

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет им.А.Г. и Н.Г Столетовых
Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Методические указания для студентов специальностей

210201

”Проектирование и технология радиоэлектронных средств”

210202

”Проектирование и технология электронно-вычислительных средств”

Владимир 2010

УДК 621.396.6(075)

ББК 32.844

Рецензент

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета.

Дипломное проектирование: Метод. указания для студентов специальностей 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и 210202 "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств" /Сост. В.Б.Дмитриев, Г.Ф.Долгов, В.Р.Асланянц, А.А.Варакин, В.В.Евграфов, Е.А. Калинин.; Под общ. ред. В.Б.Дмитриева и Г.Ф.Долгова; Владим. гос. ун-т. Владимир, 2010. 73 с.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов специальностей 210201 – "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и 210202 – "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств" и содержат необходимые сведения об организации дипломного проектирования, содержании и особенностях выполнения всех частей дипломного проекта (работы), а также правилах оформления пояснительной записки, конструкторских, технологических и других документов.

Предназначены для студентов-дипломников указанных специальностей всех специализаций и форм обучения.

Ил.5.

Содержание

1	Введение	5
2	Общие положения	5
2.1	Цели и задачи дипломного проектирования	5
2.2	Тематика дипломного проектирования	6
2.3	Организационные вопросы дипломного проектирования	7
3	Задание на дипломный проект (работу)	11
4	Перечень и объём разрабатываемых документов	13
5	Содержание текстовых документов дипломного проекта (работы) и требования к их выполнению	15
5.1	Общие сведения	15
5.2	Пояснительная записка дипломного проекта (работы)	15
5.3	Особенности выполнения и оформления дипломных работ, посвящённых разработке программных средств	30
5.4	Особенности выполнения и оформления дипломных проектов и работ, выполняемых с внедрением микропроцессорных средств	31
6	Оформление текстовой части дипломного проекта (работы)	34
6.1	Состав альбома документов дипломного проекта (работы) ...	34
6.2	Оформление аннотации	35
6.3	Оформление пояснительной записки	36
7	Оформление графических документов, спецификаций и перечней элементов	47
7.1	Общие сведения	47
7.2	Спецификации	49
7.3	Сборочные чертёжи.....	52
7.4	Чертежи деталей	54
7.5	Состав и кодировка схем	57
7.6	Электрические схемы	59
7.7	Перечни элементов	64
7.8	Схемы алгоритмов	66
8	Рецензирование дипломного проекта (работы)	67
9	Подготовка к защите и защита проекта (работы)	68
9.1	Подготовка к защите	68
9.2	Рекомендации по подготовке доклада	69

9.3 Рекомендации по созданию презентации	70
9.4 Защита	71
9.5 Оценка работы	72
Приложение А Требования ГОС к специалистам	88
Приложение Б Пример оформления задания на дипломный проект	91
Приложение В Пример оформления задания на дипломную работу	93
Приложение Г Титульный лист и пример оформления частного технического задания	95
Приложение Д Пример оформления описи альбома	102
Приложение Е Пример оформления титульного листа альбома текстовых документов дипломного проекта (работы)	103
Приложение Ж Пример оформления аннотации	104
Приложение И Пример оформления листа "Содержание" пояснительной записки	105
Приложение К Пример оформления библиографии	106
Приложение Л Указания по сбору необходимой информации для экономических обоснований технических решений в дипломных проектах и работах специальностей 210201 и 210202	107
Приложение М Содержание организационно-экономической части дипломного проекта (работы)	108
Приложение Н Программные средства, рекомендуемые студентам для дипломного проектирования	109
Приложение П Схемы выбора микроконтроллеров и ПЛИС при выполнении дипломных проектов и работ	109
Приложение Р Пример выполнения спецификации	113
Приложение С Пример выполнения перечня элементов	115

1 Введение

Выполнение выпускной квалификационной работы является заключительным этапом обучения студентов в вузе.

В соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта (ГОС) направления "Проектирование и технология электронных средств" выпускные квалификационные работы студентов специальностей 210201 – "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и 210202 – "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств" могут выполняться в форме дипломного проекта или дипломной работы.

Тема дипломного проекта (работы) должна быть реальной и актуальной и по своему содержанию соответствовать современному уровню науки и техники.

В процессе дипломного проектирования и защиты студент должен показать соответствие уровня своей профессиональной подготовки требованиям ГОС, проявить компетентность в области проектирования и технологии радиоэлектронных (электронно-вычислительных) средств и умение эффективно использовать современные программно-аппаратные средства при проектировании и представлении результатов работы.

Требования ГОС к специалистам приведены в приложении А.

2 Общие положения

2.1 Цели и задачи дипломного проектирования

Основной целью дипломного проектирования является систематизация, закрепление, углубление и подтверждение теоретических знаний, полученных в процессе обучения, а также дальнейшее развитие умений и навыков самостоятельного проектирования электронных средств.

Важной стороной дипломного проектирования является комплексное (системное) решение схемотехнических, конструкторских, технологических, экономических и других вопросов в их взаимосвязи.

Частные задачи, решаемые в процессе дипломного проектирования, будут рассмотрены далее.

2.2 Тематика дипломного проектирования

В соответствии с требованиями ГОС выпускная квалификационная работа инженера (дипломная работа или дипломный проект) должна представлять собой законченную научно-исследовательскую, проектную или технологическую разработку, связанную с решением актуальных задач, определяемых особенностями подготовки по конкретной специальности направления «Проектирование и технология электронных средств».

Это может быть разработка радиоэлектронного (электронно-вычислительного) устройства практически любого назначения и достаточной сложности, разработка технологического процесса производства такого устройства или проведение теоретического или экспериментального исследования в области проектирования и производства радиоэлектронных или электронно-вычислительных средств.

С точки зрения глубины проработки различных вопросов могут выполняться проекты конструкторско-схемотехнического, конструкторского или конструкторско-технологического профиля и дипломные работы.

К **конструкторско-схемотехническим** относятся проекты, в которых наряду с решением конструкторских, технологических и других задач проектирования дипломником синтезируются или существенно перерабатываются электрические схемы разрабатываемого изделия. Тема проекта формулируется как «*Разработка (или модернизация)...*» (указать наименование разрабатываемого устройства).

В проектах **конструкторского профиля** наиболее глубоко и детально отрабатываются вопросы конструирования проектируемого изделия и его частей. Тема проекта формулируется как «*Разработка конструкции (или модернизация конструкции)...*» (указать наименование разрабатываемого устройства).

В проектах **конструкторско-технологического профиля** большее внимание уделяется разработке технологических процессов изготовления изделия и его частей и, при необходимости, разработке средств технологического оснащения. Тема проекта формулируется как «*Конструкторско-технологическая разработка...*» (указать наименование разрабатываемого устройства).

Выбор профиля темы зависит от специальности и специализации дипломника, цели проектирования, особенностей задания на проектирование и места выполнения проекта.

Дипломные работы должны быть нацелены на проведение теоретического или экспериментального исследования. К дипломным работам может быть отнесена и разработка программно-аппаратных комплексов. Наименования тем дипломных работ должны включать слова «*Исследование...*», «*Исследование и разработка...*» (указать наименование исследуемого или разрабатываемого устройства или процесса). Содержание дипломных работ определяется индивидуально для каждого студента, а их темы утверждаются на Ученом Совете факультета. Дипломные работы могут выполнять студенты, обучавшиеся на «хорошо» и «отлично» и проявившие склонность к научным исследованиям.

По согласованию с руководителем могут быть даны другие формулировки тем дипломных проектов (работ).

2.3 Организационные вопросы дипломного проектирования

Дипломное проектирование по специальностям 210201 и 210202 проводится в 10 семестре. Однако начинать целенаправленную работу над дипломным проектом нужно в начале восьмого семестра, когда определяется тема курсового проекта по дисциплине «Информационные технологии проектирования электронных средств». Целесообразно на этом этапе выбрать актуальную тему, которая впоследствии перерастет в дипломный проект. А курсовой проект по указанной дисциплине в этом случае станет частью выпускной квалификационной работы бакалавра и дипломного проекта. Частично, в рамках курсовой работы по дисциплине «Организация и планирование производства» могут быть предварительно рассмотрены экономические аспекты дипломного проекта. Дальнейшее развитие выбранная тема может получить на конструкторской практике после 8-го семестра, затем в 9-м семестре при выполнении курсового проекта по дисциплине «Технология радиоэлектронных средств» («Технология электронно-вычислительных средств») и в десятом семестре на преддипломной практике и дипломном проектировании.

Менее предпочтительно, но также возможно выбрать реальную тему дипломного проекта во время конструкторской практики, особенно, если

она проходит по месту будущего трудоустройства. И наименее предпочтительный вариант – выбрать тему в 9-ом семестре.

Во всех случаях не позднее 14-й недели 9-о семестра должен быть определён руководитель, выбрана тема дипломного проекта (работы) и составлено задание на проектирование. Для закрепления и утверждения темы дипломного проекта (работы) студент должен представить заведующему кафедрой заявление о закреплении темы и предварительный вариант задания на проектирование, подписанные студентом и руководителем.

К началу преддипломной практики студент и руководитель дипломного проектирования составляют график работы над проектом, в строгом соответствии с которым должна выполняться вся дальнейшая работа над дипломным проектом. График охватывает период преддипломной практики и дипломного проектирования.

На преддипломной практике должно быть выполнено не менее 30% всего объёма работ, предусмотренных заданием. В период практики рекомендуется провести обзор материалов по теме проекта, выполнить анализ технического задания, при необходимости разработать частное техническое задание и представить его на утверждение по окончании практики. Также в период практики следует разработать варианты дизайнерских и общих конструктивных решений, выбрать комплектующие и материалы. Если в процессе дипломного проектирования предполагается разработка схем, то она также должна быть выполнена за время практики.

В процессе преддипломной практики необходимо определиться с базовым предприятием для изготовления разрабатываемого устройства, особенностями технологического оборудования, имеющегося на этом предприятии, возможностями кооперации. В этом вопросе существенную пользу могут оказать материалы, собранные на технологической и конструкторской практиках. Знания о базовом предприятии необходимы для обоснования выбора технологических процессов изготовления деталей и сборки изделия, а также для решения экономических задач дипломного проектирования.

По экономической части дипломного проекта необходимо собрать информацию в соответствии с приложением Л.

Чтобы сформулировать тему раздела экологии и безопасности жизнедеятельности необходимо проанализировать вредные и опасные

факторы, возникающие при изготовлении, эксплуатации и утилизации разрабатываемого устройства.

К концу преддипломной практики должны быть написаны: введение, анализ технического задания, маркетинговое исследование, схемотехническая часть (если она есть), первые подразделы конструкторской части (предварительные варианты) и представлены чертежи схем (Э2, Э3), общего вида разрабатываемой конструкции (либо эскизный вариант сборочного чертежа изделия или его фотореалистичная модель), чертеж печатной платы и сборочный чертеж ячейки с разработанной платой.

Не позже чем за неделю до окончания практики студент может выйти к руководителю с обоснованным предложением о корректировке темы и задания на дипломное проектирование. При согласии руководителя оформляется и утверждается новое задание на проектирование.

В конце практики студент защищает руководителю практики совместно с руководителем дипломного проектирования (если это различные люди) отчёт по практике, в который включены выполненные текстовые и графические документы по дипломному проекту и принятые решения. По результатам защиты отчёта по практике корректируется график работы над проектом.

Материалы по организационно-экономической части и разделу экологии и безопасности жизнедеятельности должны быть представлены по окончании практики соответствующим консультантам.

В течение всего срока дипломного проектирования студент обязан еженедельно предоставлять руководителю разрабатываемые материалы. О случаях непосещения студентом очередных консультаций руководителя сообщают заведующему кафедрой. В конце каждого месяца руководитель проекта оценивает выполненную студентом работу и докладывает о ходе работы заведующему кафедрой или на заседании кафедры. Студент, не выполняющий требования руководителя и консультантов, может быть отстранен от выполнения дипломного проекта и не допущен до защиты.

Желательно, чтобы результаты, полученные при проектировании, были приняты к внедрению на предприятии или в организации, о чём дипломник должен представить справку при защите проекта.

По окончании всей работы руководитель и консультанты проверяют альбом документов, чертежи и плакаты с целью устранения возможных ошибок. Весь комплект документов и письменный отзыв руководителя представляются на предзащиту. После успешной предзащиты перед комиссией, в которую входят 2-3 преподавателя (сотрудника) кафедры, и, в том числе, руководитель дипломного проекта, полностью оформленные документы дипломного проекта предоставляются заведующему кафедрой. Заведующий кафедрой назначает рецензента. После получения рецензии на дипломный проект (работу) заведующий кафедрой принимает решение о допуске к защите и делает соответствующую запись на титульном листе альбома документов.

Сроки выполнения всех этапов работы приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Сроки выполнения основных этапов работы по дипломному проектированию

Срок выполнения	Содержание работы	Примечания
8 семестр 1-2 неделя	Предварительный подбор темы дипломного проекта и оформление задания на курсовой проект по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС (ЭВС)» в соответствии с темой дипломного проекта	Желательно
8 семестр	Выполнение курсового проекта по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС (ЭВС)» и конструкторского раздела выпускной квалификационной работы бакалавра (если она есть), а также курсовой работы по дисциплине «Организация и планирование производства» в соответствии с темой дипломного проекта (работы)	Желательно
Конструкторская практика	Подбор материалов по теме дипломного проекта, расширение круга аналогов, проработка вариантов конструкторских решений	Желательно
9 семестр 10-14 неделя	Определение руководителя дипломного проектирования, оформление и утверждение темы дипломного проекта (работы) и задания на дипломное проектирование	Обязательно
К началу 10 семестра	Составление графика работы над дипломным проектом и задания на преддипломную практику	Обязательно
Преддипломная практика	Выполнение задания на практику, подбор материалов по всем разделам дипломного проекта (работы), проработка и написание предварительного варианта аналитического, схемотехнического и конструкторского разделов пояснительной записки и соответствующих чертежей; выбор базового предприятия	Обязательно

Продолжение таблицы 2.1

Срок выполнения	Содержание работы	Примечания
10 семестр 5-15 недели	Работа над дипломным проектом в соответствии с графиком с еженедельным представлением отчётных материалов руководителю проектирования	Обязательно
10 семестр 16-17 недели	Представление всех материалов по дипломному проекту руководителю и на предзащиту	Обязательно
10 семестр 18 неделя	Оформление допуска к защите в ГАК и получение рецензии	Обязательно
10 семестр июнь	Защита дипломного проекта в ГАК	

3 Задание на дипломный проект (работу)

Задание на дипломный проект (работу) оформляется в форме типового бланка. Пример задания на дипломный проект дан в приложении Б, а на дипломную работу – в приложении В.

В задании на дипломный проект (работу) указываются фамилия, имя и отчество студента, тема проекта (работы), срок выполнения, номер и дата утверждения приказа на тему, данные о руководителях и консультантах.

В содержательной части приводятся исходные данные для проектирования, перечень основных подлежащих разработке вопросов, виды и общий объём разрабатываемых графических материалов.

В *исходных данных* приводятся требования:

- к функциональным параметрам или свойствам устройства в виде ссылки на частное техническое задание (для проектов конструкторско-схемотехнического профиля; пример оформления частного технического задания см. в приложении Г), схемы электрической принципиальной проектируемого устройства или аналога (для остальных);

- надёжности (наработка на отказ или иные требования, определяемые спецификой и назначением устройства, например: наработка на отказ не менее 25000 часов);

- конструктивными особенностями (определяются назначением и объектом установки изделия. Это могут быть требования к размерам, массе, присоединительным элементам конструкции, способам общего охлаждения и вибро-, ударозащиты, особенностям подключения входных и выходных цепей и источников питания и другие);

- технологичности (определяются условиями производства и количеством изделий, выпускаемых за какой-то интервал времени – год, квартал, месяц, и особенности предприятия-изготовителя);

- условия эксплуатации (в виде ссылки на ГОСТ и группу, с указанием параметров, отличающихся от типовых в данной группе).

