника безопасности — 7 %.

Общий объем графических документов дипломного проекта (чертежей, схем и т. п.) должен составлять 8—10 листов формата А1. Содержание этих документов определяется конкретной тематикой проекта.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и графического материалов.

Пояснительная записка должна раскрыть творческий замысел показать основные результаты проекта. Материалы в пояснительной записке располагаются в следующей последовательности: титульный лист, техническое задание, аннотация, содержание, введение, основная часть, заключение, список использованных источников, приложения.

Титульный лист оформляется на типовом бланке, содержит название темы дипломного проекта в том виде, в каком дано в техническом задании. Перед защитой титульный лист должен быть подписан дипломником, руководителем проекта, консультантом и рецензентом.

Техническое задание на дипломное проектирование оформляется на типовом бланке, подписывается руководителем проекта, визируется консультантами по экономике и безопасности жизнедеятельности и утверждается заведующим выпускающей кафедрой.

Аннотация содержит сведения об объеме пояснительной записки, количестве рисунков, таблиц и листов графического материала. В тексте аннотации указывается цель и основные результаты работы, возможности практического применения полученных результатов. Объем текста аннотации 1...2 стр.

Содержание включает в себя последовательное перечисление заголовков разделов, подразделов, приложений с указанием их нумерации и нумерации страниц, на которых помещены заголовки.

Введение посвящается обзору литературы по заданной теме, характеризующему современное состояние вопроса. Во введении также обосновывается актуальность темы проекта, формулируется задачи, стоящие перед дипломником. Объем введения составляет 2...5 стр.

Основная часть пояснительной записки составляется по типовому плану, включающему следующие разделы: выбор и технико-экономическое обоснование схемных и конструктивных решений проекта, расчетно-теоретическая часть, экспериментальная часть, разработка конструкции, экономическая часть, вопросы охраны труда.

Допускается видоизменение предполагаемого типового плана в части названий и количества разделов в зависимости от возможных вариантов дипломных проектов.

Ниже приведено примерное содержание разделов основной части пояснительной записки.

Выбор и технико-экономическое обоснование схемных и конструктивных решений производится на основе анализа технического задания на дипломный проект. С учетом исходных данных, определяются основные технические характеристики проектируемого устройства. Далее производится сравнительный анализ возможных путей решения поставленной задачи, обосновывается принятый вариант построения проектируемого устройства. По выбранному с учетом экономических показателей критерию качества производится оптимизация структуры или отдельных технических характеристик устройства, оценивается возможность их реализации. В результате проведенного анализа должны быть обоснованы и составлены структурная и функциональная схемы разрабатываемого устройства.

При выполнении дипломной работы исследовательского характера в данном разделе рассматриваются возможные аналитические методы решения поставленной задачи, производится технико-экономическое обоснование выбранного метода исследования.

Расчетно-теоретическая часть содержит материалы по разработке технически реализуемой структурной (функциональной) схемы устройства. В этом разделе определяются также требования к точности и стабильности характеристик отдельных узлов и каскадов, составляются и рассчитываются принципиальные схемы производится расчет надежности. При этом обязательно должны учитываться заданные ограничения на такие характеристики, как масса и габариты устройства, мощности, потребляемые от источников питания, также

условия эксплуатации (температура и влажность окружающей среды, вибрационные и ударные перегрузки и т.п.).

При выборе элементов принципиальной схемы необходимо ориентироваться на современную элементную базу и, кроме того, обратить особое внимание на максимально возможную унификацию элементов как по типам, так и по номинальным значениям.

Если темой дипломного проекта является разработка измерительного устройства, то в данном разделе обязательно должны быть приведены материалы по определению и оценке основных погрешностей устройства.

В пояснительной записке к дипломной работе в данном разделе приводятся результаты теоретических исследований и расчетов, в том числе расчетов с помощью компьютера, оцениваются возможности объекта исследования и вырабатываются рекомендации по его применению.

Экспериментальная часть пояснительной записки посвящена экспериментальному исследованию устройства, его моделированию. В этом разделе указывается цель проведения эксперимента, описывается программа проведения исследований, оценивается точность и достоверность полученных данных, проводится сопоставление полученных данных с теоретическими.

При проведении моделирования на компьютере должны быть приведены алгоритмы моделирования, численные значения величин и пределы их изменения, схема алгоритма и программа.

Разработка конструкции. В данном разделе анализируется эксплуатационные требования, требования технической эстетики и эргономики. По результатам анализа выбираются тип конструктивного исполнения устройства, материал конструктивных элементов, определяются требования к расположению и креплению отдельных узлов и элементов, приводится краткое описание разработанной конструкции.

Экономическая часть содержит технико-экономическое обоснование принятого технического решения, бизнес-план, вопросы организации научно-исследовательских или опытно-конструкторских работ, оценку стоимости разработки и т.п.

Вопросы охраны труда. Данный раздел содержит разработку мероприятий по технике безопасности и производственной санитарии при эксплуатации разрабатываемого изделия, а также на разных этапах его производства.

Задания, определяющие объем и содержание экономической части и раздела охраны труда, выдают консультанты проекта от соответствующих кафедр.

Заключение содержит оценку результатов работы, в том числе с точки зрения соответствия их требованиям задания.

Список использованных источников включает в себя все использованные при работе над дипломным проектом источники: книги, статьи из журналов и книг, описания авторских свидетельств и т.п., на которые имеются ссылки в пояснительной записке.

Приложения содержат вспомогательный материал, имеющий самостоятельное смысловое значение. Это обычно спецификации сборочных чертежей, перечень элементов принципиальных схем, распечатки программ расчетов или моделирования с помощью компьютера, заключения организаций и предприятий о внедрении и практической ценности полученных результатов и т.п.