Примерный перечень подлежащих разработке вопросов зависит от темы проекта (работы) и согласовывается с руководителем проектирования и консультантом кафедры. В наиболее общем случае он включает следующие пункты.

Анализ технического задания, включая проведение маркетингового и патентно-информационного исследования.

Обоснование выбора схемотехнических решений и разработка схемы электрической принципиальной (только для тем конструкторско-схемотехнического профиля).

Конструкторская часть: разработка дизайна и конструктивно-компоновочной схемы устройства или разработка компоновки устройства (в случаях, когда разработка дизайна не требуется); обоснование выбора материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий и детальная разработка конструкции устройства и его частей, включая расчёты.

Исследовательская часть (предмет исследования может быть определён в процессе анализа технического задания), для дипломных работ обязательна; в дипломных проектах материалы исследований могут быть составными частями других разделов проекта.

Технологическая часть (например, обоснование выбора технологических процессов изготовления деталей и разработка технологического процесса общей сборки изделия, оценка технологичности конструкции изделия).

Организационно-экономическая часть.

Раздел экологии и безопасности жизнедеятельности.

Текст этой части задания не является оглавлением расчётно-пояснительной записки, а содержит перечень основных подлежащих разработке вопросов.

Вопросы, разрабатываемые в организационно-экономической части и разделе экологии и безопасности жизнедеятельности согласовываются с консультантами по этим разделам, а их темы указываются на второй странице бланка задания в соответствующих пунктах (см. приложения Б, В).

В перечне графического материала указываются обязательные виды и общий объём чертежей, количество и обязательные виды плакатов, а также общий объём графического материала в листах формата А1. Соотношение числа листов чертежей и плакатов зависит от темы проекта и согласовывается с руководителем. Пример оформления этой части задания приведён в приложениях Б и В.

Задание подписывается студентом, руководителем, консультантами по организационно-экономической части, экологии и безопасности жизнедеятельности, консультантом кафедры и утверждается заведующим кафедрой. Все подписи должны быть расшифрованы и иметь даты.

Предварительно задание на дипломный проект (работу) составляется не позднее 14 недели 9-го семестра. Окончательный вариант задания должен быть утвержден не позднее, чем через 10 дней после окончания преддипломной практики.

4 Перечень и объём разрабатываемых документов

В результате работы над проектом (работой) должны быть представлены пояснительная записка, графический материал, текстовые конструкторские, технологические и другие документы.

Содержание пояснительной записки определяется темой проекта (работы) и рассмотрено далее; объём пояснительной записки (без приложений) до 80 листов формата А4. Текстовые документы должны быть выполнены с применением любых текстовых редакторов. Пояснительную записку рекомендуется оформлять в редакторе Microsoft Word или Open Office.

Общий объём разрабатываемых и представляемых к защите графических документов – не менее 12 листов формата А1.

Состав графических документов зависит от темы проекта (работы) и должен включать схемы (Э1-Э3), сборочный чертеж проектируемого изделия, чертежи разработанных сборочных единиц, чертежи деталей и плакаты.

Объём графических документов.

Для дипломных работ:

- схемы – 1...1,5 листа;
- сборочный чертеж проектируемого изделия – 1...1,5 листа;
- чертежи сборочных единиц и деталей – 1..3 листа;

всего – 3...5 листов чертежей формата А1, остальное – плакаты.

Для проектов конструкторско-технологического типа:

- схемы – 1...1,5 листа;
- сборочный чертеж проектируемого изделия – 1...1,5 листа;
- чертежи сборочных единиц и деталей – 3...5 листов;

всего – 6...8 листов чертежей формата А1, остальное – плакаты.

Для проектов конструкторско-схемотехнического типа:

- схемы – 1,5...2 листа;
- сборочный чертеж проектируемого изделия – 1...2 листа;
- чертежи сборочных единиц и деталей – 3...5 листов;

всего – 7...9 листов чертежей формата А1, остальное – плакаты.

Для проектов конструкторского типа:

- схемы – 1...1,5 листа;
- сборочный чертеж проектируемого изделия – 1...2 листа;
- чертежи сборочных единиц – до 4 листов;
- чертежи деталей – до 4 листов;

всего – 8...10 листов чертежей формата А1, остальное – плакаты.

Вместо части чертежей деталей и сборочных единиц в дипломных проектах могут быть выполнены электромонтажные чертежи (до 1,5 листа формата А1), а также чертежи средств технологической оснастки, разработанной дипломником (в проектах конструкторского типа – до 3 листов, в проектах конструкторско-технологического типа – до 5 листов формата А1).

В дипломном проекте (работе) должен быть представлен плакат по организационно-экономической части и могут быть представлены плакаты по эргономике и дизайну (дизайн-плакат или трёхмерное фотореалистичное изображение разработанного устройства), по разделу экологии и безопасности жизнедеятельности, по результатам теоретических и экспериментальных исследований, а также иллюстративный материал по разработанным программным продуктам.

На все представленные к защите схемы должны быть разработаны перечни элементов, а на сборочные единицы – спецификации.

Также должны быть разработаны и представлены технологические документы (схемы сборочного состава, технологические карты и др.). В проектах конструкторского и конструкторско-схемотехнического типов должны быть представлены технологические карты на процесс сборки и монтажа изделия, а также технологические карты на разработанные ди-

пломником технологические процессы (если таковые имеются). Виды и объём технологических документов в проектах конструкторско-технологического типа и дипломных работах согласовывается с руководителем дипломного проектирования.

В дипломном проекте (работе) могут разрабатываться и другие документы (инструкции по наладке и эксплуатации, документы по разрабатываемому программному обеспечению, рекламные материалы и т.д.); необходимость их выполнения может быть указана в задании на дипломный проект (работу), в частном техническом задании или выявлена в процессе проектирования.

5 Содержание текстовых документов дипломного проекта (работы) и требования к их выполнению

5.1 Общие сведения

Результаты дипломного проектирования представляются в виде альбома*, включающего следующие текстовые документы:

- опись альбома (перечень всех вшиваемых в альбом документов);
- титульный лист (подписанный студентом, руководителем и всеми консультантами; все подписи должны быть расшифрованы и иметь даты);
- бланк задания (оформленный как указано ранее);
- частное техническое задание (если оно имеется);
- аннотацию на русском и иностранном, изучаемом в ВлГУ, языках;
- пояснительную записку;
- текстовые конструкторские документы;
- технологические документы;
- прочие документы.

** Правила оформления всех документов альбома рассмотрены в разделах 6 и 7 настоящих указаний, примеры оформления документов приведены в приложениях Б...К.*

5.2 Пояснительная записка дипломного проекта (работы)

Пояснительная записка представляемого к защите дипломного проекта (работы) начинается листом "Содержание" и оформляется как первый лист пояснительной записки с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006, форма 2 (см. приложение И). В общем случае пояснительная записка должна включать следующие разделы:

- введение;
- маркетинговое исследование;
- постановка задачи проектирования (исследования) и анализ технического задания (включая, при необходимости, разработку частного технического задания);
- схемотехническая часть;
- конструкторская часть;
- технологическая часть;
- исследовательская часть;
- организационно-экономическая часть;
- раздел экологии и безопасности жизнедеятельности;
- заключение;
- приложения (в том числе «Библиография», см. приложение К);
- перечень разработанных конструкторских, технологических и других документов (должны быть перечислены все разработанные перечни элементов, спецификации, чертежи, технологические и другие документы).

Приведенный перечень частей пояснительной записки не является оглавлением; названия разделов должны соответствовать теме проекта и содержанию работы, последовательность разделов выбирается студентом; некоторые разделы могут быть объединены или изменены в соответствии с логикой работы, например, в проектах конструкторского и конструкторско-технологического типов схемотехнические вопросы могут рассматриваться только при анализе технического задания, а элементы исследований могут быть распределены во всех основных частях проектов любых типов (кроме дипломных работ).

Во введении следует:

- дать краткую характеристику областей техники, технологии и/или научных знаний, к которым относится объект проектирования (исследования). При этом необходимо обоснованно классифицировать разрабатываемый (исследуемый) объект в соответствии с требованиями современной нормативно-технической, научной и справочной литературы;
- указать перспективные направления развития техники и технологии (и накопления знаний) в этих областях и перечислить существующие в настоящее время аналоги разрабатываемых объектов и полученных результатов проводимых исследований;

- кратко охарактеризовать проблемы, стоящие в этих областях техники, технологии или научных знаний, и определить возможные пути решения этих проблем;

- четко установить цель проектирования или исследования объекта (при этом, в первую очередь, необходимо учитывать, что разрабатываемые объекты должны базироваться на прогрессивных методах конструирования, производства и исследования и отвечать требованиям ресурсо- и энергосбережения, обеспечивать высокое качество и надежность продукции, быть экологически чистыми);

- сформулировать конструкторско-технологические, физико-математические и научно-исследовательские задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели в ходе дипломного проектирования или разработки темы.

В заключительной части введения необходимо указать, на основании каких документов разработан проект, перечислить нормативно-технические документы (включая типовые), взятые за основу при дипломном проектировании, подчеркнуть актуальность выполняемой разработки (исследования), а также указать состав материала, выносимого на защиту дипломного проекта (дипломной работы).

Содержание *маркетингового исследования* согласовывается с консультантом по организационно-экономической части и, в общем случае, включает определение тактики исследования, источников маркетинговой информации, сбор вторичной информации, сбор информации для калькулирования себестоимости, разработку анкет, маркетинговую разработку изделия, определение базовых предприятий и организаций для производства и сбыта изделия (см. также приложения Л и М). Маркетинговое исследование относится к аналитической части дипломного проекта (работы), однако обычно оформляется в виде самостоятельного раздела.

Анализ технического задания следует начать с краткого изложения пунктов исходных данных и специфических требований, предъявляемых к разрабатываемому объекту проектирования или исследования. Если в техническом задании имеются ссылки на нормативные документы, то целесообразно параметры, регламентируемые в этих документах, привести в ТЗ. При этом параметры и характеристики условий эксплуатации изделия целесообразно приводить в табличной форме.

При недостаточном наборе исходных данных и требований в бланке задания на дипломное проектирование следует разработать *Частное техническое задание*, содержание которого рассмотрено далее. Разработка частного технического задания полезна и в остальных случаях, так как позволяет более четко определить содержание и задачи проектирования.

Частное техническое задание открывается титульным листом и должно включать следующие разделы:

- Назначение - конкретно указывается предназначение научно-технической продукции, разрабатываемой в рамках дипломного проекта или дипломной работы;

- Основание для разработки - приводятся ссылки на Постановления Правительства РФ, приказы министерств, Планы внедрения новой техники или Планы развития базового предприятия. Планы проведения научно-исследовательских работ в университете или другие директивные документы, подтверждающие актуальность выполнения разработки темы проекта, и проведения исследований;

- Технические требования - формулируются требования, предъявляемые к результатам разработки или исследования, а также оговариваются перечень функций и специфика разрабатываемого объекта, обязательные источники информации об объекте, состав и функциональные особенности отдельных частей объекта, порядок основополагающих этапов исследования;

- Задачи разработки или проведения исследований – формулируются задачи (конструкторско-технологические, научно-исследовательские и физико-математические), которые должны быть решены в ходе дипломного проектирования;

- Порядок выполнения и приемки работы - составляется план-график дипломного проектирования с указанием сроков и объемов выполняемых частей, а также указывается вид представляемых результатов проектирования (исследования), включая общее или частичное макетирование (моделирование) объекта.

Разработанное "Частное техническое задание" подписывается исполнителем работ (студентом-дипломником), руководителем дипломного проектирования, при необходимости согласовывается также с руководителями

конструкторско-технологического или научно-исследовательского подразделения базового предприятия и утверждается заведующим кафедрой.

При выполнении пояснительной записки целесообразно раздел «Анализ технического задания» разбить на подразделы. Для дипломных проектов рекомендуются следующие подразделы: патентно-информационный поиск (или исследование); анализ электрических схем (для проектов конструкторского и конструкторско-технологического типов) или анализ функциональных требований (для проектов конструкторско-схемотехнического типа, в которых выполняется синтез схем); анализ условий эксплуатации; анализ требований к технологичности; анализ дополнительных конструктивных или иных требований, если они есть. Содержание аналитической части дипломных работ согласовывается с руководителем и в отдельных случаях может заменяться обзором работ по тематике выполняемых дипломником исследований.

Патентно-информационный поиск (исследование) проводится по публикациям за последние пять лет в различных печатных изданиях (книгах, журналах), средствах массовой информации, сети интернет. При этом оценивается технический уровень и качественные показатели изделий и решений, применяемых при создании аналогичных конструкций. В результате такого поиска выбираются решения, приводящие к повышению качества своей разработки, которые планируется заложить в конструкцию или использовать при ее изготовлении. Если найденные решения запатентованы и их планируется применять, то необходимо поставить задачу экономической целесообразности использования запатентованных решений, так как в себестоимость продукции нужно будет заложить средства, отчисляемые патентообладателю.

При *анализе схем* необходимо обращать внимание на особенности схемы, влияющие на качество конструкции:

- современность элементной базы (миниатюрность, минимальное энергопотребление, надежность, стоимость, защищенность от дестабилизирующих факторов и др.);
- наличие источников и приемников помех;
- наличие высоких напряжений, в том числе опасных для жизни человека, их частотный спектр;

- значения токов, текущих по различным цепям и их частотный спектр; особое внимание следует обратить на сильноточные цепи;
- тепловые мощности, выделяемые отдельными элементами и прибором в целом; особое внимание следует уделить элементам с наибольшими удельными мощностями тепловыделения;
- наличие элементов оперативного управления и индикации и др.

По результатам рассмотрения каждой особенности формулируются требования к конструкции проектируемого изделия и предложения по улучшению его характеристик. Например, может быть поставлена задача расчёта теплового режима изделия и обоснования выбора системы охлаждения, выполнения расчётов по электромагнитной совместимости и проверке целесообразности экранирования и т.п.

Если схема проектируемого устройства не задана, **анализируются функциональные требования** к изделию, подбирается аналог или аналоги, реализующие те же функции, выполняется анализ схем аналогов и формулируются задачи синтеза схемы устройства.

При **анализе условий эксплуатации** необходимо рассмотреть каждый дестабилизирующий фактор и его влияние на конструкцию. Предложить основные меры по защите от этого фактора и сформулировать задачи для дальнейшего решения. Например, если повышенная влажность действует только при транспортировке и хранении аппаратуры, и при этом снижает ее надежность, тогда целесообразно обеспечить влагозащиту только при транспортировке и хранении, разработав тару, защищающую от влаги.

При анализе **требований к технологичности** конструкции учитывают заданный объём производства, технологические особенности базового предприятия, возможность размещения заказов на других предприятиях и т.п. В результате должны быть сформулированы ограничения на применяемые технологические процессы, рассмотрены возможности применения прогрессивных технологических процессов, технологические ограничения на конструкции деталей и сборочных единиц.

Кроме того необходимо оценить и сформулировать требования **к эргономике и дизайну** проектируемого изделия, а также иные условия, оговорённые в задании на проектирование.

Содержание *схемотехнической части* дипломного проекта (работы) зависит от типа проекта и исходных данных, указанных в задании на дипломное проектирование.

В общем случае комплекс схемотехнических мероприятий, относящихся к проектированию современных электронных и электронно-вычислительных средств, включает вопросы выбора и разработки схемотехнической реализации аналоговых и цифровых устройств с использованием цифровых и сигнальных микропроцессоров и микроконтроллеров, аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, ПЛИС, устройств функциональной и силовой электроники.

Как отмечалось ранее, возможны четыре основных варианта задания исходных данных по схеме электрической принципиальной:

- задана схема электрическая принципиальная проектируемого устройства;
- задана схема электрическая принципиальная аналога;
- задана электрическая функциональная схема проектируемого устройства;
- задано или разработано дипломником частное техническое задание, определяющее реализуемые устройством функции.

Для каждого из этих случаев содержание схемотехнической части дипломного проекта (работы) будет различно.

Если *задана схема* электрическая принципиальная *проектируемого устройства*, то отдельная схемотехническая часть не выполняется, а анализ используемых схемотехнических решений проводят в разделе «Анализ технического задания», как описано ранее. Такой вариант характерен для проектов конструкторского и конструкторско-технологического типов. Остальные варианты задания характерны для проектов (и работ) конструкторско-схемотехнического профиля; при этом в пояснительную записку рекомендуется включать схемотехническую часть (раздел). Содержание и особенности выполнения схемотехнической части в зависимости от варианта исходных данных могут быть сведены к трём случаям.

а). Если *задана схема* электрическая принципиальная *аналога*, предлагается следующий порядок разработки:

1). Выполняется *краткое описание принципа работы* устройства по схеме электрической принципиальной аналога и проводится её дора-

ботка или модернизация, обеспечивающая выполнение требований к схемотехническим решениям, сформулированных при анализе задания на проектирование. При этом может выполняться замена элементной базы на более эффективную со схемотехнической, конструкторской и технологической точек зрения, аналоговые функциональные узлы заменяются цифровыми и т.п. Рекомендуются составить схему электрическую функциональную, это значительно упростит подготовку и повысит качество доклада при защите.

2). Рассматривается *назначение и взаимодействие элементов устройства* по отработанной схеме электрической принципиальной. Основное внимание уделяется тому, как работают компоненты (или группы компонентов) схемы, для чего они нужны, как взаимосвязаны, могут ли повлиять в дальнейшем на конструктивные решения и т.п. Проводятся необходимые схемотехнические расчеты (режимы работы компонентов, устройства согласования, точностные, частотные, динамические характеристики и т.п.). При выполнении расчетов необходимо приводить аналитические выражения, графические зависимости и методики расчетов, корректно ссылаться на них, сопровождать полученные результаты исчерпывающими пояснениями и выводами. В случае сложных схем электрических принципиальных детальному анализу можно подвергать отдельные блоки (узлы) устройства, а для всей схемы проводить только качественный анализ.

3). Проводится *проверка применимости элементной базы* в заданных условиях эксплуатации.. Выявляются элементы, критичные к воздействию внешних возмущающих факторов (температуры, механических и других воздействий); определяются основные эксплуатационные показатели (выделяемая нагруженными элементами мощность, коэффициенты нагрузки для определения интенсивности отказов элементов, области работоспособности по температуре, допустимой мощности рассеяния, напряжению пробоя, допустимому току, по полосе рабочих частот и другие). При этом выполняются необходимые расчеты.

4). Для подтверждения обоснованности схемотехнических решений по обеспечению функционирования проектируемого устройства, а также с целью анализа особенностей (достоинств и ограничений), определения и оптимизации характеристик и параметров схемы выполняется *схемотехническое моделирование*. Схемотехническое моделирование является мощным и эффективным средством проектирования и может рас-

смагиваться как средство доказательства работоспособности устройства. Его использование резко сокращает затраты времени на получение количественных и качественных результатов, необходимых для принятия проектных решений, существенным образом повышает достоверность результатов. Кроме того, современные системы схемотехнического моделирования позволяют документировать результаты моделирования. Для моделирования и комплексного анализа электрических принципиальных схем используются один или несколько специализированных программных продуктов: Electronics Workbench, Electronics Workbench Multisim, Spectrum MicroCAP, MicroWave Office, DesingLab или другие. Выбор того или иного продукта зависит от используемых схемных решений и предъявляемых к объекту проектирования требований (частотных, динамических, параметрических, конструктивных, электромагнитных и других), а также с учётом имеющихся технических и организационных возможностей.

Результаты схемотехнического моделирования должны сопровождаться исчерпывающими пояснениями и выводами.

5). Составляется *перечень элементов* к отработанной схеме электрической принципиальной.

6). Выявляются и формулируются *требования к конструкции устройства*, обусловленные схемой электрической принципиальной и принципом работы устройства.

б). Когда ***задана функциональная схема проектируемого устройства:***

1). Выполняется *анализ функционирования* устройства по схеме электрической *функциональной* и рассматриваются возможные *пути реализации* данной схемы (устройство цифровое, аналоговое, цифро-аналоговое и т.п.).

2). *Синтезируется схема электрическая принципиальная* устройства. Синтез может выполняться как для всего устройства, так и по частям. При этом отдельные части схемы должны быть согласованы между собой (по режиму и по параметрам).

Затем можно руководствоваться порядком разработки, как и для первого случая, но, начиная с пункта а.2.

в). Если ***задано*** или разработано дипломником ***частное техническое задание***, то:

1). На основе частного технического задания *анализируются требования к устройству* и определяются необходимые функциональные узлы.

2). *Синтезируется схема* электрическая функциональная устройства.

Затем можно руководствоваться порядком разработки, как и для второго случая, но начиная с пункта б.2.

По схемотехнической части дипломного проекта (работы) приводятся электронные модели и результаты моделирования, выполняются электрические функциональные и принципиальные схемы и перечни элементов; для сложных устройств могут выполняться электрические структурные схемы. Обязательно выполняются электрические принципиальные схемы функциональных узлов (или групп узлов), для которых выполнена детальная разработка конструкции и разработаны печатные платы.

В конструкторской части дипломного проекта (работы) должны быть обоснованы все предлагаемые конструкторские решения. При разработке конструкции необходимо обеспечить выполнение требований задания на проектирование, а также требований, сформулированных в аналитической и схемотехнической частях пояснительной записки. При конструировании должны учитываться общие технические требования, требования к технологичности, специальные и экономические требования. Обоснования должны формулироваться от общего к частному и подтверждаться необходимыми расчетами.

Конструкторскую часть рекомендуется разбить на подразделы, количество и содержание их зависит от темы и профиля дипломного проекта (работы). Наиболее характерные состав и содержание подразделов конструкторской части дипломных проектов рассмотрены ниже.

В подразделе 1 выполняется ***обоснование выбора общих технических решений, разработка состава и компоновочных вариантов конструкции изделия.***

Определяется метод конструирования (моноблочный или модульный), вид монтажа, методы защиты от климатических, механических, электромагнитных и других воздействий, методы отвода тепла и т.д.; предлагаются и анализируются различные компоновочные варианты, которые удовлетворяют частным показателям качества и общим техническим требованиям.

При создании отдельного компоновочного варианта может быть предложен следующий порядок действий.

1) Оценивается объём прибора:

- рассчитывается по объёму элементов, указанных в схеме электрической принципиальной, и усредненному коэффициенту плотности компоновки для аналогичных современных устройств;
- по объёму аналогичных современных устройств.

2) Выбирается форма прибора и его размеры, обеспечивающие необходимый объём.

3) Распределяются по поверхности прибора органы регулировки, элементы индикации и контроля, внешние разъёмы. Прорабатывается внешнее оформление и создаётся упрощённая фотореалистичная модель изделия, например, с помощью САПР SolidWorks.

4) Схема электрическая принципиальная разбивается на отдельные модули. Оцениваются размеры модулей. Предлагается компоновка модулей в приборе.

При выполнении пунктов 2) и 3), помимо общих требований, руководствуются требованиями эргономичности и эстетичности конструкции.

Должно быть предложено не менее трёх компоновочных вариантов конструкции разрабатываемого устройства и проведено их сравнение по комплексу показателей, наиболее полно отражающих требования задания на проектирование и частного технического задания (если оно есть) к конструкции. Сравнение показателей конструкции для разработанных компоновочных вариантов может быть приведено в табличной форме с соответствующими выводами после таблицы. В результате определяется вариант компоновки для детальной разработки.

В подразделе 2 проводится **полная разработка конструкции изделия**. В сложных случаях, когда объём работы рассчитан на группу авторов, дипломником принимаются решения по вопросам, изложенным в подразделе 1 применительно ко всему изделию, а детальная разработка конструкции выполняется для частей устройства, определённых в задании на проектирование. В этом разделе разрабатываются конструкция проектируемого изделия и конструкции входящих в него сборочных единиц и деталей, выбираются конкретные марки материалов деталей конструкции и другие применяемые в изделии материалы (для герметизации, защиты и т.п.), подбираются унифицированные и стандартные элементы конструкции,

возможные покупные детали; разрабатываются элементы частного применения.

При разработке сборочных единиц и деталей важное значение имеет обеспечение технологичности их конструкций. Детали и сборочные единицы должны разрабатываться с учётом технологических возможностей и ограничений применительно к выбранным для их изготовления технологическим процессам со ссылкой на обоснование выбора технологических процессов в технологической части проекта (работы).

Все принимаемые конструкторские решения должны обосновываться. Не допускается подмена обоснования принимаемых решений описанием конструкции изделия или его части.

В начале этого подраздела целесообразно выполнить полную отработку дизайна изделия – уточнение внешней формы прибора, окончательное размещение на внешних поверхностях всех элементов индикации и органов управления, соединительных элементов (разъёмов, контактных колодок, место вывода кабелей и т.п.). Должно быть определено расположение и разработана конструкция ножек, ручек, элементов крепления устройства в месте его установки (подвеска на стене, установка в приборной нише автомобиля и т.п.), если это предусмотрено заданием на проектирование или требованиями частного технического задания.

В результате должен быть полностью разработан внешний вид изделия. На этом этапе работы полезно выполнить фотореалистичную модель отработанного изделия.

Далее разрабатываются детали корпуса и несущие конструкции. Следует рассмотреть возможность использования унифицированных и других покупных корпусов и профилей для несущих конструкций, обосновав при их выборе необходимые доработки.

Затем разрабатывают сборочные единицы, входящие в состав изделия (функциональные узлы на печатных платах, панели и др.); при необходимости разрабатываются элементы частного применения (катушки индуктивности, трансформаторы, дроссели и т.п.).

На завершающем этапе работы окончательно отрабатываются конструкции деталей устройства.

В процессе разработки конструкции для обоснования и подтверждения правильности принимаемых решений выполняются *конструкторские*

расчёты. Задачи расчётов обычно формулируются при анализе технического задания, но могут возникать и при разработке конструкции.

При дипломном проектировании могут выполняться следующие виды конструкторских расчётов.

- Расчёты, подтверждающие обеспечения нормального теплового режима (температуры перегрева изделия или его частей, естественной или принудительной вентиляции, элементов локального охлаждения - радиаторов, теплоотводов, в том числе тепловых труб и др.).

- Расчёты по электромагнитной совместимости (паразитные параметры монтажа, перекрестные помехи, экранирование от различных полей и др.).

- Расчёты по механической прочности (прочность и жесткость отдельных деталей, прочность разъемных и неразъемных механических соединений, определение собственных частот колебаний элементов конструкции). Указанные расчёты должны учитывать поведение конструкции при внешних силовых воздействиях (вибрациях и ударах).

- Расчёт элементов, защищающих от ионизирующих излучений.

- Проектирование и расчёт тары, обеспечивающей защиту прибора от механических, климатических и других дестабилизирующих факторов при транспортировке и хранении прибора.

- Расчёт точностных параметров (как механических, так и электрических) деталей, узлов и прибора в целом.

- Расчёт элементов печатного и объёмного монтажа (площади сечения или ширины проводника, исходя из протекающего по нему тока, расстояния между печатными проводниками или толщины изоляции объёмного провода, обеспечивающих электрическую прочность при повышенных напряжениях).

- Расчёт элементов частного применения (специализированных конденсаторов, в том числе переменной емкости, трансформаторов, катушек индуктивности, дросселей и др.).

- Расчёт надёжности для наиболее жестких условий эксплуатации прибора.

- Расчёт комплексного показателя качества (рассчитываются наиболее важные группы показателей качества с учетом их степени важности,

анализируются и оцениваются достоинства и недостатки конструкции по сравнению с существующими, аналогичными).

Кроме перечисленных могут выполняться и другие необходимые расчёты.

Расчёты могут входить в состав подразделов конструкторской части в виде пунктов и подпунктов или, или, если это целесообразно, выноситься в отдельные подразделы (например, расчёт надёжности).

При разработке конструкции и расчётах следует использовать соответствующие программные средства (SolidWorks, AltiumDesigner, CosmosWork, Ansys и др., см. приложение Н). При этом должно быть дано обоснование выбора программного средства, приведены исходные данные для расчета, полученные результаты и дан их анализ с предложениями по конструктивным решениям.

По результатам конструирования должны быть разработаны и представлены сборочный чертёж изделия, чертежи сборочных единиц и деталей, а также другие необходимые чертежи.

Технологическая часть дипломных проектов (работ) всех типов должна включать обоснование выбора используемых технологических процессов изготовления деталей и сборных единиц. Результаты выбора могут быть представлены в табличной форме, в графах которой должны быть перечислены все детали и сборочные единицы проектируемого изделия и выбранные технологические процессы их изготовления. Остальное содержание технологической части зависит от темы и типа проекта (работы).

В технологической части дипломных проектов **всех типов** необходимо разработать технологический процесс сборки и монтажа изделия в целом, который следует изложить на технологических картах. В завершении технологической части следует дать оценку технологичности конструкции изделия на основе расчета комплексного показателя технологического совершенства разработанного изделия.

Кроме того в дипломных проектах **конструкторского и конструкторско-технологического** типов могут быть разработаны средства технологического оснащения (технологические приспособления, специальный инструмент, штампы, шаблоны и т.п.); на разработанные средства техно-

логического оснащения выполняются чертежи (см. раздел 4 настоящих указаний).

Технологическая часть *конструкторско-технологического* дипломного проекта должна включать также разработку оригинального процесса изготовления одной из сборочных единиц или сложной детали конструкции изделия. В комплект технологической документации проектов этого типа должны войти титульный лист, маршрутные и операционные карты разработанных технологических процессов, карты эскизов и (при необходимости) технологические инструкции. Должно быть проведено техническое нормирование операций разработанного оригинального технологического процесса.

Содержание технологической части *дипломных работ* (помимо отмеченного выше) определяется темой и согласовывается с руководителем.

В дипломных проектах и работах могут быть также разработаны программы для управления работой технологического оборудования.

При разработке технологических процессов могут быть использованы программные средства TFlex, САМ350 и др.

В *исследовательской части* дипломных проектов (работ) должны быть сформулированы цель и задачи исследования, описана методика исследований; при проведении экспериментальных исследований – условия проведения эксперимента, применяемые приборы и оборудование, схемы измерений и т.д. Конкретное содержание исследовательской части определяется темой работы и согласовывается с руководителем.

Наличие исследовательской части в дипломных работах обязательно; её расположение в пояснительной записке зависит от направления исследований. Материалы исследований, проводимых при выполнении дипломных проектов, могут быть приведены как в других разделах пояснительной записки, так и вынесены в отдельный раздел.

Содержание *организационно-экономической части* дипломных проектов (работ) и раздела *экологии и безопасности жизнедеятельности* согласовываются с соответствующими консультантами. При их выполнении руководствуются методическими указаниями и другими материалами, рекомендованными этими консультантами.

Некоторые задачи организационно-экономической части изложены в приложениях Л и М настоящих указаний.

В заключение кратко излагают результаты работы, дают общую оценку разработанному изделию на основе сравнения с аналогами, отражают степень выполнения требований задания на проектирование и указывают (если это целесообразно) возможные направления работы для улучшения технических и экономических показателей изделия.

5.3 Особенности выполнения и оформления дипломных работ, посвящённых разработке программных средств

К дипломным работам, посвященным разработке программных средств, предъявляются дополнительные требования. В таких работах должны содержаться описания основных этапов разработки программного продукта:

- анализ требований к программе;
- разработка спецификаций программы;
- проектирование программы;
- изготовление программы;
- отладка;
- тестирование;
- документирование.

Документы, разработанные дипломником, должны соответствовать ГОСТам ЕСПД. В пояснительную записку включают описание программы, составленное в соответствии с требованиями ГОСТ 19.402-70; текст программы, оформленный по ГОСТ 19.401-78, помещают в приложение.

Вместе с проектированием программного комплекса дипломник разрабатывает электронный модуль, назначение которого:

- контрольная задача для программного комплекса;
- подтверждение эффективности разработанного программного продукта.