В графической части проекта рекомендуется приводить следующие чертежи:

- структурную схему системы, устройства, 1...2 листа;
- функциональную схему системы, устройства, 1...2 листа;
- принципиальную электрическую схему устройства, 1...2 листа;
- топологию печатной платы функционального узла, 1 лист;
- сборочный чертеж печатного узла, 1 лист;
- структурную схему экспериментальной установки или схему алгоритма моделирования, 1 лист;
- сборочный чертеж устройства, 1...1,5 листа;
- иллюстративные чертежи (аналитические выражения, графики, эпюры напряжений и т.п.), 1...3 листа;
- материалы экономической части, 1 лист.

Общий объем пояснительной записки дипломного проекта (работы) должен быть 90...110 с. формата А4 без учета приложения. Объем приложения не лимитируется.

Состав и объем разделов пояснительной записки в каждом конкретном случае определяет руководитель проекта.

Общий объем графического материала дипломного проекта (работы) - не менее 8 листов формата А4.

5. Конструкторский анализ ТЗ и схемы электрической принципиальной

Конструкторский анализ исходных данных - начало творческой работы конструктора. На данном этапе на основе анализа ТЗ, выбранного аналога (аналогов) РЭС, изучение принципа работы по схеме электрической принципиальной формируется

первоначальный образ конструкции РЭС и конкретно устанавливается комплекс технических требований:

- назначение РЭС и объект установки;
- конструкторские требования (габаритные, установочные, присоединительные размеры, масса, требования взаимозаменяемости, требования по защите окружающей среды);
- показатели назначения (радиотехнические показатели функционирования и допуски);
- требования надежности (долговечность, безотказность, сохраняемость и ремонтпригодность);
- требования к уровню унификации и стандартизации (минимальные показатели);
- требования безопасности;
- эстетические и эргономические требования;
- условия эксплуатации, в которых конструкция должна сохранять работоспособность, допустимые кратковременные воздействия климатических факторов, механические воздействия и т.д.);
- технологические требования к конструкции;
- технико-экономические характеристики (стоимость, технологичность, сроки морального старения);
- организационно-производственные факторы (размер партии, серийноспособность и др.);
- наличие и уровень элементной базы.

Если в ТЗ нет явной информации о каких-либо из указанных пунктов ими необходимо задаться на основе литературных источников и нормативно-технических документов по согласованию с руководителем проекта.

При анализе электрической принципиальной схемы уясняется принцип работы РЭС, проводится поверочный электрический расчет по обоснованию выбора типов электрорадиоэлементов по электрическим и тепловым режимам, определению параметров электромагнитной совместимости, расчет вторичных источников питания, когда обеспечение функциональных параметров проектируемой РЭС выдвигает жесткие требования к стабильности и качеству питающих напряжений и т. п.

По результатам электрического расчета при необходимости проводится корректировка электрической принципиальной схемы, которая и будет являться основанием для последующих этапов проектирования.

Электрическую принципиальную схему РЭС необходимо выполнить в виде КД в полном соответствии требованиям ГОСТ

2.702—75. При необходимости в виде КД выполняются временные диаграммы, графики, структурная и (или) функциональная схемы. В ПЗ необходимо предусмотреть описания принципа функционирования РЭС, схем и вытекающих из них специфичных требований к конструктивному исполнению РЭС.

В соответствии с ГОСТ 2.103—68 намечаются стадии разработки КД. Разработка комплексов высших уровней, в которые проектируемая РЭС входит как составная часть, обычно проводится на уровне технического предложения (ГОСТ 2.118—73). Если проектируемая РЭС есть комплекс, состоящий из блока (блоков) РЭС и периферийных устройств, разработка КД на комплекс ведется на уровне эскизного (ГОСТ 2.119—73) или технического проекта (ГОСТ 2.120—73). Обязательна в проекте разработка на уровне рабочей документации (рабочих и сборочных чертежей, электромонтажных схем и т. п.) минимум одного конструктивно законченного блока РЭС, одной или нескольких функциональных ячеек на печатных платах, периферийных устройств. Рабочие чертежи выполняются на оригинальные детали, которые в наибольшей степени определяют конструктивное исполнение и функционирование РЭС.

6. ОБЩАЯ КОМПОНОВКА РЭС

Сокращение сроков разработки и применение наиболее производительных и экономичных методов изготовления обеспечивает модульное построение (компоновка) РЭС, которое и должно быть реализовано в проектируемой РЭС. Оптимальный вариант разукрупнения по функционально-конструктивной сложности (ГОСТ 26632—85) выбирается из числа стандартных, если есть стандарты, регламентирующие компоновку РЭС по виду объекта установки или вариант компоновки намечается оригинальным. Оценку вариантов компоновки и их выбор необходимо проводить по критериям, в число которых должны входить конструкторские, технологические, экономические и др. Чем тщательнее назначены критерии, тем объективней будет выбор (оптимизация) компоновки. При необходимости проводятся и соответствующие конструкторские расчеты по определению компоновочных показателей (площадей, взаимного расположения, плотности упаковки, коэффициентов заполнения и т. п.) и анализ их в сравнении с соответствующими показателями аналога РЭС. Выбранная окончательно компоновка и разукрупнение РЭС на составные части, конечно, должны соответствовать расчленению электрической принципиальной схемы и специфичным требованиям со стороны устройства более высокого конструктивного уровня (если

оно есть), в которое проектируемая РЭС входит как составная часть.