Графическая часть дипломной работы указанного типа должна содержать:

- 3-5 листов конструкторской документации на разработанный электронный модуль;
- схемы алгоритмов, программ, данных и систем в соответствии с ГОСТ 19.701-90 (ISO 5807-85);

- представление исходных и промежуточных данных, и окончательного проектного решения контрольной задачи;
- тесты и результаты их обработки;
- прочие иллюстративные материалы.

Одной из тем дипломной работы данного направления может быть разработка базы знаний для выполнения выбора и обоснования схемных, конструкторских и (или) технологических решений. В этом случае применяются инструментальные средства для разработки систем искусственного интеллекта (оболочки, среды, языки).

Защита дипломной работы должна сопровождаться демонстрацией работы разработанного программного средства для членов ГАК и других лиц, присутствующих на защите.

Эти же требования должны соблюдаться при выполнении дипломных проектов, в которых, помимо схемотехнического, конструкторского и технологического проектирования, выполняется разработка программ.

5.4 Особенности выполнения и оформления дипломных проектов и работ, выполняемых с внедрением микропроцессорных средств

Значительная часть дипломных проектов и работ по специальностям 210201 и 210202 выполняется с использованием средств микропроцессорной техники. Их применение в разработках – показатель уровня квалификации будущего специалиста – проектировщика электронной техники. Выполнение и оформление дипломных проектов и работ ***с использованием микропроцессорных средств***, включая программируемые логические интегральные схемы, имеет свои особенности, которые рассмотрены далее.

Применение микропроцессорных средств должно сопровождаться техническим и экономическим обоснованиями.

Техническое обоснование — это выявление характеристик и функциональных возможностей устройства, которые значительно улучшаются или расширяются при использовании выбранных микропроцессорных средств. При этом должно быть показано, что достичь этих характеристик, используя другую элементную базу (интегральные матричные схемы, программируемые интегральные схемы, дискретные элементы), сложно или технически нецелесообразно.

Экономическое обоснование предполагает определение прямой или косвенной экономии денежных средств, которая возникнет при производстве и (или) эксплуатации данного устройства в случае использования выбранных микропроцессорных средств.

Микропроцессорные системы в проектируемых электронных средствах могут использоваться в качестве главных управляющих устройств или выполнять ограниченный набор функций (первичную обработку информации, обеспечение ввода-вывода информации и др).

Дипломный проект может быть посвящен разработке новых или *модернизации* уже существующих микропроцессорных и других электронных устройств. Модернизация может заключаться в добавлении дополнительного микропроцессорного устройства к уже существующей системе или в переработке существующих устройств системы с использованием современных микропроцессорных средств. Выполнение модернизации должно определяться потребностями предприятий, на которых студент проходит практику.

Проектирование микропроцессорной системы обычно рассматривается как комплексная задача, включающая разработку:

- *аппаратных средств* системы;
- *программно-информационного обеспечения*.

В большинстве дипломных проектов реализуется следующий подход. Проектирование *системы в целом* осуществляется до уровня структурных или функциональных схем, при этом разрабатывается общая схема алгоритма функционирования системы в целом, а проектирование выбранного *отдельного модуля* системы доводится до уровня принципиальных схем и подробного алгоритма функционирования. Отдельные процедуры общего алгоритма функционирования, как правило, связанные с обслуживанием построенного модуля, детализируются, а затем реализуются и отлаживаются на выбранном языке программирования (низкого или высокого уровня) и приводятся в приложении к дипломному проекту. Разработка информационного обеспечения выполняется в случае реализации в системе информационной базы данных.

Отличительной особенностью выпускных квалификационных работ, связанных с разработкой устройств на основе микропроцессорных средств, является уменьшение общего объема конструкторской и технологической

частей с одной стороны и увеличением схемотехнической и программной частей, а также проведение моделирования с другой. Рекомендуется выполнять дипломную работу, а не проект. В таком случае примерное содержание технической части дипломной работы будет следующим:

1. Анализ технического задания и вариантов реализации системы.

1.1. Описание работы объекта автоматизации и его характеристики.
Определение задач и целей управления.

1.2. Анализ известных вариантов построения подобных систем управления.

1.3. Варианты реализации системы и их сравнение.

1.4. Разработка структурной схемы системы.

1.5. Определение требований к аппаратной реализации микропроцессорной системы.

2. Разработка функциональных и принципиальных схем блоков системы.

2.1. Разработка функциональной схемы системы и описание работы.
Определение возможности применения промышленных контроллеров.
Обоснование выбора типа микропроцессора.

2.2. Выбор элементной базы, типов датчиков, исполнительных устройств, каналов связи. Расчет основных электрических характеристик.

2.3. Разработка принципиальных схем блоков системы.

2.4. Экспериментальное компьютерное и макетное моделирование работоспособности отдельных модулей системы.

3. Разработка алгоритмов работы и программного обеспечения системы.

3.1. Разработка алгоритма управления.

3.3. Выбор языка программирования и инструментальной системы разработки. Описание и отладка отдельных подпрограмм.

3.4. Разработка контрольного примера оценки работоспособности составленных подпрограмм.

4. Оценка точности и быстродействия разработанной системы.

5. Экспериментальное исследование построенной микропроцессорной системы.

6. Конструкторско-технологическая реализация одного из блоков или системы в целом.

Приложение. Листинги разработанных и отлаженных программ.

Чертежи и плакаты:

1. Сравнительный обзор существующих аналогичных систем.
2. Структурная и функциональная схемы системы.
3. Принципиальные схемы проектируемых блоков системы.
4. Общий алгоритм функционирования системы.
5. Схемы алгоритмов отдельных подпрограмм.
6. Конструкторско-технологическая разработка (например, печатная плата для одного из блоков).
7. Моделирование работы системы.

При выборе элементной базы следует учитывать:

- объём и тип производства (единичное и мелкосерийное, серийное, массовое);
- назначение БИС (хранение информации, управление, обработка сигналов, интерфейсные, сбора данных);
- быстродействие (высокое, низкое);
- режим работы (реального времени, не критично по времени);
- точность вычислений (высокая, низкая);
- хранение данных (оперативное, настройки);
- скорость передачи данных (высокая, низкая);
- мощность потребления (высокая, низкая);
- сложность программы/алгоритма (высокая, низкая);
- преобразование между стандартными интерфейсами (да, нет).

Для выбора микроконтроллеров на основе приведенных выше параметров можно рекомендовать схему, приведённую в приложении П на рисунке П.1. Схема на рисунке П.2 того же приложения может быть использована при выборе программируемых логических интегральных схем.

6. Оформление текстовой части дипломного проекта (работы)

6.1 Состав альбома документов дипломного проекта (работы)

Текстовая часть дипломного проекта (работы) оформляется в виде альбома, в котором сшиваются следующие документы:

- описание альбома;
- титульный лист дипломного проекта (работы);
- задание на дипломный проект (работу);
- частное техническое задание (если оно имеется);

- аннотация на русском языке;
- аннотация на иностранном языке;
- пояснительная записка;
- текстовые конструкторские документы;
- технологические документы;
- другие документы.

В альбом вкладываются, но не вшиваются отзыв руководителя, рецензия, характеристика, акты внедрения (если они имеются), а также диск с презентацией и другими электронными документами (электронные модели деталей, сборочных единиц, чертежей, схем, спецификаций, перечней элементов, плакатов и др.), который вкладывается в специальный карман на внутренней стороне переплётной крышки альбома

Опись составляют по форме 4 и 4а ГОСТ 2.106-96. Документы записывают в порядке их комплектования в альбом, как указано в начале подраздела. Описи альбома присваивают обозначение изделия, для которого разработан основной документ, и код "ОП".

Пример оформления описи альбома дан в приложении Д.

Титульный лист оформляется на бланке (см. приложение Е) и не нумеруется.

Правила оформления задания на дипломный проект (работу) изложены в разделе 3.

6.2 Оформление аннотации

Аннотация располагается после задания на проектирование или частного технического задания (если оно имеется).

В соответствии с ГОСТ 7.9-95 в аннотации даётся краткая характеристика документа с точки зрения его назначения, содержания, вида, формы и других особенностей.

Аннотация выполняет следующие функции:

- даёт возможность установить основное содержание документа, определить его релевантность и решить, следует ли обращаться к полному тексту документа;

- предоставляет информацию о документе и устраняет необходимость чтения полного текста документа в случае, если документ представляет для читателя второстепенный интерес;

- используется в информационных, в том числе автоматизированных системах для поиска документов и информации.

Аннотация включает характеристику темы дипломного проекта (работы), решаемой проблемы, цели работы и ее результаты. В аннотации указывают, что нового несёт в себе данная работа.

В тексте аннотации следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций, применять стандартизованную терминологию. Следует избегать употребления малораспространенных терминов или разъяснять их при первом упоминании в тексте. Необходимо соблюдать единство терминологии в пределах аннотации.

Для обеспечения автоматизированного поиска в тексте аннотации должны быть значимые слова из текста исходного документа.

Разрешается использовать только общеупотребительные сокращения и условные обозначения (по ГОСТ 7.12-93). Единицы физических величин следует приводить в международной системе СИ по ГОСТ 8.417-2002.

Имена собственные (фамилии, наименования организаций, изделий и др.) приводят на языке первоисточника. Допускается транскрипция (транслитерация) собственных имён или перевод их на язык аннотации с добавлением в скобках при первом упоминании собственного имени в оригинальном написании.

Географические названия следует приводить в соответствии с последним изданием «Атласа мира». При отсутствии данного географического названия в «Атласе мира» его приводят в той же форме, что и в исходном документе.

Рекомендуемый средний объём аннотации 500 печатных знаков (8 полных строчек).

Аннотация дается на двух языках: русском и иностранном, изучаемом в ВлГУ. Каждая аннотация приводится на отдельном листе. Лист идёт без заголовка: слово «Аннотация» не пишется.

Пример аннотации приведен в приложении Ж.

6.3 Оформление пояснительной записки

6.3.1 Общие требования

Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ 2.106-96.

Рекомендуется пояснительную записку оформлять в редакторе Microsoft Word или Open Office с обязательным включением автоматической расстановки переносов, за исключением слов из прописных букв. При этом устанавливается гарнитура – Times New Roman, кегль 14. Межстрочный интервал полуторный. Отступ в начале абзаца равен пяти печатным знакам – 12,5 мм. Текст в таблицах, а также подписи к рисункам 12 – 13 кегль. Формулы выполняются в редакторе MS Equation или MathType Equation. Текст располагается только на одной стороне книжного листа формата А4, брошюруемого с левой стороны. При необходимости разрешается использовать другие форматы листов в соответствии с ГОСТ 2.301-68. Поля для размещения текста: верхнее – 15 мм, левое – 25 мм, правое – 10 мм. Нижнее поле на первом листе – 55 мм, на последующих – 30 мм.

Записка оформляется на листах с рамками и основными надписями по ГОСТ 2.104-2006. Нумерация страниц пояснительной записки должна быть сквозной. Первым нумеруемым листом, на котором размещается основная надпись по форме 2 (заглавный лист пояснительной записки), является «Содержание». На последующих листах размещается основная надпись по форме 2б. Обозначение документа должно выполняться по ГОСТ 2.201-80 и включать буквы «ВЛГУ», точку, шесть цифр из классификатора ЕСКД, точку, три цифры – порядковый номер разработки варианта изделия и буквы "ПЗ".

При оформлении содержания пояснительной записки, слово «Содержание» записывают в виде красной строки (симметрично тексту) с прописной буквы. Содержание должно включать все заголовки разделов и подразделов, имеющиеся в пояснительной записке, с указанием номеров листов. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной.

Пример оформления содержания приведён в приложении И.

Текст пояснительной записки делится на разделы, подразделы, пункты, а при необходимости и подпункты. Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Заголовки следует писать с прописной буквы (остальные буквы строчные) без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Расстояние между заголовком и текстом должно быть около 15 мм, расстояние между заголовками раздела и подраздела – 8-10 мм. Пункты и подпункты, как правило, заголовков не имеют. Разделы

должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа

Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделённых точкой. Номер пункта имеет трехуровневую нумерацию и включает номера раздела, подраздела и пункта, разделённых точками. Пункты при необходимости делят на подпункты. После последней цифры номера подраздела, пункта, подпункта точка не ставится, например: 4.2, 4.2.1, 4.2.1.3 и т.д. Четырёхуровневая нумерация является предельной.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или маркер. Такое оформление перечислений наиболее удобно, поскольку позволяет избежать ограничений, возникающих при использовании нумерации. При необходимости ссылки на перечисления для их обозначения используют строчные буквы со скобкой. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры со скобкой, записывая их с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример.

а) _____

б) _____

1) _____

2) _____

в) _____

Каждый раздел пояснительной записки рекомендуется начинать с нового листа (к разделам приравниваются: введение, заключение, приложения).

В конце пояснительной записки приводится «БИБЛИОГРАФИЯ», оформленная как информационное приложение (см. приложение К); библиографию включают в содержание.

Полное наименование изделия в основной надписи и при первом упоминании в тексте пояснительной записки должно быть одинаковым с наименованием его в спецификации (основном конструкторском документе на сборочную единицу). В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение (имя прилагательное), а затем – название изделия (имя существительное); при этом допускается употреблять сокращенное наименование изделия, которое вводится при первом упоминании изделия в тексте.

Текст пояснительной записки должен быть кратким, четким, не допускающим различных толкований.

Описки, графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения записки, можно исправлять наклейкой на то же место исправленного текста (допустимое число наклеек не более четырех на страницу).

6.3.2 Оформление расчетов

Порядок изложения расчётов определяется характером рассчитываемых величин.

Расчёты в общем случае должны содержать:

- эскиз или схему изделия или фрагмента, к которому относится расчёт;
- задачу расчёта (с указанием, что требуется определить);
- данные для расчёта;
- условия расчёта;
- расчёт;
- заключение.

Эскиз или схему допускается вычерчивать в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление о рассчитываемом изделии или его части.

Заключение (выводы по расчёту) должно «перекликаться» с задачей расчёта и давать рекомендации по принятию проектных решений. Например: "Наибольшая температура элементов составляет 93 °С, что меньше допустимой температуры, поэтому можно не применять дополнительных мер по отводу тепла из нагретой зоны. Однако, для повышения надёжности прибора, целесообразно установить микросхему DA24 на радиатор. Целесообразность такого решения необходимо уточнить при расчёте надёжности и экономической эффективности".

Математические выражения (формулы) выполняют в редакторе MS Equation, либо MathType. Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения от единицы до девяти – словами. Обозначение единицы физической величины отделяют от значения физической величины пробелом (за исключением знаков, поднятых над строкой: «'», «"» и др.). Перенос обозначения единицы физической величины на следующую за значением физической величины строку не допускается. Чтобы

этого не происходило в MS Word необходимо между значением и обозначением единицы физической величины ставить «мягкий пробел», нажав одновременно клавиши «Ctrl» + «Shift» + «Space».

Если приводится ряд или диапазон числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например; 1,50; 1,75; 2,00 В; от 10 до 100 Ом.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где», без двоеточия после него.

Пример.

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

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где m – масса образца, кг;

V – объём образца, м³.

При вычислении результата по ранее приведённой формуле с новой строки записывают: буквенное обозначение физической величины, знак равенства, исходные данные без указания единиц измерений со знаками математических операций, знак равенства и результат с указанием единиц измерений. Число значащих цифр при этом зависит от точности результата и определяется в соответствии с правилами округления:

$$\rho = \frac{1,27}{0,0035} \approx 360 \text{ кг/м}^3.$$

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

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «х». Высота цифр должна быть 14 кегль, индексов – 11 кегль.

Формулы (за исключением приводимых в приложениях) должны иметь сквозную нумерацию, которую выполняют арабскими цифрами,

размещёнными справа на уровне формулы в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1). Допускается нумерация формул в пределах раздела, например, (3.1) – первая формула третьего раздела.

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

Ссылка в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например: ... в формуле (2).

6.3.3 Оформление иллюстраций

Все иллюстрации (чертежи, схемы, графики, фотографии и т.д.) называют рисунками. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа (после первого упоминания в тексте, возможно ближе к нему), так и в конце его или в приложении (в случае громоздкости).