В завершении этого этапа необходимо:

- оценить выполнимость требований ТЗ в отношении габаритов и массы разрабатываемой конструкции и составных частей и наметить пути их рационального уменьшения;
- оценить удельную мощность РЭС и решить вопрос о необходимости охлаждения;
- определить необходимость герметизации РЭС или ее частей;
- обосновать возможность сборки и контроля РЭС и ее основных частей независимо и параллельно, обеспечение необходимой взаимозаменяемости сборочных единиц и деталей, возможность применения стандартизованных методов выполнения и контроля РЭС;
- определить предварительно конструктивное исполнение периферийных частей РЭС (датчиков, исполнительных устройств и т.п.) и характер их соединения;
- наметить пути обеспечения удобства эксплуатации, технического обслуживания, требований эргономики и эстетики и т.п.

Материалы данного этапа излагаются в ПЗ с обязательным освещением логики принятия решения (желательно и с графическим ее изображением в виде структурной схемы). Кроме этого выполняется ряд графических КД, отражающих общую компоновку РЭС:

- чертеж общего вида (ГОСТ 2.118—73) и (или) структурная схема (ГОСТ 2.702—75) комплекса, в который проектируемая РЭС входит как составная часть;
- чертеж общего вида (ГОСТ 2.119—73) и схема разукрупнения проектируемой РЭС на конструкторско-технологические единицы (ГОСТ 2711—82).

Все указанные КД должны содержать информацию, необходимую для понимания общего конструктивного исполнения РЭС, взаимодействия (входимости) ее составных частей и принципа работы. Описания чертежей общего вида и схем приводятся в ПЗ. На этом этапе целесообразно присвоить всем сборочным единицам и деталям и соответствующим им КД обозначения по ГОСТ 2.201 — 80 классификатору ЕСКД.

7.ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВКИ РЭС ПО ТЕПЛОВОМУ РЕЖИМУ

Для обоснования РЭС по тепловому режиму необходимо расчетным путем показать, что температура отдельных ЭРЭ (в первую очередь теплонагруженных и наименее температуростойких) и температура нагретых зон не превысят предельно допустимых при выбранном способе охлаждения. Наиболее распространенными методами расчета теплового режима являются методы с использованием модели конструкции РЭС с нагретой зоной. На основе этих расчетов необходимо сформулировать определенные конструктивные требования к деталям и узлам (в том числе и системы охлаждения), обеспечивающим необходимый тепловой режим, с условием их выполнения при последующий этапах проектирования (например, размеры, свойства материалов, степень черноты поверхности теплоотводящих деталей и т.п.).

8. ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВКИ ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ К МЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Конструкция РЭС должна обеспечивать работоспособность с заданной надежностью при различных механических воздействиях, оговоренных в ТЗ. Расчету на устойчивость к механическим воздействиям в первую очередь подлежат конструкции бортовой РЭС и РЭС, эксплуатируемой в полевых условиях. Применительно к РЭС лабораторного типа расчет производится для условий транспортировки. При расчете необходимо определить собственные частоты элементов конструкции, сравнить их с диапазоном частот механических воздействий, определить максимальные механические перегрузки и сделать окончательные выводы об использовании амортизации. Если амортизация необходима, то проводят обоснованный выбор, расчет и расстановку амортизаторов. Кроме этого формируются требования к прочности и жесткости элементов конструкции и решаются другие конструктивные вопросы, связанные с амортизацией.

Для обеспечения электромагнитной совместимости необходимо произвести расчеты с обоснованием требований на компоновку и монтаж конструкции, на элементы экранирования, при выполнении которых параметры паразитных сигналов (помех и наводок) не превысят уровни помехоустойчивости. Эта проблема

обеспечения помехоустойчивости является наиболее сложной при работе РЭС в диапазоне высоких и сверхвысоких частот, для такой РЭС расчет электромагнитной совместимости является обязательным.

9. РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ

В каждом дипломном проекте должна быть решена задача обеспечения надежности, оговоренной в ТЗ. На результате решения этой задачи в сильной степени влияют реальные электрические и механические нагрузки на ЭРЭ и элементы конструкции, тепловые режимы, условия эксплуатации. Производится расчет количественных характеристик надежности и сравнение их с заданными предельными значениями и с характеристиками аналога. Количественными характеристиками надежности могут быть вероятность безотказной работы за заданное время эксплуатации, наработка на отказ, интенсивность отказов и т. д.

Основное внимание должно уделяться обоснованию применения различных конструктивных мер, способствующих повышению надежности РЭС.

10. КОНСТРУИРОВАНИЕ БЛОКОВ РЭС

Объектом конструирования (разработки рабочей документации) обычно является блок РЭС средней степени сложности в виде функционально и конструктивно законченного изделия, обеспечивающего механическое и электрическое объединение составных частей, обычно выполняемых в виде функциональных ячеек.

Для рационального конструирования необходимо учесть по возможности все функциональные, конструктивные и технологические требования ТЗ и расчетов по обоснованию компоновки.

Конструирование рекомендуется проводить, начиная с эскизной проработки конструкции блока, выполняя эскиз на миллиметровой бумаге, с ориентировкой на выполнение в последующем сборочного чертежа. Если используются стандарты, регламентирующие габаритные и присоединительные размеры и другие параметры (например, для самолетной РЭС), выполнение их требований обязательно.

Конструирование блоков в общем случае состоит из следующих этапов: окончательное определение формы блока и несущих конструкций, исходя из компоновки и конструкторских расчетов, выбор средств электрического соединения, разукрупнения блока РЭС на основные конструктивно-технологические части (как на

сборочные единицы, так и в конечном счете на детали); определение формы деталей и их соединений в конструкции; обоснованный выбор материалов, заготовок, покрытий, термообработок и т. п., назначение обоснованных расчетами размерных цепей размеров и допусков; формирование требований к точности формы и расположения деталей; поверочные расчеты на прочность, жесткость и точность; оценка технологичности и уровня стандартизации.

Для блока РЭС выполняют основной КД на сборочную единицу — спецификацию (ГОСТ 2.108—68), сборочный чертеж и рабочие чертежи нескольких характерных деталей (ГОСТ 2.109—73). Выполнять несколько рабочих чертежей на однотипные детали и чертежи на простые детали (втулки, шайбы и т. п.) не рекомендуется. Также выполняются КД для проведения электрического монтажа (ГОСТ 2.413—72).

Все этапы конструирования блока РЭС освещаются в ПЗ, там же приводятся описание конструкции по сборочному чертежу, конструкторские расчеты и обоснования конструктивных решений, описание деталей (обязательно для всех тех, на которые выполнены рабочие чертежи).

В заключение должны быть сформулированы требования и устройствам более низкого, конструктивного уровня (функциональным ячейкам).

12. КОНСТРУИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЯЧЕЕК РЭС

В процессе конструирования функциональных ячеек (модулей), исходя из условий входимости в блок РЭС, максимально достижимого уровня нормализации и стандартизации необходимо:

1. разработать несущие конструкции ячеек;
2. выбрать (обоснованно) элементы крепления, контроля, фиксации, т. п.;
3. выбрать элементы электрического соединения;
4. обеспечить нормальные тепловые режимы;
5. разработать средства защиты от механических воздействий и т. д.

При конструировании функциональных ячеек рекомендуется, как и при конструировании блоков, выполнять эскиз, на котором и прорабатываются варианты исполнения. Все материалы конструирования помещаются в ПЗ. Как минимум, на одну из ячеек как на сборочную единицу выполняются спецификация, сборочный чертеж, КД на электрический монтаж, также выполняются и рабочие чертежи на несколько деталей ячейки, описания конструкций которых

необходимо привести в ПЗ (с обязательным обоснованием всех конструктивных решений).

12. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Конструирование печатных плат (ПП) заключается в определении параметров элементов печатного монтажа и топологическом проектировании.

Топологическое проектирование является одним из наиболее трудоемких процессов, выполняемых конструктором РЭС, поэтому для сложных ПП необходимо применять систему автоматизированного проектирования (САПР) с возможным использованием и автоматизированных способов изготовления.

Для одной из таких ПП выполняется спецификация, сборочный чертеж (как на сборочную единицу) и рабочий чертеж по ГОСТ 2.417-78. В случае применения САПР комплектность КД устанавливается по ГОСТ 2.123—83.

13. КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УЗЛОВ РЭС

Механические и электромеханические узлы (механизмы) могут входить как непосредственно в блоки РЭС (органы ручного управления), так и в периферийные устройства (датчики, антенны, исполнительные устройства и т. п.).

Следует отметить на необходимость согласования таких устройств с основной РЭС по эксплуатационным параметрам, сроку работы, надежности и т. п. Предпочтительно при конструировании использовать функционально-модульный принцип, в ПЗ приводятся соответствующие расчеты, обоснования и описания этих устройств в целом и деталей, входящих в них.

Графические КД в этом случае выполняются по общим требованиям стандартов ЕСКД, схемы кинематические по ГОСТ 2.703—68 с использованием условных обозначений по ГОСТ 2.770—68.

14. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В технологической части проекта проводится решение задачи обоснованного выбора оптимального метода изготовления блока или одной из составных частей РЭС, которое заключается:

1. в анализе разработанного изделия с целью оценки технологичности конструкции в соответствии стандартам ЕСКД и Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП);

2. в выборе с обоснованием схемы технологического процесса (ТП) изготовления, регулировки или контроля РЭС на основе типовых ТП;
3. в разработке основных технологических документов (маршрутной карты, эскизов, операционной карты, схемы сборочного состава, технологической инструкции и др.) в соответствии требованиям стандартов ЕСТПП и Единой системы технологических документов (ЕСТД).

Расчеты и обоснования принятых технологических решений приводятся в технологическом разделе ПЗ, технологические документы комплектуются в отдельный альбом с титульным листом и подшиваются к ПЗ.

15. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Оформление дипломного проекта должно удовлетворять требованиям действующих стандартов ЕСКД по оформлению конструкторской документации и ГОСТ 19600-74.

Общие требования. Текст пояснительной записки пишется чернилами на одной стороне стандартного листа формата *А* (210 x 297 мм) с полями: слева - 30 мм, справа - 10 мм, сверху 15 мм, снизу - 20 мм.

Нумерация листов - сквозная. Первым является титульный лист вторым - техническое задание, третьим - аннотация и т.д. Номера листов проставляются арабскими цифрами в правом верхнем углу. *А* занятые иллюстрациями (схемами, графиками...), таблицами, список использованных источников и приложения нумеруются так же, как листы с основным текстом. На титульном листе номер не ставится.

Пояснительная записка должна быть переплетена. Отзыв руководителя проекта и рецензия в состав записки не включается.

Особое внимание следует обратить на аккуратность оформления записки. Не допускается включать в записку измятые и грязные листы зачеркивание слов в тексте, исправление по написанному, надстрочное и подстрочное написание пропущенных букв и слов и т.п.

Основную часть пояснительной записки разделяют на разделы, при необходимости на подразделы и пункты. Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа.

Разделы и подразделы должны иметь тематические заголовки, которые должны быть краткими и соответствовать содержанию.