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС. Иллюстрации, за исключением иллюстраций 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.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, – Рисунок А.3.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... как показано на рисунке 2» при сквозной нумерации и «...как показано на рисунке 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Детали прибора.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением по-

вторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов — позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Для электро- и радиоэлементов, являющихся органами регулировки или настройки, дополнительно к номеру позиции в подрисуночном тексте указывают назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи, имеющиеся на соответствующей планке или панели.

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

При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита. Указанные данные наносят на иллюстрациях по ГОСТ 2.109-73.

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

Если на иллюстрации приводятся графики, номограммы и т.п., по которым определяются какие-либо величины, на рисунке должны быть показаны соответствующие построения. В подрисуночной надписи иллюстраций, заимствованных из справочников и других источников, должны быть ссылки на них, например, Рисунок 2 – Датчик влажности [2, с. 83].

6.3.4 Оформление таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения количественных и качественных показателей, а также при приведении материалов справочного характера. Чаще всего в виде таблиц оформляется цифровой материал. Название таблицы, при его наличии, должно отражать её содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей. При этом слово «Таблица» размещается над левым краем таблицы, далее идет ее номер, затем тире, а затем название таблицы с прописной буквы (см. рисунок 6.1).

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием её номера. Если таблица прерывается и её продолжение будет на следующем листе, то нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблица 5.1 – Параметры шайб.

В миллиметрах

Номинальный диаметр резьбы болта, винта, шпильки	Внутренний диаметр шайбы	Толщина шайбы					
		легкой		нормальной		тяжелой	
		a	b	a	b	a	b
2,0	2,1	0,5	0,8	0,5	0,5	—	—
2,5	2,6	0,6	0,8	0,6	0,6	—	—
3,0	3,1	0,8	1,0	0,8	0,8	1,0	1,2

Продолжение таблицы 5.1.

В миллиметрах

Номинальный диаметр резьбы болта, винта, шпильки	Внутренний диаметр шайбы	Толщина шайбы					
		легкой		нормальной		тяжелой	
		a	b	a	b	a	b
4,0	4,1	1,0	1,2	1,0	1,2	1,2	1,6
...
...
42,0	42,5	—	—	9,0	9,0	—	—

Рисунок 6.1 – Пример оформления таблицы, располагаемой на двух листах

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделённых точкой.

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

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

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Также не допускается включать в таблицу графу «Номер по порядку».

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

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

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

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

Таблицу выравнивают по центру страницы. Допускается размещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, её делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют её головку и боковик. При делении таблицы на части допускается её головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

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

Однострочный текст и числовые значения внутри таблицы выравняются по центру граф и строк. Многострочный текст выравняется по ширине графы.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками в соответствии с рисунком 6.2. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то

допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять.

Таблица 5.5

В миллиметрах

Диаметр зенкера	C	C ₁	R	h	h ₁	S	S ₁
От 10 до 11 включ.	3,17	–	–	3,00	0,25	1,00	–
Св. 11 » 12 »	4,85	0,14	0,14	3,84	–	1,60	6,75
» 12 » 14 »	5,50	4,20	4,20	7,45	1,45	2,00	6,90

Рисунок 6.2 – Пример оформления таблицы, содержащей повторяющийся текст

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

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире) в соответствии с рисунком 6.2.

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

6.3.5 Оформление приложений

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Это может быть графический материал, таблицы большого формата, расчёты, описания аппаратуры и приборов, инструкции по настройке и регулировке, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т. д.

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

Приложения могут быть обязательными и информационными. Информационные приложения могут быть рекомендуемого или справочного характера.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением информационного приложения «Библиография», которое располагают последним.

Каждое приложение следует начинать с нового листа с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4 х 3, А4 х 4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301-68.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделён на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения (например, В2.1).

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

Все приложения пояснительной записки должны быть перечислены в содержании пояснительной записки с указанием их номеров и заголовков.

Приложения, выпускаемые в виде самостоятельного документа, оформляют по общим правилам – первый лист с основной надписью по форме 2, последующие листы – по форме 2а по ГОСТ 2.104-2006.

При необходимости такое приложение может иметь «Содержание».

Допускается в качестве приложения к документу использовать другие самостоятельно выпущенные конструкторские документы (габаритные чертежи, схемы и др.).

6.3.6 Оформление библиографии

Библиография оформляется как справочное приложение и размещается в конце пояснительной записки. Библиография представляет собой список библиографических ссылок, оформляемых по ГОСТ 7.0.5-2008. В библиографии приводятся все источники информации (книги, журналы, сайты сети Internet и др.), которые использовались при работе и на которые имеются ссылки в пояснительной записке.

Источники рекомендуется располагать в порядке ссылок на них в тексте пояснительной записки. Ссылка на источник в тексте пояснительной записки оформляется в квадратных скобках [первое число – номер источника в библиографии, второе – номер страницы]. Номер страницы отделяется от номера источника запятой и пробелом. При ссылке на несколько источников их разделяют точкой с запятой (например, как указано в [2, с.37] или как описано в [3, с.56; 5, с.78]). Пример оформления библиографии приведен в приложении К.

7 Оформление чертежей, спецификаций, перечней элементов

7.1 Общие сведения

Виды и комплектность конструкторских документов определены ГОСТ 2.102-68. При выполнении дипломного проекта нужно ориентироваться на полный комплект конструкторских документов, однако учитывать ограничения по объёму чертежей, указанных в задании. При этом необходимо показать свою квалификацию в выполнении чертежей различных изделий: деталей, изготавливаемых по различным технологиям; сборочных единиц, схем.

Основные требования к чертежам определены ГОСТ 2.109-73.

При разработке рабочих чертежей предусматривают:

- оптимальное применение стандартных и покупных изделий, а также изделий, освоенных производством и соответствующих современному уровню техники;
- рационально ограниченную номенклатуру резьб, шлицев и других конструктивных элементов, их размеров, покрытий и т. д.;
- рационально ограниченную номенклатуру марок и сортов материалов, а также применение наиболее дешёвых и наименее дефицитных материалов;
- необходимую степень взаимозаменяемости, наивыгоднейшие способы изготовления и ремонта изделий, а также их максимальное удобство обслуживания в эксплуатации.

На чертежах приводится минимальное, но достаточное для полного представления об изделии количество изображений (видов, разрезов, сечений). Масштаб изображений должен быть минимальным, но достаточным для чёткого просмотра изображений и выбирается из ряда, определенного

ГОСТ 2.302-68. Поле чертежа должно быть равномерно заполнено изображениями, таблицами, техническими требованиями в общей сумме не менее чем на 70%.

На рабочих чертежах изделий, подвергаемых покрытию, указывают размеры и шероховатость поверхности до покрытия. Допускается указывать одновременно размеры и шероховатость поверхности до и после покрытия. Если необходимо указать размеры и шероховатость поверхности только после покрытия, то соответствующие размеры и обозначения шероховатости поверхности отмечают знаком «*» и в технических требованиях чертежа делают запись типа: «*Размеры и шероховатость поверхности после покрытия».

На каждое изделие выполняют отдельный чертёж. Исключение составляет группа изделий, обладающих общими конструктивными признаками, на которые выполняют групповой чертёж по ГОСТ 2.113-75.

На каждом чертеже помещают основную надпись и дополнительные графы к ней в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-2006.

Графы основной надписи заполняют с учётом дополнительных требований:

- при выполнении чертежа на нескольких листах на всех листах одного чертежа указывают одно и то же обозначение;
- в графе 5 указывают массу изделия: на чертежах для изготовления опытных образцов – расчётную, на чертежах, начиная с литеры О – фактическую. При этом под фактической массой следует понимать массу, определенную измерением (взвешиванием).

Массу изделия указывают в килограммах без указания единицы измерения. Допускается указывать массу в других единицах измерения с их указанием, например: 0,25 г, 15 г. При необходимости допускается указывать предельные отклонения массы изделия в технических требованиях чертежа. На габаритных и монтажных чертежах, а также на чертежах деталей опытных образцов и единичного производства допускается массу не указывать.

В основной надписи чертежа наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности кратким. Наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: «Колесо зубчатое». В наимено-

вание изделия не включают, как правило, сведения о назначении изделия и его местоположении.

Если ребро (кромку) необходимо изготовить острым или скруглить, то на чертеже помещают соответствующее указание. Если на чертеже нет никаких указаний о форме кромок или ребер, то они должны быть притуплены. При необходимости, в этом случае можно указать размер притупления (фаски, радиуса), помещаемый рядом со знаком «L».

7.2 Спецификации

Основным конструкторским документом, определяющим состав изделия (сборочной единицы, комплекса, комплекта), является спецификация. Спецификация относится к документам, содержащим текст, разбитый на графы; она оформляется по ГОСТ 2.106-96.

Спецификация оформляется на листах формата А4 Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68 (формы 2 и 2а). Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4 (ГОСТ 2.301-68). При этом её располагают над основной надписью и заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах.

В спецификацию вносят составные части, входящие в изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к изделию в целом и его составным частям. Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. В зависимости от состава изделия некоторые разделы спецификации могут отсутствовать. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают. До заголовка и после него оставляют пустую строку.

Документы в разделе «Документация» записывают в порядке, определенном ГОСТ 2.102-68: сборочный чертеж, чертеж общего вида, теоретический чертеж, габаритный чертеж, электромонтажный чертеж, монтажный чертеж, упаковочный чертеж, схемы с перечнями элементов, пояснительная записка.

В разделы «Комплексы», «сборочные единицы» и «Детали» записывать изделия рекомендуется в алфавитном порядке сочетания букв кодов

организаций-разработчиков, а в пределах этих кодов – в порядке возрастания классификационной характеристики и порядкового регистрационного номера.

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

- межгосударственным;
- государственным;
- отраслевым;
- предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись рекомендуется производить по группам изделий, объединённых по их функциональному назначению (например: подшипники, крепёжные 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, применённые по техническим условиям. Запись изделий рекомендуется производить по группам, объединённым по их функциональному назначению; в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие.

Материалы рекомендуется записывать по видам в следующей последовательности:

- металлы чёрные;
- 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 рекомендуется записывать 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 относят, например: лаки, краски, клей, смазки, замазки, припои, электроды. Указание о применении таких материалов дают в технических требованиях на поле чертежа.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе «Формат» проставляют «звёздочку» со скобкой, а в графе «Примечание» перечисляют все форматы в порядке их увеличения.

Для документов, записанных в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу «Формат» не заполняют.

Для деталей, на которые не выпущены чертежи (см. п.7.4: детали на которые допускается не выпускать чертежи), в графе «Формат» указывают «БЧ».

В графе «Поз.» указывают порядковые номера (в порядке возрастания) составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификации. Для разделов «Документация», «Комплекты» графу «Поз.» не заполняют. После заполнения графы «Поз» спецификации позиционные обозначения проставляют на сборочном чертеже.

В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу «Обозначение» не заполняют. Если для изготовления стандартного изделия выпущена конструкторская документация, в графе «Обозначение» указывают обозначение выпущенного основного конструкторского документа.

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

Пример оформления спецификации печатного узла приведен в приложении Р.

7.3 Сборочные чертёжи

Сборочный чертёж является документом, на котором приводятся сведения, необходимые для изготовления (сборки) изделия. Количество сборочных чертежей должно быть минимальным, но достаточным для рациональной организации производства (сборки и контроля) изделий. При необходимости на сборочных чертежах приводят данные о работе изделия и о взаимодействии его частей.

Сборочный чертёж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы. Допускается на сборочных чертежах помещать дополнительные схематические изображения соединения и расположения составных частей изделия;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п., а также указания о выполнении неразъёмных соединений (сварных, паяных и др.);
- номера позиций составных частей, входящих в изделие, в точном соответствии со спецификацией на данное изделие;
- габаритные размеры изделия (допускается не указывать на чертежах сборочных единиц, не являющихся предметом самостоятельной поставки);
- установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
- технические характеристики изделия (при необходимости);
- координаты центра масс (не помещают, если они указаны в другом конструкторском документе).

При указании установочных и присоединительных размеров должны быть нанесены:

– координаты расположения, размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями;

– другие параметры (например, для зубчатых колес, служащих элементами внешней связи, – модуль, количество и направление зубьев).

Сборочные чертежи следует выполнять, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплётки и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием;
- крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: "Крышка поз.3 не показана";
- видимые составные части изделий или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;
- надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные.

Допускается на сборочных чертежах составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например: шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т. п.

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

- на разрезах изображают нерассечёнными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи.
- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями.

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило,

на основных видах и заменяющих их разрезах. Номер позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Номер позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

7.4 Чертежи деталей

Рабочие чертежи разрабатывают, как правило, на все детали, входящие в состав изделия.

Допускается не выпускать чертежи на:

- детали, изготавливаемые из фасонного или сортового материала отрезкой под прямым углом, из листового материала отрезкой по окружности в том числе, с концентрическим отверстием или по периметру прямоугольника без последующей обработки;
- одну из деталей изделия в случаях соединения их наплавкой, запрессовкой, пайкой и пр., указанных в пп. 3.3.5 и 3.3.6 ГОСТ 2.109-73;
- детали изделий с неразъёмными соединениями (сварных, паяных, клепаных, склеенных, сбитых гвоздями и т. п.), являющихся составными частями изделий единичного производства, если конструкция такой детали настолько проста, что для ее изготовления достаточно трех-четырех размеров на сборочном чертеже или одного изображения такой детали на свободном поле чертежа;
- детали изделий единичного производства, форма и размеры которых (длина, радиус сгиба и т. п.) устанавливаются по месту, например, отдельные части ограждений и настила, отдельные листы обшивки каркасов и переборок, полосы, угольники, доски и бруски, трубы и т. п.;
- покупные детали, подвергаемые антикоррозионному или декоративному покрытию, не изменяющему характер сопряжения со смежными деталями.

Необходимые данные для изготовления и контроля деталей, на которые не выпускают чертежи, указывают на сборочных чертежах и в спецификации.

На чертежах деталей и в спецификации условные обозначения материала должны соответствовать обозначениям, установленным стандартами на материал. При отсутствии стандарта на материал его обозначают по техническим условиям.

На чертеже должны быть указаны все размеры, предельные отклонения на них и шероховатости всех поверхностей. При нанесении размеров, нужно продумать, относительно какой базы следует их указывать.

Нанесение размеров определяется ГОСТ 2.307-68. Номинальное значение размера рекомендуется брать из ряда предпочтительных чисел по ГОСТ 6636-69.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом, называются справочными.

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* Размеры для справок». Если все размеры на чертеже справочные, их знаком «*» не отмечают, а в технических требованиях записывают: «Размеры для справок».

К справочным относят следующие размеры:

- а) один из размеров замкнутой размерной цепи. Предельные отклонения таких размеров на чертеже не указывают;
- б) размеры, перенесённые с чертежей изделий-заготовок;
- в) размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали;
- г) размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например, ход поршня, ход штока клапана двигателя внутреннего сгорания и т.п.;
- д) размеры на сборочном чертеже, перенесённые с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных;
- е) габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесённые с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей;
- ж) размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются обозначением материала, приведенным в графе 3 основной надписи.

Примечания:

1). Справочные размеры, указанные в подпунктах *б*, *в*, *г*, *е*, *ж* настоящего пункта, допускается наносить как с предельными отклонениями, так и без них.

2). Установочными и присоединительными называются размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливается на месте монтажа или присоединяют к другому изделию.

3). Габаритными называются размеры, определяющие предельные внешние (или внутренние) очертания изделия.

На чертежах изделий у размеров, контроль которых технически затруднён, наносят знак «*», а в технических требованиях помещают надпись «Размеры обеспеч. INSTR.».

При этом размеры инструмента или технологический процесс проверяются периодически в процессе изготовления изделий. Периодичность контроля инструмента или технологического процесса устанавливается предприятием-изготовителем совместно с представителем заказчика.

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации. Исключение составляют справочные размеры, приведенные в пп. *б и ж*.

Если в технических требованиях необходимо дать ссылку на размер, нанесённый на изображение, то этот размер или соответствующий элемент обозначают буквой, а в технических требованиях помещают запись, использующую букву.

Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров. Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки предельных отклонений, например, «Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, $\pm \frac{t_2}{2}$ ».

Не следует необоснованно увеличивать точность размеров. При нанесении предельных отклонений следует учитывать, что на свободные (несопрягаемые) поверхности для охватываемых поверхностей (валов) верхнее предельное отклонение равно нулю, а нижнее отрицательное, для охватывающих поверхностей (отверстий) нижнее предельное отклонение равно нулю, а верхнее положительное. Если поверхности не относятся ни к валам ни к отверстиям, тогда поле допуска должно быть симметричным относительно номинального размера (обозначается знаком "±", после которого да-

ётся численное значение половины поля допуска). При обозначении предельных отклонений сопрягаемых поверхностей, нужно определиться по какой системе будут создавать посадки: системе отверстия либо системе вала.

Шероховатость поверхностей указывается по ГОСТ 2.309-73. Не следует необоснованно повышать степень чистоты поверхности. Рекомендуемые значения шероховатости элементов различных деталей приведены в ОСТ 11 010.018-84. Обозначение шероховатости преобладающей части поверхностей проставляют в правом верхнем углу чертежа. Шероховатость одной и той же поверхности, отличающейся от шероховатости, обозначенной в правом верхнем углу чертежа, проставляется на чертеже один раз.

Покрyтия, наносимые на детали, указывают по ГОСТ 2.310-68. Участки поверхностей, подлежащие покрытию, обозначают штрихпунктирной утолщенной линией.

См. также замечания об обозначении шероховатостей и покрытий в подразделе 7.1 настоящих указаний.

Обозначение материала детали указывают в основной надписи чертежа. При этом может быть указан только один вид материала. Если для изготовления детали предусматривается использование заменителей материала, то их указывают в технических требованиях чертежа или технических условиях на изделие. На материалы, поставляемые по сортаментам, должен быть также указан сортament.

При **изготовлении детали гибкой**, если форма и размеры всех элементов определены на чертеже готовой детали, развёртку (изображение, длину развёртки) не приводят. Когда изображение детали, изготавливаемой гибкой, не даёт представления о действительной форме и размерах отдельных её элементов, на чертеже детали помещают частичную или полную развёртку. На изображении развёртки наносят только те размеры, которые невозможно указать на изображении готовой детали. Развёртку изображают сплошными основными линиями, толщина которых должна быть равна толщине линий видимого контура на изображении детали.

7.5 Состав и кодировка схем

Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на виды и типы. Каждая схема должна иметь

наименование и код схемы. Код схемы состоит из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы.

Виды схем обозначают буквами:

- электрические – Э;
- гидравлические – Г;
- пневматические – П;
- газовые (кроме пневматических) – Х;
- кинематические – К;
- вакуумные – В;
- оптические – Л;
- энергетические – Р;
- деления – Е;
- комбинированные – С.

Типы схем обозначают цифрами:

- структурные – 1;
- функциональные – 2;
- принципиальные (полные) – 3;
- соединений (монтажные) – 4;
- подключения – 5;
- общие – 6;
- расположения – 7;
- объединенные – 0.

Например, схема электрическая принципиальная – ЭЗ; схема гидравлическая соединений – Г4; схема деления структурная – Е1; схема электрогидравлическая принципиальная – СЗ; схема электро-гидропневмокинематическая принципиальная – СЗ; схема электрическая соединений и подключения – Э0; схема гидравлическая структурная, принципиальная и соединений – ГО.

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, разрабатывают несколько схем соответствующих видов одного типа, например, схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная или одну комбинированную схему, содержащую элементы и связи разных видов.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида, а также

элементы и устройства, не входящие в изделие, на которое составляют схему, но необходимые для разъяснения принципов работы изделия.

Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрихпунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывая в них местонахождение этих элементов, а также необходимые данные.

Схему деления изделия на составные части выпускают для определения состава изделия.

К схемам или взамен схем в случаях, установленных правилами выполнения конкретных видов схем, выпускают в виде самостоятельных документов таблицы, содержащие сведения о расположении устройств, соединениях, местах подключения и другую информацию. Таким документам присваивают код, состоящий из буквы Т и кода соответствующей схемы. Например, код таблицы соединений к электрической схеме соединений – ТЭ4.

В графе 1 основной надписи документа указывают наименование изделия, а также наименование документа "Таблица соединений".

Таблицы соединений записывают в спецификацию после схем, к которым они выпущены, или вместо них.

Номенклатура выпускаемых на изделие схем определяется особенностями изделия. Количество типов схем на изделие должно быть минимальным, но в совокупности они должны содержать сведения в объёме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия.

Между схемами одного комплекта конструкторских документов на изделие должна быть установлена однозначная связь, которая обеспечила бы возможность быстрого отыскания одних и тех же элементов (устройств, функциональных групп), связей или соединений на всех схемах данного комплекта.

7.6 Электрические схемы

7.6.1 Общие правила оформления электрических схем

Требования по оформлению электрических схем всех типов изложены в ГОСТ 2.702-75. Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделий не

учитывают или учитывают приближенно. Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического обозначения должно быть не менее 1,0 мм, между соседними соединительными линиями связи – не менее 3,0 мм, между отдельными условными графическими обозначениями – не менее 2,0 мм.

Устройства, имеющие самостоятельную принципиальную схему, выполняют на схемах в виде фигуры сплошной линией, равной по толщине линиям связи (допускается в два раза толще линии связи).

Функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, выполняют на схемах в виде фигуры из контурных штрихпунктирных линий, равных по толщине линиям связи.

При выполнении принципиальной схемы на нескольких листах следует выполнять следующие требования:

- при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдают сквозную нумерацию в пределах изделия;
- перечень элементов должен быть общим;
- отдельные элементы допускается повторно изображать на других листах схемы, сохраняя позиционные обозначения, присвоенные на одном из листов схемы.

При выполнении схем применяют условные графические обозначения (УГО), установленные в стандартах ЕСКД, прямоугольники, упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические). Размеры УГО допускается пропорционально увеличивать или уменьшать. При этом должны сохраняться соотношения размеров УГО, указанные в стандартах с помощью модульной сетки. Шаг модульной сетки для каждой схемы может быть любым, но одинаковым для всех элементов и устройств данной схемы. УГО следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи.

УГО элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° , а также зеркально отображенными. Допускается УГО поворачивать на угол, кратный 45° , если это упрощает графику схемы. Квалифицирующие символы (световой поток и т. д.) при поворотах УГО не должны менять своей ориентации (рисунок 7.1). Повороты и зеркальные отображения не допустимы,

если это приводит к искажению смысла УГО, например, для двоичных логических элементов.



Рисунок 7.1 – Условное графическое изображение светодиода

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Рекомендуемая толщина линий связи от 0,3 до 0,4 мм. Линии связи должны быть показаны, как правило, полностью. Для упрощения чтения схемы линии связи допускается обрывать. Обрывы линий связи в пределах одного листа заканчиваются стрелками, около которых указывают обозначения прерванных линий (например, напряжение питания и т. п.).

Линии связи, переходящие с одного листа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы без стрелок. Рядом с обрывом линии связи должно быть указано обозначение этой линии и в круглых скобках номер листа схемы, на который переходит линия связи.

На схемах можно указывать различные технические данные. Около графических обозначений элементов помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы – диаграммы, таблицы, текстовые указания и т. п.

Текстовые данные в зависимости от их содержания и назначения могут быть расположены рядом с графическими обозначениями, внутри графических обозначений, над линиями связи, в разрыве линий связи, рядом с концами линий связи, на свободном поле схемы.

7.6.2 Структурные схемы

На структурной схеме изображают в виде прямоугольников произвольных размеров или УГО все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними. На линиях взаимосвязи рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии. Для этого случая используются не зачерненные внутри стрелки с углом раскрытия 60°. На схеме указывают наименования функциональных частей изделия, которые, как правило, вписывают внутрь прямоугольников.

Допускается помещать на схеме поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени,

а также указывать параметры в характерных точках (значения токов, напряжений, формы импульсов, математические зависимости и т. п.).

7.6.3 Функциональные схемы

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы), участвующие в процессе, иллюстрируемой схемой, и связи между этими частями.

Функциональные части и связи между ними на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников.

Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.

На схеме должны быть указаны:

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

Обозначение документа, на основании которого применено устройство, и тип элемента допускается не указывать.

Наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать в прямоугольники.

На схеме рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей (рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы). На схеме помещают поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во

времени, а также указывают параметры в характерных точках (величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и т. д.).

7.6.4 Принципиальные схемы

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

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

Элементы и устройства изображают на схеме совмещённым или разнесённым способом. При совмещённом способе составные части элементов или устройств изображают в непосредственной близости друг к другу, а при разнесённом способе – в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.

Схемы выполняют в многолинейном или однолинейном изображении. Допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в линию групповой связи, но при подходе к контактам (элементам) каждую линию связи изображают отдельной линией.

При слиянии линий связи каждую линию помечают на обоих концах условными обозначениями (цифрами, буквами) или обозначениями, принятыми для электрических цепей (ГОСТ 2.709-89). Обозначение линий проставляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.721-74.

Каждый элемент и устройство, изображенные на схеме, должны иметь позиционные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.710-81. Порядковые номера должны быть присвоены, начиная с единицы, в пределах группы элементов (устройств) с одинаковым буквенным позиционным обозначением, например: *R1*, *R2* и т.д., *C1*, *C2* и т.д.

Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо. При необходимости допускается изменять последовательность присвоения порядковых номеров в зависимо-

сти от размещения элементов в изделии, направления прохождения сигналов или функциональной последовательности процесса.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с УГО элементов и устройств с правой стороны или над ними. При изображении разнесенным способом позиционное обозначение элемента или устройства проставляют около каждой составной части.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав изделия и изображённые на схеме. Данные должны быть записаны в перечень элементов. При этом связь перечня с УГО должна осуществляться через позиционные обозначения.

Характеристики входных и выходных цепей изделия, а также адреса их внешних подключений рекомендуется записывать в таблицы, помещаемые взамен УГО входных и выходных элементов – соединителей, плат и т.п.

Каждой таблице присваивается позиционное обозначение элемента, взамен УГО которого она помещена. Над таблицей допускается указывать УГО контакта – гнезда или штыря. Размеры граф произвольные.

Если в изделие входят несколько одинаковых устройств, не имеющих самостоятельных принципиальных схем, или функциональных групп, то на схеме изделия допускается не повторять схемы этих устройств. При этом устройства или функциональные группы изображают в виде прямоугольников, выполненных штрих пунктирными линиями. Схему такого устройства изображают внутри одного из прямоугольников или помещают на поле схемы с соответствующей надписью.

X1

Конт.	Цепь	Адрес
1	$\Delta f=0,3...3$ кГц; $R_H=600$ Ом	=A1-X1:1
2	$U_{\text{вых}}=0,5$ В; $R_H=600$ Ом	=A1-X1:2
3	$U_{\text{вых}}=+60$ В; $R_H=600$ Ом	=A1-X1:3
4	$U_{\text{вых}}=+20$ В; $R_H=1$ кОм	=A1-X1:4

Рисунок 7.2 – Таблица характеристик цепей

7.7 Перечни элементов

Перечень элементов оформляют в виде таблицы (рисунок 7.3), заполняемой сверху вниз, которую помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

В графах таблицы указывают следующие данные:

в графе «Поз. обозначение» – позиционное буквенно-цифровое обозначение элемента, устройства или функциональной группы;

в графе «Наименование» – наименование элемента или устройства, тип и обозначение документа, на основании которого этот элемент или устройство применены;

в графе «Примечание» – технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании, значения параметров, подбираемые при регулировании и др.

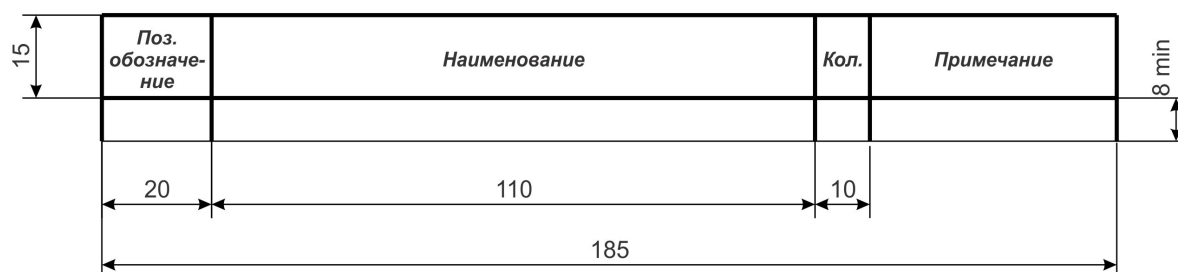


Рисунок 7.3 – Форма перечня элементов

При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают, как правило, над основной надписью, с пробелом не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы П и кода схемы, например, ПЭЗ. При этом в основной надписи указывают наименование изделия, а также наименование документа «Перечень элементов». Перечень элементов записывают в спецификации после схемы, к которой он выпущен.

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на листе формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68 (формы 2 и 2а).

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагаются по возрастанию порядковых номеров.

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, записывают в одну строку.

В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: *R8 ... R12*, а в графу «Кол.» – общее количество таких элементов. Если номера элементов идут не подряд, объединять их в одну запись не допускается.

Для нескольких элементов одного наименования, имеющих одинаковые буквенные позиционные обозначения, целесообразно в графе «Наименование» давать общее наименование этих элементов, например: конденсаторы, микросхемы, резисторы и т. д. В общем наименовании допускается указывать типы элементов и обозначения технических условий на них.

Пример оформления перечня элементов приведен в приложении С.

7.8 Схемы алгоритмов

При выполнении схем алгоритмов, программ, данных и систем следует руководствоваться ГОСТ 19.701-90. В соответствии с этим стандартом предусматриваются следующие виды схем:

- схемы данных;
- схемы программ;
- схемы работы систем;
- схемы взаимодействия программ;
- схемы ресурсов системы.

Символы, используемые в схемах алгоритмов, могут быть вычерчены в любой ориентации, но предпочтительно горизонтальное расположение. Допускается зеркальное отображение символов. При изображении символов должны быть соблюдены соотношения их размеров, показанные в стандарте. По возможности все символы должны быть одного размера.

Внутри символов или рядом с ними в форме комментария помещают текст, служащий для уточнения выполняемых функций. Следует избегать пересечения линий потока, связывающих символы. Указанные линии связи должны быть направлены к центру символа и ориентированы параллельно сторонам рамки чертежа. По возможности линии должны подходить к символу слева или сверху, а исходить справа или снизу. Такое направление потока считается основным и стрелками не обозначается. В остальных случаях обозначать направление линий стрелкой обязательно.

8 Рецензирование дипломного проекта (работы)

Список рецензентов подготавливается заранее и утверждается в установленном порядке. В состав рецензентов входят инженеры, технологи и другие квалифицированные специалисты промышленных предприятий и исследовательских организаций (НИИ, КБ и заводов и др.). Рецензенты дипломных проектов и работ назначаются заведующим кафедрой в соответствии с профилем проекта (работы) по мере их представления к защите.

Рецензент должен детально ознакомиться с проектом и дать о нём развернутый отзыв с критической оценкой принятых дипломником решений.

В рецензии на дипломный проект должны быть освещены следующие вопросы:

1) актуальность темы дипломного проекта и значимость его для промышленности;

2) глубина теоретических обоснований предложенных в дипломном проекте (работе) решений по всем разделам, уровень и качество приведённых расчётов;

3) степень сложности, правильности и актуальности поставленной исследовательской части и эксперимента;

4) соответствие выполненного проекта заданию с указанием пунктов, не выполненных полностью или частично;

5) достоинства и недостатки дипломного проекта.

Рецензент должен также дать оценку графической части проекта, стилю изложения расчетно-пояснительной записки и дипломного проекта в целом.

Используемые рецензентом аргументы должны быть конкретными и краткими. Может быть сформулировано несколько вопросов студенту, на которые он ответит на публичной защите.

В заключение рецензии выставляется оценка работы по четырёхбалльной системе ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно").