Перенос слов в заголовках и подчеркивание заголовков не допускаются. Точку в конце заголовков не ставят.

Заголовки разделов записываются прописными буквами, а заголовки подразделов - строчными (кроме первой прописной).

Слова, написанные на отдельной строке прописными буквами: АННОТАЦИЯ, СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ служат заголовками соответствующих структурных частей записки.

Разделы нумеруются арабскими цифрами с точкой в пределах записки. Введение и заключение не нумеруются.

Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого дела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела также ставится точка, например: 2.1., 2.2. и т.д.

Пункты нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например: 2.5.1., 2.5.2. и т.д.

Язык и стиль изложения пояснительной записки должны быть четкими, краткими, исключающими возможность субъективного толкования. Терминология, определения, наименования и обозначения должны быть едиными на протяжении всего текста и соответствовать установленным стандартам к общепринятыми в научно-технической литературе.

Не следует применять в тексте неконкретные выражения типа: "достаточная точность", "хорошее совпадение" и т.п., а также употреблять сложные обороты речи, жаргонные выражения.

Нужно стремиться к тому, чтобы смысл изложения мог понимать специалист не только в данной области, но и смежной.

Следует избегать включения в текст общих положений, взятых из учебников. Лучше сослаться на соответствующую литературу и привести отдельные выводы или формулы.

Сокращения слов в тексте и подписях к иллюстрациям, как правило, не допускаются. Исключение составляют сокращения, установленные ГОСТ 2.316-68. При необходимости введения необщепринятых сокращений их следует расшифровать при первом упоминании.

Таблицы. Цифровой материал рекомендуется оформлять в виде таблиц. Таблицу помещают сразу за первым упоминанием о ней. Каждая таблица должна иметь содержательный заголовок, который располагают сверху таблицы.

Нумерация таблиц осуществляется в пределах каждого раздела арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, и помещается над

верхним углом таблицы выше заголовка в следующем виде: "Таблица 2.1.\ "Таблица 2.2." и т.д. Если в записке только одна таблица, то ее не нумеруют и слово "Таблица" не пишут.

При ссылке на таблицу в тексте слово "Таблица" пишут полностью, если таблица не имеет номера, и сокращенно - если имеет номер, например: "... в табл. 2.1."

Иллюстрации необходимо выполнять на отдельных листах, формат которых равен формату листов с текстом, допускается выполнение иллюстраций; на кальке на миллиметровке указанного формата. Если позволяет масштаб, то на одном листе можно размещать несколько иллюстраций, но только таким образом, чтобы не было разрывов в их нумерации.

Размещают листы с иллюстрациями сразу же после ссылки на тексте. Лист с несколькими иллюстрациями располагают после ссылки на последний рисунок данного листа. Иллюстрации должны быть удобно читаемыми; без поворота записки или с поворотом по часовой стрелке.

Нумеруются иллюстрации последовательно в пределах каждого листа арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела, порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: "Рис.3.1.", "Рис.3.2." и т.д. При ссылке на иллюстрацию в тексте указывается ее номер, например: "... приведена на рис. 3.2."

Каждая иллюстрация должна иметь содержательное наименование. При необходимости иллюстрации снабжают поясняющими данными. Наименование иллюстрации помещают над ней, поясняющие данные - под ней, еще ниже помещают номер иллюстрации. Иллюстрации дополняют текст, облегчают понимание сути излагаемых процессов, поэтому подбор и оформление иллюстраций, необходимо выполнять тщательно. При оформлении иллюстраций, содержащих чертежи и схемы, следует руководствоваться требованиями стандартов ГОСТ 2.109-73 и ГОСТ 2.701-76.

Чертежи, поясняющие принцип действия, должны содержать те элементы, без которых этот принцип не может быть объяснен, на рисунках конструкций приборов, узлов и деталей допускаются упрощения изображения конструктивных элементов.

Рекомендуется избегать словесных надписей на рисунках. Их заменяют цифрами или буквенными обозначениями, которые расшифрованы в подрисуночном или основном тексте. При обозначении блоков и в структурных и функциональных электрических схемах предпочтение следует отдавать буквенным обозначениям.

В принципиальных электрических схемах величины элементов, схемы (резисторы, конденсаторы и др.), надо приводить на рисунке, а не в подрисуночной надписи. Это облегчает чтение.

Графики должны отображать обобщенные результаты теоретических или экспериментальных исследований, иллюстрирующие найденные закономерности.

Изображение графика должно быть компактным. Координатные и кривые функциональных зависимостей должны быть предельно близко друг к другу. С внешней стороны координатных осей наносятся числовые значения физических величин в абсолютных или относительных единицах. Кроме того на графике помечают надписи указывающие наименование или буквенное обозначение физических величин и единиц их измерения, разделенные запятой, например: "Частота, Гц" или " F , Гц". Для удобства построения и отсчетов на графике рекомендуется наносить координатную сетку с шагом не менее 5 мм.

Для различения нескольких кривых, помещаемых на один график, можно использовать вид линий (непрерывная, штриховая и т.п.) их цвет, разные по конфигурации фигуры (кружки, квадраты т.п.), обозначение цифрами. Все условные обозначения должны быть расшифрованы в подрисуночной подписи.

Формулы в записке должны быть написаны разборчиво и аккуратно. При выборе символов, входящих в формулу, и обозначений единиц измерения физических величин рекомендуется использовать стандарт СЭВ 1052-78.

Пишутся формулы с красной строки, симметрично относительно краев основного текста. Значения символов с указанием размерности приводятся непосредственно под формулой в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа следует давать с новой строки, причем первую строку начинают со слова "где", а после формулы ставят запятую.