Отзыв рецензента передаётся для ознакомления дипломнику и зачитывается при защите проекта.

9 Подготовка к защите и защита проекта (работы)

9.1 Подготовка к защите

Защиты дипломниками дипломных проектов и работ производятся на заседании Государственной аттестационной комиссии (ГАК), действующей согласно утвержденному положению. Для обеспечения ритмичности защит расписание работы ГАК составляется кафедрой и согласовывается с председателем ГАК заранее, не позже, чем за 2 недели до начала работы ГАК. Руководители проектов с учётом пожеланий дипломников дают свои рекомендации о дате защиты соответствующих проектов (работ). Сообщения о времени и месте работы комиссии, а также список защищаемых вывешиваются на доске объявлений кафедры и странице дипломного проектирования сайта ФРЭМТ не позже, чем за сутки до защиты. Защиты, как правило, открытые и на них могут присутствовать все желающие.

Не позднее, чем за две недели до защиты, дипломник обязан сдать в деканат зачётную книжку, а также письменно засвидетельствовать своё согласие с правильностью простановки оценок в справке, подготовленной деканатом.

Успешности защиты способствует правильная техническая, теоретическая и психологическая подготовка. Необходимо заранее, не менее, чем за сутки:

а) продумать, как одеться, если прогнозируют дождливую погоду, побеспокоиться о защите своей одежды и документов от осадков. Неряшливый вид дипломника и промоченные чертежи могут вызвать у членов ГАК негативное отношение;

б) собрать все необходимые документы:

1) сброшюрованный альбом, в который нужно вложить отзыв руководителя, рецензию, справку о внедрении и другие дополнительные документы, если они есть;

2) подготовить чертежи и плакаты, а также бирки с номерами листов чертежей, которые необходимо закрепить на чертежах в порядке их упоминания в докладе (до защиты чертежи не нужно складывать, их аккуратно сворачивают в трубочку, и переносят в тубусе, чтобы при развешивании они не смотрелись мятыми);

в) проверить состояние презентационных материалов и записать их на электронный носитель информации (для повышения сохранности мате-

риалов целесообразно иметь два носителя информации с презентационными материалами: один – диск в альбоме, второй – флешка; а также заранее переписать необходимые файлы на компьютер, используемый при защите);

г) приготовить кнопки и скотч, которые могут потребоваться для развешивания плакатов;

д) посетить аудиторию, в которой будет проходить защита, и ознакомиться со средствами представления презентаций (попробовать работать на этом оборудовании), либо договориться со своим товарищем, который будет помогать управлять этим оборудованием;

е) подготовить доклад и продумать, как будут развешены чертежи и плакаты;

ж) продумать ответ на замечания руководителя и рецензента.

Желательно, если Вы защищаетесь не в первый день, посетить защиты Ваших товарищей. Присутствие на защите помогает увидеть типичные недостатки и удачные моменты, учит, как лучше организовать своё выступление.

И, наконец, перед днём защиты необходимо хорошо отдохнуть и выспаться.

9.2 Рекомендации по подготовке доклада

Доклад играет важную роль при защите проекта. Многие вопросы у членов комиссии появляются при прослушивании доклада. Целесообразно доклад построить по следующему плану:

- актуальность темы дипломного проекта (работы);
- место работы в ряду предшествующих исследований;
- постановка задачи с обязательным указанием всех допущений и ограничений (по техническому заданию);
- разработка частного технического задания (если оно составлялось);
- принятые решения, подтверждение их расчётами;
- особенности технологической части проекта;
- решение вопросов экологии и безопасности жизнедеятельности;
- особенности экономической части проекта;
- новизна и достоверность полученных результатов и выводов;
- предполагаемое использование полученных результатов.

На доклад даётся 10 минут, за это время можно только в общих чертах ввести комиссию в курс дела. Поэтому не следует в докладе вдаваться

в подробное изложение отдельных деталей. Доклад необходимо умело иллюстрировать формулами, графиками, схемами, вынесенными на плакаты и проецируемыми на экран. Вопросы построения доклада, порядка развешивания чертежей и плакатов и порядка следования демонстрационных материалов на экране неразрывны. Чертежи и плакаты нужно разместить так, чтобы в процессе доклада перемещаться относительно них слева направо, не возвращаясь. Доклад следует написать на бумаге, согласовать с руководителем и выучить.

9.3 Рекомендации по созданию презентации

При организации доклада, студент имеет возможность использовать мультимедиа презентацию.

Презентация представляет собой набор слайдов (страниц), транслируемых через проектор, и предназначенных для иллюстрации материалов по теме дипломного проекта. Для целостности восприятия презентация выполняется в едином стиле.

Каждый слайд может включать:

- различные формы представления информации (текст, таблицы, диаграммы, изображения, видео);
- анимацию появления объектов на слайде и анимацию смены слайдов.

Презентация является дополнением к докладу студента. Не допускается воспроизведение записанного текста доклада студента совместно с визуальной презентацией.

При оформлении страниц следует придерживаться следующего порядка объектов на экране:

- заголовок слайда (анонс информации)
- основная информация
- дополнительная (поясняющая, иллюстрирующая, навигационная) информация.

Объекты на слайдах могут сразу присутствовать на слайдах, либо возникать на них в нужный момент по желанию докладчика. Динамическое появление объектов усиливает наглядность доклада, и привлекает внимание комиссии.

Презентация может включать следующие материалы.

- Исходные данные к проекту.
- Информация по аналогам.

- Варианты разработки структурных и функциональных схем.
- Фрагменты принципиальной схемы устройства.
- Варианты проработки конструкции – анализ компоновочных вариантов, результаты сравнения.
 - Варианты эргономической проработки лицевой панели, блока в целом.
 - Конечный фотореалистичный вариант разработанной конструкции, вид с разнесенными частями.
 - Фрагменты конструкции – детали, радиаторы, элементы корпуса, лицевая панель.
 - Материалы по расчетной части.
 - Структура технологического процесса сборки изделия, а также другие дополнительные материалы по технологической части.
 - Оценка качества конструкции.
 - Слайды по разделу безопасности жизнедеятельности и экологии.

9.4 Защита

Перед защитой необходимо хорошо отдохнуть: выспаться, погулять в парке.

Все дипломники, защищающиеся на данном заседании ГАК, должны явиться за 30 минут до начала работы ГАК независимо от очередности защиты. Они должны сдать секретарю ГАК:

- альбом с пояснительной запиской и другими документами;
- отзыв руководителя;
- рецензию на дипломный проект;
- справку о внедрении и другие документы (если они имеются).

Все чертежи, плакаты, демонстрируемые средства необходимо разместить в аудитории, где проводится заседание ГАК, проверить их работоспособность и подготовить к демонстрации.

До начала заседания или в его перерыве очередной защищающийся дипломник готовит демонстрационные материалы. Для закрепления чертежей и плакатов на рамах необходимо иметь с собой кнопки и скотч. Плакаты следует размещать на раме в той последовательности, в которой они будут упоминаться в докладе.

На заседании ГАК должны присутствовать члены комиссии, руководитель и, желательно, рецензент проекта, а также могут присутствовать все желающие.

Защита начинается докладом студента, после представления его и разрабатываемой темы секретарем ГАК. На доклад отводится 10 минут.

После доклада члены ГАК и все желающие задают дипломнику вопросы. Содержание вопросов и ответов на них дипломника должны позволить членам ГАК оценить глубину проработки темы проекта и степень подготовленности дипломника к самостоятельной инженерной деятельности.

Ответы на вопросы должны быть полными и подробными, при этом целесообразно обращаться к чертежам, плакатам, презентационным материалам, альбому с документами. Начинать ответ нужно с общих формулировок, затем переходить к более подробным (например, на вопрос: «Какое крепление крышки вы использовали?», целесообразно ответить: «Разъёмное крепление, с помощью 4-х винтов диаметром 3 мм, расположенным в углах крышки. Расчёт прочности соединения и момент затяжки винтов приведены в пояснительной записке»). При ответе следует смотреть на человека, задавшего вопрос. По мимике и жестам этого человека можно понять удовлетворяет ли его Ваш ответ. Возможно, что его удовлетворит уже начало ответа («Разъёмное крепление»), тогда не имеет смысла в дальнейшем углублении. Если формулировка вопроса непонятна, необходимо попросить повторить вопрос (возможно с другой формулировкой).

После ответов на вопросы зачитываются отзыв руководителя и рецензия, а затем дипломнику предоставляется слово для ответа на замечания, содержащиеся в них. При несогласии с замечаниями возражения должны быть убедительными, но лаконичными.

9.5 Оценка работы

Оценка качества проекта, его защиты и присуждение квалификации производятся на закрытом заседании ГАК после краткого заключения руководителя проекта и обмена мнениями между членами ГАК. Результаты защиты дипломного проекта определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При оценке работы учитываются качество выполнения и оформления проекта, уровень защиты проекта и ответов на вопросы, мнение руководителя и рецензента. ГАК

может принять решение о выдаче диплома с отличием, а также рекомендовать защитившего диплом к поступлению в аспирантуру.

В тех случаях, когда защита проекта признается неудовлетворительной, ГАК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите тот же дипломный проект с доработкой, определяемой комиссией, или же обязан разработать новую тему, которая устанавливается кафедрой. Студент, не защитивший проект, допускается к повторной защите дипломного проекта в течение трёх лет после отчисления из университета при представлении положительной характеристики с места работы, отвечающей профилю подготовки.

Решение ГАК принимается простым большинством голосов.

После защиты дипломник должен сдать материалы проекта для хранения в архив университета; все дипломные проекты хранятся в архиве ВлГУ в течение пяти лет и при необходимости могут быть востребованы.

Приложение А
(справочное)

Требования ГОС к специалистам

Для решения профессиональных задач инженер

- осуществляет сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследований;
- изучает специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области проектирования и технологии электронных средств;
- осуществляет разработку конкурентоспособной продукции и современных технологических процессов;
- проводит экспериментальные исследования конструкций электронных средств и технологических процессов их производства с целью их модернизации или создания новых конструкций и их технологий;
- составляет описания проводимых исследований, готовит данные для составления отчетов, обзоров и другой документации;
- выполняет математическое моделирование конструкций или технологических процессов с целью оптимизации их параметров;
- оценивает экономическую эффективность принимаемых проектно-конструкторских решений, обеспечивает необходимый уровень унификации и стандартизации изделий;
- разрабатывает конструкторскую и технологическую документацию, оформляет законченные научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы;
- составляет планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитывает производственные мощности и загрузку оборудования;
- участвует в разработке технически-обоснованных норм выработки, норм обслуживания оборудования, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, деталей и энергии;
- разрабатывает метрологическое обеспечение технологических процессов, выбирает методы и средства контроля качества выпускаемой продукции, проводит ее сертификацию;

- осуществляет контроль над соблюдением технологической дисциплины на предприятии и правильной эксплуатации диагностического и технологического оборудования;

- разрабатывает и принимает участие в реализации мероприятий по повышению эффективности производства, направленных на сокращение расхода материалов, снижение трудоемкости, повышение производительности труда;

- анализирует причины брака и выпуска продукции низкого качества и пониженных сортов, принимает участие в разработке мероприятий по их предупреждению, а также в рассмотрении поступающих рекламаций на выпускаемую предприятием продукцию;

- определяет техническое состояние оборудования, планирует техническое обслуживание и ремонт;

- участвует в монтаже, наладке, регулировании, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов разрабатываемых конструкций;

- принимает участие в составлении патентных и лицензионных паспортов, заявок на изобретения и промышленные образцы;

- рассматривает рационализаторские предложения по совершенствованию конструкции и технологии производства электронных средств, дает заключения о целесообразности их использования;

- участвует во внедрении разработанных технических решений и проектов, в оказании технической помощи и осуществлении авторского надзора при изготовлении, испытаниях и сдаче в эксплуатацию проектируемых изделий;

- осуществляет профилактику производственного травматизма и профессиональных заболеваний, разрабатывает мероприятия по предотвращению экологических нарушений, защите интеллектуальной собственности;

- подготавливает рецензии, отзывы и заключения на техническую документацию, разрабатывает инструкции по эксплуатации оборудования, технике безопасности и программам испытаний электронных средств.

Инженер должен знать:

- постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по своей профессиональной деятельности;

- действующие стандарты и технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программам испытаний, оформлению технической документации;

- технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных образцов конструкций электронных средств и технологий их производства;

- технические требования, предъявляемые к материалам и готовой продукции;

- основное используемое оборудование и принципы его работы;

- нормативы расхода материалов, топлива и энергии;

- перспективы технического развития предприятия;

- виды брака и способы его предупреждения;

- порядок и методы проведения патентных исследований;

- основы изобретательства и рационализаторства;

- современные средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

- специальную научно-техническую и патентную литературу по тематике исследований и разработок;

- порядок пользования периодическими, реферативными и справочно-информационными изданиями по профилю специальности;

- основы экономики, организации труда и управления коллективом;

- основы трудового законодательства;

- правила и нормы охраны труда;

- методики расчета технико-экономической эффективности при выборе технических и организационных решений;

- рациональные способы защиты и порядок действий коллектива предприятия (отдела, лаборатории, цеха) в чрезвычайных ситуациях.

Выписка из ГОС ВПО Направление подготовки дипломированного специалиста "Проектирование и технология электронных средств", квалификация – инженер, рег № 29 тех/дс

Приложение Б
(справочное)

**Пример оформления задания на дипломный проект
конструкторского и конструкторско-схемотехнического типов**

**Министерство образования и науки РФ
ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им А.Г и Н.Г. СТОЛЕТОВЫХ**

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой КТРЭС
ВлГУ

_____ Крылов В.П.

**З А Д А Н И Е
НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Студенту Иванову Ивану Николаевичу

- 1. Тема проекта:** Разработка усилителя мощности звуковых частот
утверждена приказом по университету № _____ от _____
- 2. Срок сдачи студентом законченного проекта** 25 мая 2010г.
- 3. Исходные данные к проекту** Схема электрическая принципиальная аналога; объём выпуска 500 шт. в год; условия эксплуатации – группа С1 ГОСТ16019-2001 (стационарная бытовая аппаратура); наработка на отказ не менее 5000 ч.; тип конструкции – настольная
- 4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработки вопросов):** Анализ технического задания; патентно-информационное исследование; обоснование выбора схемотехнических решений; разработка конструкции изделия (разработка конструктивно-компоновочного решения; обоснование выбора материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, детальная отработка конструкции); расчеты; технологическая часть (обоснование выбора технологических процессов изготовления деталей и разработка технологического процесса общей сборки изделия, оценка технологичности конструкции изделия); раздел экология и безопасность жизнедеятельности; организационно-экономическая часть

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей)

Электрические схемы	1-1,5 листа А1*
Сборочный чертёж усилителя мощности	} 8,5-9 листов А1*
Чертежи сборочных единиц	
Чертежи деталей	
Дизайн-плакат	1 лист А1*
Плакат технико-экономических показателей	1 лист А1
Общий объём графической части	12 листов А1

6. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта)

Организационный и экономический раздел

Раздел безопасности жизнедеятельности

Дата выдачи задания 14 ноября 2009 г.

Руководитель _____ В.Б.Дмитриев

Задание принял к исполнению _____ И.Н.Иванов

* Число листов указано применительно к проекту конструкторского типа

Приложение В
(справочное)

Пример оформления задания на дипломную работу

Министерство образования и науки РФ
ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им А.Г и Н.Г. СТОЛЕТОВЫХ

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой КТРЭС
ВлГУ

_____ Крылов В.П.

З А Д А Н И Е
НА ДИПЛОМНУЮ РАБОТУ

Студенту Иванову Ивану Николаевичу

1. Тема проекта: Исследование и разработка теплоустойчивого блока усилителя мощности

утверждена приказом по университету № _____ от _____

2. Срок сдачи студентом законченного проекта 25 мая 2010г.