Обозначение единиц измерения в формулу следует помещать только после конечного вычисления числового значения физической величины, при этом обозначение единиц в скобки не заключается.

Нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки в тексте. Нумерацию осуществляют последовательно в пределах каждого раздела арабскими цифрами. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Помещают номер справа у поля листа на уровне нижней строки формулы и заключают в круглые скобки. При ссылке в тексте на формулу указывается ее номер в скобках.

Список использованных источников составляется в порядке появления ссылок в тексте записки.

Библиографическое описание источника в зависимости от его типа (книга, статья и т.п.) должно включать в себя фамилию и инициалы автора, заглавие книги, статьи или отчета, номер и название авторского свидетельства, место, наименование издательства или, издана год издания, номер тома, серии, выпуска и номер издания, количество или номера страниц, на которых помещен источник.

Фамилию автора приводят в именительном падеже. Если документ написан двумя авторами или более, то их фамилии нужно писать в последовательности, в какой они указаны в этом источнике, причем перед фамилией каждого последующего автора ставят запятую. При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилию только первого автора со словами "и др."

Ниже приведены примеры оформления библиографических описаний

Для книг:

1. Максимов М.В., Горгонов Г.И. Радиоэлектронные системы наведения. - М.: Радио и связь, 1982. - 304с.

2. Теоретические основы радиолокации. /А.А.Коростелев и др. Под ред. В.Е.Дулевича. - М.: Сов.радио, 1978. - 608с.

Для статьи:

1. Баклицкий В.К. О синтезе оптимальных пеленгационных систем - Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1969, №1, с. 1 163.

2. Дудник П.И. Моноимпульсные радиолокационные устройства. В кн.: Радиотехника (итоги науки и техники). - М.: ВИНТИ, 1972, т. 3, с. 5-73,

Для патентных документов:

1. А.с. 287105 (СССР). Формирователь импульсных последовательностей. (Ю.Д. Шишман. Оpubл. в Б.И.,-1979, & 35.)

Для нормативно—технических документов:

1. ОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам. - М.: Каталог стандартов, мер и измерительных приборов.

Для справочных документов:

1. Радиоизмерительные приборы. Каталог - проспект. - М.: НИИЭИР, 1978. - 121с.

В тексте записки ссылки на источники осуществляются в виде порядкового номера по списку источников, выделенного двумя косыми.

Приложения оформляются как продолжение пояснительной записки на последующих ее листах. Каждое приложение начинается с нового листа с указанием в правом верхнем углу слова "Приложение".

Если в записке имеется два или больше приложений, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: "Приложение 1", "Приложение 2" и т.д.

Каждое приложение должно иметь тематический заголовок. Содержание каждого приложения, при необходимости, разбивают на разделы, подразделы и пункты, которые нумеруются арабскими цифрами отдельно по каждому приложению, например: П1.1., П1.1.3., П.1.3.2.

Рисунки, таблицы и формулы в приложениях нумеруют в пределах каждого приложения, например: "Рис. П.1.3.", "Таблица П.1.2."

Графическая часть дипломного проекта выполняется на стандартных листах, как правило, формата А4. Допускается применение дополнительных форматов, образованных увеличением широкой стороны формата А4 на величину, кратную формату А4.

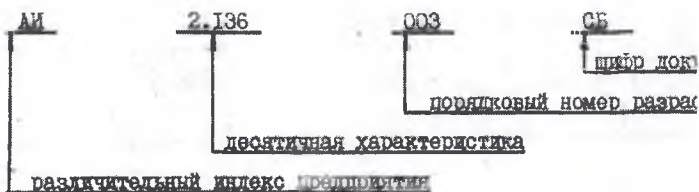
Чертежи и схемы выполняются, как правило, в карандаше или на плоттере. Толщина основной линии должна быть в пределах от 1,0 до 1,5 мм, а расстояние между двумя параллельными линиями - не менее 1,0 мм. Графики иллюстративных чертежей допускается выполнять цветной тушью или фломастером линиями толщиной до 3 мм. Все надписи на чертежах выполняются стандартным шрифтом.

Все листы должны иметь рамку, которая наносится внутрь от границы формата сплошной основной линией на расстоянии слева - 20 мм, справа, сверху и снизу - 5 мм.

В правом нижнем углу листа размещают основную надпись. На чертежах и схемах надпись выполняют по форме 1, на иллюстративных чертежах и первом листе текстовых документов - по форме 2, на последующих листах текстовых документов - по форме 2а.

Графа 1 - наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное.

Графа 2 - обозначение документа. Обозначение (нумерация) технических документов производится по обезличенной десятичной (децимальной) системе в соответствии со специальным классификатором, входящим в ЕСКД (ГОСТ 2.201-68). В общем виде номер составляет в виде различительного индекса предприятия двумя прописными буквами русского алфавита, десятичной характеристики, порядкового номера разработки и шифра документа, например:



Для удобства чтения и единообразия написания номер записывают в следующем виде: СГАУ2.136.003 СБ.

В качестве различительного индекса рекомендуется использовать сочетание букв "СГАУ", означающих "Самарский государственный аэрокосмический университет".

Шифр документа определяется стандартами ЕСКД.

ПЗ - пояснительная записка;

ТО - техническое описание;

ТУ - технические условия;

СБ - сборочный чертеж;

ПЭ - перечень элементов принципиальной электрической схемы;

СП - спецификация;

Э1 - структурная схема;

Э2 - функциональная схема;

Э3 - принципиальная электрическая схема;

Э4 - схема соединений;

ДД - демонстрационные документы.

Графа 3 - обозначение материала, заполняется только на чертеже деталей.

Графа 4 - литера, присвоенная данному документу и зависящая стадии разработки изделия. Документам дипломного проекта присваивается литера "У" - учебный.

Графа 5 - масса изделия (кг).

Графа 6 - масштаб.

Графа 7 - порядковый номер листа.

Графа 8 - общее количество листов.

Графа 9 - наименование выпускающей кафедры.

Графа 10 - перевернутое на 180° обозначение документа.

В строке "Разраб." приводится фамилия и инициалы -студента, подпись и дата.

В строке "Проверил" - фамилия и имя руководителя проекта; подпись и дата.

В строке "Н-контр." - фамилия и инициалы рецензента, подпись и дата.

Электрические схемы- должны быть выполнены компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения. Количество изломов и пересечений линий связи должно быть минимальным. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

При выполнении схем применяют условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД (ГОСТ 2.721. ГОСТ 2.752).

Элементы, составляющие функциональные группы или устройства, на схемах можно выделять штрихпунктирными тонкими линиями. На схемах допускается изображать отдельные элементы, не входящие в устройство, но необходимые для разъяснения принципов его работы. Такие элементы и устройства изображают на схеме штрихпунктирными тонкими линиями или штриховыми.

На структурных и функциональных схемах допускается помещать поясняющие надписи, а также указывать параметры процесса в характерных точках (формы и параметры объектов, значения токов, напряжений частоты настройки и тп.). При изображении на функциональной схеме отдельных элементов необходимо указывать их позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме.

Принципиальная электрическая схема вычерчивается для отключенного состояния устройства. Условные изображения элементов на схеме выполняют в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Каждый элемент должен иметь позиционное обозначение, составленное из буквы и порядкового номера элемента, например: Р1, Р3, и т.п. Порядковые номера присваиваются элементам, начиная с единицы в пределах группы элементов, которым на схеме присвоены одинаковые буквенные обозначения. Нумерацию элементов производят слева направо

В графе. "Поз.обозначение" записывают позиционное обозначение элемента на схеме.

В графе "Обозначение" - обозначение основного конструкторского документа.

В графе "Наименование" - наименование элемента и номер документа, на основании которого этот элемент применен (ГОСТ, ТУ).

В графе "Кол-во" - количество одинаковых по типу и номинал каждому значению элементов, имеющих последовательные позиционные обозначения без перерывов.

В графе "Примечание" - данные, не содержащиеся в наименовании элемента, например: параллельное или

последовательное соединение элементов, необходимость подбора при настройке и т.п.

Перечень элементов размещают над основной надписью схемы, с большим числом элементов перечень выполняется на листах формата помещается в виде приложения в пояснительную записку. Первый из перечня имеет основную надпись по форме 2, а последующие листы форме 2а.

Сборочный чертеж допускается выполнять с упрощениями, без показа мелких элементов конструкции и монтажа, на таких, как фаски, проточки, малогабаритные резисторы, конденсаторы и т.п. Сборочные единицы, входящие в состав изделия, допускается приводить в виде контуров без детализации внутреннего содержания Места и способы крепления элементов и сборочных единиц обязательно должны быть показаны на чертеже.

Позиционные номера составных частей изделий проставляются на полках линий - выносок. Наименование, обозначение и количество составных частей указывают в спецификации, которую размещают над с основной надписью чертежа или выполняют на листах формата А1 и номер приложения пояснительной записки.

16. РАСЧЕТЫ И РАЗРАБОТКИ В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТЕ

Документы в виде плакатов должны иметь тематический заголовок и подписи дипломника и руководителя проекта. Формат плакатов А1. Текстовые документы проекта и графические, формата А4, брошюруются в папку и располагаются в следующем порядке:

1. Титульный лист дипломного проекта (альбома документов) с указанием наименования и обозначения проектируемой РЭС, подписями дипломника, руководителя проекта и консультантов от специальных кафедр. Титульный лист дипломного проекта является первым листом ведомости дипломного проекта и выполняется на типовом бланке.

2. Ведомость дипломного проекта — текстовый КД (шифр ДП) с перечнем всех входящих в дипломный проект документов, имеет разделы «Общая документация», «Документация по сборочным единицам» и «Документация по деталям». Требования к оформлению ведомости дипломного проекта соответствуют требованиям к ведомости эскизного или технического проектов, изложенным в стандартах ЕСКД.

3. Техническое задание в оригинале, утвержденное заведующим выпускающей кафедры.

4. Аннотация дипломного проекта объемом не более 1 листа с освещением поставленной задачи и кратким содержанием

выполненной работы (ГОСТ 7.9—77).

5. Пояснительная записка с приложениями—текстовый КД выполняется на листах белой писчей бумаги формата А4. Текст и рисунки допускается выполнять чернилами черного, синего или фиолетового цвета. Титульный лист ПЗ допускается не выполнять, заглавный лист с основной надписью в этом случае, становится первым в ПЗ. ПЗ в целом содержит следующее: содержание, введение, основная часть, заключение, список литературы, приложения. Общие требования к оформлению текстовых документов регламентированы ГОСТ.2.105—79, ГОСТ 2.106—68.

6. Другие текстовые и графические документы проекта, имеющие формат А4 (спецификации, перечни элементов, таблицы, технологические документы и т. п.).

17. РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

За 5 дней до установленного срока защиты дипломный проект должен быть закончен, титульный лист подписан студентом-дипломником, консультантами и руководителем проекта, графический материал подписан дипломником и руководителем. Законченный проект представляется на кафедру и после просмотра направляется на рецензию. В качестве рецензентов назначаются высококвалифицированные инженеры предприятий и преподаватели родственных вузов. Срок рецензии – 2...3 дня.

Рецензент обязан на специальном бланке дать оценку дипломному проекту в целом и отдельным его частям. В рецензии необходимо охарактеризовать проект по следующим аспектам:

- соответствует ли рецензируемый проект специальности;
- отражены ли передовой производственный опыт и достижения науки в данной области;
- нет ли в дипломном проекте неправильных трактовок отдельных вопросов, неверных формулировок, правильна ли принятая терминология;
- ориентируется ли дипломник на применение в технических решениях современной элементной базы;
- соответствует ли стиль изложения характеру проекта как самостоятельной инженерной работы;
- правильно ли построение проекта, соответствует ли объем отдельных частей их значимости;
- соблюдены ли новейшие нормативы, ГОСТ, формульная символика единообразно в буквенных обозначениях и т.д.;

- как решены вопросы унификации и стандартизации элементной базы, схемных и конструктивных решений, выбора материалов и т.п.;
- соответствует ли графический материал текстовому; что в проекте является оригинальным;
- какова степень самостоятельности работы автора над проектом;
- полно ли использована фундаментальная и периодическая отечественная и зарубежная научно-техническая литература;
- каково качество графического материала.

В рецензии могут быть освещены и другие вопросы по усмотрению рецензента.

В заключении рецензент должен оценить дипломный проект с указанием недостатков по 4-х балльной системе, подписать титульный лист пояснительной записки

Полностью готовый проект с отзывом руководителя проекта и рецензией представляется на кафедру для получения допуска к защите.

Для удобства и облегчения работы над проектом на кафедре имеются готовые бланки следующих документов:

- 1) титульный лист к пояснительной записке,
- 2) бланк задания,
- 3) бланк отзыва руководителя проекта,
- 4) направление на рецензии,
- 5) бланк рецензии,
- 6) информационная карта,
- 7) заявление на оплату за рецензию и руководство дипломным проектированием.

18. ПОДГОТОВКА К ЗАЩИТЕ И ЗАЩИТА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Расписание работы Государственной аттестационной комиссии составляется секретарем ГАК не позднее, чем за два месяца до начала работы ГАК, согласовывается с председателем ГАК и деканом факультета и доводится до сведения студентов и кафедр.

Запись на защиту (согласно расписанию) производится у секретаря ГАК заранее (в декабре).

На защиту представляется дипломный проект (пояснительная записка с отметкой-допуском к защите и графический материал), отзыв руководителя и рецензия

На доклад по теме проекта обычно дается не более 10 мин., и дипломник должен правильно использовать это время. Доклад должен быть составлен заранее со всей тщательностью. В докладе следует

четко изложить цель и задачи проекта, краткое содержание всех частей проекта.

При изложении содержания необходимо придерживаться того же порядка, что и при разработке проекта, т.е., изложив тему задания и исходные данные, следует остановиться на их анализе, выборе функциональной схемы, указать, что было рассчитано, сконструировано, какие проведены эксперименты и каковы полученные результаты.

Прибегать в докладе к помощи доски и мела не следует.

Если в процессе проектирования были изготовлены тот или иной узел, блок, прибор, экспериментальная установка, то желательно их продемонстрировать на защите. Мелкие, частные вопросы в докладе следует опустить.

Оригинальные схемные, конструктивные решения или интересные экспериментальные результаты должны быть изложены достаточно полно.

При составлении плана доклада дипломнику необходимо посоветоваться с руководителем проекта.

Размещение графического материала на демонстрационных стендах необходимо производить в такой последовательности, в какой дипломник будет пользоваться им во время защиты.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гелль П.П., Иванов-Есипович Н.К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры: учебн. для ВУЗов. – Л.: Энергоатомиздат., 1984.
2. Конструирование РЭС. Учеб. пособие по курс. проектир./П.Е. Молотов, А.Н. Чекмарев – Куйбышев; КУАИ, 1991, - 22с.
3. Конструирование электрических соединений РЭС. Учеб. пособие по курс. и диплом. проектир./А.Н. Чекмарёв – Самара; СГАУ, 1993, - 26 с.
4. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств по совокупности показателей качества. – Сов.радио, 1975.
5. Компановка и конструкции микроэлектронной аппаратуры: Справочное пособие/Под ред. Б.Ф. Высоцкого, В.Б. Пестрякова, О.А. Пятлина. – М.: Радио и связь, 1983.
6. Павловский В.В., Васильев В.И., Гутман Т.Н. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА: Учебн. пособие для ВУЗов. – М.: Радио и связь, 1982.
7. Технология РЭА: Метод. указания/Сост. Б. Н. Березков и др. – Куйбышев: КуАИ, 1987.
8. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справ. пособие/Э.Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликов, Т.П. Новикова. – М.: Радио и связь, 1984.
9. РД КуАИ 144-1-87. Требование к оформлению учебных текстовых документов. Метод. указание.
10. Швецов Ю.Ф. Техничко-экономическое обоснование разработки новой РЭА: СГАУ, 1995.
11. Сенина О.А. Дипломное проектирование раздела «Охрана труда»: Метод. указания. – Самара: КуАИ. 1988.

Учебное издание

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ И
РЕЦЕНЗИРОВАНИЮ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 210201**

Методические указания

Составители: Анатолий Васильевич Зеленский
Галина Фёдоровна Краснощёкова

Самарский государственный аэрокосмический
университет имени академика С.П. Королёва,
443086, Самара, Московское шоссе, 34