3. Исходные данные к проекту Схема электрическая принципиальная; объём выпуска 500 шт. в год; условия эксплуатации – группа С1 ГОСТ16019-2001; наработка на отказ не менее 5000 ч.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработки вопросов): Анализ технического задания; патентно-информационное исследование; исследование эффективности способов охлаждения блоков ЭС и методов расчета тепловых полей; разработка и исследование вариантов конструкции изделия, обеспечивающих повышенный отвод тепла; разработка вариантов конструкций элементов локального охлаждения мощных микросхем; расчеты тепловых полей; технологическая часть (обоснование выбора технологических процессов изготовления деталей и разработка технологического процесса сборки теплоустойчивого блока, оценка технологичности конструкции изделия); раздел экологии и безопасности жизнедеятельности; организационно-экономическая часть.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей)

Электрические схемы	0,5-1 лист А1
Сборочный чертёж блока	} 3-4 листов А1
Чертежи сборочных единиц	
Чертежи деталей	
Плакаты по исследовательской части	6-7 листов А1
Плакат технико-экономических показателей	1 лист А1
Общий объём графической части	12 листов А1

6. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта)

Организационный и экономический раздел

Раздел безопасности жизнедеятельности

Дата выдачи задания 14 ноября 2009 г.

Руководитель _____ П.П.Петров

Задание принял к исполнению _____ И.Н.Иванов

Приложение Г
(справочное)

Титульный лист и пример оформления частного технического задания

1 Образец титульного листа

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель подразделения
базового предприятия
_____ Фамилия И.О.
" ___ " _____ 201__ г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой КТРЭС
ВлГУ
_____ Крылов В.П.
" ___ " _____ 201__ г.

(ЧАСТНОЕ) ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
на разработку (проведение исследований)
(указать название темы проекта или работы)

Руководитель проекта (работы)
_____ Фамилия И.О.
(подпись)

Консультант от кафедры КТРЭС
_____ Фамилия И.О.
(подпись)

Исполнитель студент гр.Р-XXX
_____ Фамилия И.О.
(подпись)

Владимир 2010

- Примечания. 1. Согласование выполняется при необходимости.
2. Если руководитель проектирования – преподаватель кафедры
КТ РЭС, графа "консультант кафедры" не делается.

2 Пример оформления содержательной части Частного технического задания

Содержание

- 1 Общие сведения Ошибка! Закладка не определена.**
 - 1.1 Наименование системы **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 1.2 Основание для разработки **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2 Назначение и цели создания системы**
 - 2.1 Назначение системы **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.2 Цели создания системы **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.3 Задачи разработки **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3 Характеристика объектов автоматизации**
 - 3.1 Краткие сведения об объекте автоматизации **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 3.2 Сведения об условиях эксплуатации **Ошибка! Закладка не определена.**
- 4 Требования к системе Ошибка! Закладка не определена.**
 - 4.1 Требования к системе в целом **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 4.1.2 Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 4.1.3 Требования к надёжности **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 4.1.4 Требования к безопасности **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 4.1.6 Эксплуатационные требования. **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 4.1.7 Требования к защите информации **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 4.2 Требования к функциям, выполняемым системой **Ошибка! Закладка не определена.**
- 5 Состав и содержание работ по созданию системы** **Ошибка! Закладка не определена.**
- 6 Требования к документированию Ошибка! Закладка не определена.**

1 Общие сведения

1.1 Наименование системы

Полное наименование системы: «Многофункциональное устройство удалённого управления и контроля» (далее «умный дом»).

1.2 Основание для разработки

Основанием для выполнения исследования и разработки многофункционального устройства удалённого управления и контроля является задание на дипломную работу.

2 Назначение и цели создания системы

2.1 Назначение системы

Система «умный дом» является комплексом средств автоматики, предназначенным для объединения инженерных и информационных систем и управления ими. Под инженерными и информационными системами понимаются системы управления освещением, отоплением, водоснабжением, безопасностью, бытовыми приборами и другими устройствами. Система «умный дом» должна также оперативно информировать о внештатных ситуациях и иметь возможность расширения базовых функций.

2.2 Цели создания системы

Система «умный дом» контролирует и связывает четыре области:

- автоматизации;
- безопасности;
- компьютерно-универсальной деятельности;
- медиаинформации.

Основной целью работ является обеспечение безопасности, комфорта и удобства помещений, оснащённых системой «умный дом», повышение эффективности информационного взаимодействия различных обслуживающих систем, оптимальное использование энергоресурсов.

2.3 Задачи разработки

Основная задача разработки – автоматизация управления инженерными и информационными системами: освещения, отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения, канализации, устройствами аудио, видео, сигнализации, контроля доступа в помещения.

3 Характеристика объектов автоматизации

3.1 Краткие сведения об объекте автоматизации

Объектами автоматизации могут быть:

- жилые помещения: квартира, частный дом, отдельные помещения – автоматизация управления инженерными и информационными системами, контроль;
- офисные помещения – многофункциональное средство коммуникации между компьютерами и способ централизованного управления другой техникой и офисной инфраструктурой;
- объекты коммерческой недвижимости: бар, ресторан, гостиница, банк – автоматизация эксплуатации помещений нежилого фонда, контроль.

3.2 Сведения об условиях эксплуатации

Условия эксплуатации блока управления разрабатываемой системы и элементов, располагаемых внутри помещения, относятся к группе С1 ГОСТ 16019-2001. Условия эксплуатации элементов системы, располагаемых вне помещения, относятся к группе С2 ГОСТ 16019-2001. При разработке возможно уточнение условий эксплуатации отдельных элементов системы.

Разрабатываемая система должна обладать необходимой надёжностью для предотвращения возникновения критических ситуаций в процессе эксплуатации системы.

4 Требования к системе

4.1 Требования к системе в целом

Общими требованиями к системе являются:

- согласованность работы подсистем;
- управление всеми устройствами должно осуществляться с одного беспроводного пульта или с многофункциональных настенных панелей. Во втором случае дизайн настенных панелей должен легко согласовываться с любыми электроустановочными изделиями;
- наличие инструкции в понятной форме, необходимой для управления системой;
- инженерное оборудование "умного дома" должно работать самостоятельно;
- наличие нескольких «сценариев» работы, содержащих определённый набор функций, предусмотреть возможность варьирования набора функций в сценариях. Переключение между сценариями должно осуществляться легко;
- система должна обеспечивать экономию электроэнергии и других энергоресурсов;
- предотвращение аварийных ситуаций;
- наличие удаленного контроля и управления разными системами в доме.

4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы

При разработке системы необходимо отдать предпочтение модульной структуре, предусмотреть возможность расширения набора функций. Модификация существующих и разработка дополнительных компонент не должны приводить к нарушению принципа модульности ее построения с чётким разделением функций между её компонентами. Функционирование системы должно осуществляться круглосуточно. Работа подсистем должна быть самостоятельной, необходимо предусмотреть возможность самоконтроля системы и оповещение в случае сбоев в функционировании.

Предпочтительная иерархия системы:

- уровень команд – средства взаимодействия с пользователем. Это единственный уровень, с которым взаимодействует пользователь;
- уровень управления – средства автоматизации и управления. Этот уровень получает команды от уровня команд, обрабатывает в соответствии с программой, и выдаёт необходимую информацию в уровень коммуникаций, а также получает информацию от уровня коммуникаций, обрабатывает её с помощью той же программы, и выдаёт необходимую информацию в уровень коммуникаций и уровень команд;
- уровень коммуникаций (обмена информацией) – интерфейсы управления оборудованием, например устройства организующие уровень физического соединения с управляемыми устройствами.

4.1.2 Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики

Основными подсистемами «умного дома» являются:

- подсистема обеспечения безопасности – включает в себя охрану объекта, противопожарную охрану, контроль доступа, видеонаблюдение, защиту информации;
- подсистема жизнеобеспечения – включает в себя систему микроклимата, систему управления освещением, системы энергоснабжения, водоснабжения, теплоснабжения;
- подсистема связи и управления.

Подсистема обеспечения безопасности объединяет совокупность функций по обеспечению комфортного проживания или работы, такие как, охранная и пожарная сигнализация, контроль доступа, видеонаблюдение, контроль за состоянием инженерных подсистем и другие. Датчики охранной сигнализации совместно с видеонаблюдением, обеспечивают контроль несанкционированного проникновения в помещения через окна, двери, чердаки, заборы. При возникновении внештатной ситуации система включит звуковую и световую сигнализацию и информирует заказчика по телефону.

Подсистема управления и связи выполняет координацию работы различных подсистем, предусматривает согласованную реакцию одних систем на события, происходящие в других системах, а также выполняет визуализацию событий, которые происходят в локальных системах, центральное управление и мониторинг, то есть обеспечивает дополнительное наблюдение за различными отклонениями в работе систем и сигнализирует о них.

Подсистема жизнеобеспечения управляет работой и объединяет системы вентиляции, кондиционирования, отопления, управления освещением, водоснабжения, создаёт комфортные условия в помещении и предоставляет полную, достоверную и оперативную информацию о состоянии инженерных систем.

4.1.3 Требования к надёжности

Система должна обеспечивать одновременную и корректную работу всех подключенных подсистем, обладать надёжностью, обеспечивающей работу в условиях, близких к критическим.

С целью обеспечения надёжного функционирования в системе должны быть предусмотрены:

- контроль целостности данных;
- сохранение целостности данных при нештатном завершении работы системы;
- сохранение работоспособности программного обеспечения при некорректных действиях пользователя;
- журналирование основных операций системы.

Также должна быть обеспечена работоспособность системы в целом в случае возникновения сбоев, аварий и отказов отдельных подсистем.

4.1.4 Требования к безопасности

Все технические решения, использованные при разработке системы, а также требования к аппаратному обеспечению, должны соответствовать действующим нормам и правилам техники безопасности, пожаробезопасности и взрывобезопасности, а также охраны окружающей среды при эксплуатации.

Все внешние элементы технических средств системы, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения и быть электробезопасны для человека и животных».

Система электропитания должна обеспечивать защитное отключение при перегрузках и коротких замыканиях в цепях нагрузки, а также аварийное ручное отключение.

Общие требования пожарной безопасности должны соответствовать нормам на бытовое электрооборудование. В случае возгорания не должно выделяться ядовитых газов и дымов. После снятия электропитания должно быть допустимо применение любых средств пожаротушения.

Факторы, оказывающие вредные воздействия на здоровье со стороны всех элементов системы (в том числе инфракрасное, ультрафиолетовое, рентгеновское и электромагнитное излучения, вибрация, шум, электростатические поля, ультразвук строчной частоты и т.д.), не должны превышать действующих норм.

4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике

Взаимодействие пользователей с системой должно осуществляться только на уровне команд. Интерфейс программного обеспечения должен отвечать следующим требованиям:

- должен быть реализован графический режим представления данных;
- должен быть обеспечен удобный, простой и интуитивно понятный интерфейс для пользователя, который не является специалистом в области информационных технологий;
- при отображении многострочных массивов информации должна показываться полоса прокрутки;
- интерфейс пользователя должен способствовать уменьшению вероятности совершения случайных ошибочных действий;
- экранные формы должны отражать всю информацию и элементы оформления.

Дополнительных требований к эргономике и технической эстетике системы, кроме оговорённых в техническом задании, не предъявляется.

4.1.6 Эксплуатационные требования

Электропитание системы должно осуществляться от сети напряжением 380/220В с частотой 50 Гц с глухо–заземленной нейтралью. Должно быть предусмотрено резервное электропитание, а в случае перегрузки сети – снижение электропотребления за счёт отключения некоторых вспомогательных устройств.

Физическая защита аппаратных компонентов системы, носителей данных, резервирование ресурсов и текущее обслуживание реализуется техническими и организационными средствами.

Техническое обслуживание, ремонт и хранение компонентов системы осуществляется специалистами.

4.1.7 Требования к защите информации

Комплекс механизмов защиты информации должен обеспечивать выполнение следующих функций:

- доступ к системе должен предоставляться только предварительно зарегистрированным пользователям;
- для различных пользователей должен быть установлен уровень доступа к системе;
- аутентификация пользователей может выполняться по индивидуальному имени и паролю;
- регистрация входа (выхода) субъектов доступа в систему (из системы) в журнале;
- журналирование действий пользователей.

4.2 Требования к функциям, выполняемым системой

Разработанная система должна выполнять следующие функции:

- осуществлять управление освещением и электропитанием, контролировать и распределять нагрузки;
- осуществлять управление аудио- и видеотехникой, приёмом эфирного и спутникового телевидения;
- предотвращать аварийные ситуации, связанные с незаконным проникновением в помещение, с нарушениями в работе инженерных систем;
- оповещать о возникновении аварийных ситуаций, сбоев в работе;
- осуществлять управление инженерными системами и контроль за их функционированием;
- осуществлять полный мониторинг и управление всеми системами «умного дома»;
- предоставлять информацию о текущем состоянии системы.

5 Состав и содержание работ по созданию системы

Содержание работ	Форма отчетности	Сроки выполнения
1 Формирование задания на дипломную работу	Задание на дипломную работу	1.12.2009 – 26.02.2010
2 Формирование технического задания на разработку системы «умный дом»	Техническое задание на разработку системы «умный дом»	8.02.2010 – 26.02.2010
3 Обзор технологий и систем «умный дом», представленных на рынке	Соответствующий раздел пояснительной записки к дипломной работе	29.02.2010 – 22.03.2010
4 Разработка системы «умный дом»	Пояснительная записка к дипломной работе, чертежи	22.03.2010 – 25.04.2010

6 Требования к документированию

Перечень комплектов и видов документов, подлежащих разработке и указанный в задании на дипломную работу, оформляется в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Вся разрабатываемая документация должна быть выполнена на русском языке.

Приложение Д
(справочное)

Пример оформления описи альбома

20		8		70			5		
20	Перв. лист	№ строки	Обозначение	Наименование					
		1		Титульный лист					
		2		Задание на дипломный проект					
		3		Частное техническое задание					
		4		Аннотация на русском языке					
	5		Аннотация на английском языке						
	Стр. №	6	ВЛГУ.435114.001 ПЗ	Пояснительная записка					
		7	ВЛГУ.435114.001	Спецификация					
8									
8 min	Подп. и дата								
	Взам. инв. №	Инв. № акт							
	Подп. и дата								
				ВЛГУ.435114.001 ОП					
	Изм.	Лист	№ док-м	Подп.	Дата				
Инв. № подл.	Разраб.		Иванов И.И.		11.05.09	Усилитель мощности	Лит.	Лист	Листов
	Пров.		Сидоров С.С.		11.05.09				1
	Н.контр.		Петров П.П.		23.05.09	Опись	ВЛГУ Р-105		
	Утв.		Крылов В.П.		25.05.09				
						Копировал	Формат А4		

Приложение Е
(справочное)

**Пример оформления титульного листа
альбома текстовых документов дипломного проекта (работы).**

Владимирский государственный университет им А.Г. и Н.Г. Столетовых

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студентки: Никоновой Елены Анатольевна
Факультет: Радиофизики, электроники и медицинской техники
Специальность: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Тема дипломного проекта

**Разработка конструкции устройства
голосового управления климат – контролем**

Руководитель проекта _____ А.М. Ефремов

Консультанты:

1. По организационно-экономической части _____ В.Д. Сыров
2. По безопасности и экологии _____ В.Ж. Батуев

**Допустить дипломный проект к защите в Государственной
аттестационной комиссии.**

Заведующий кафедрой КТРЭС _____ В.П. Крылов

« ___ » _____ 2010 г.

Приложение Ж
(справочное)

Пример оформления аннотации

В дипломном проекте разрабатывается конструкция усилителя мощности звуковой частоты. Разработанный усилитель отличается от аналогичных устройств наличием микроконтроллера, управляющего режимами работы усилителя, и применением поверхностно монтируемой элементной базы, что позволило повысить качество звука при снижении массы и габаритных размеров усилителя. В пояснительной записке даётся обоснование принятых конструкторских решений, сопровождаемых расчётами, разрабатывается технологический процесс сборки усилителя, оценивается экономический эффект от внедрения разработанного усилителя и рассматриваются вопросы обеспечения электробезопасности наладчика усилителя.

Приложение И
(справочное)

Пример оформления листа "Содержание" пояснительной записки

		Содержание						
Лист примен	Строч №	1 Введение	2					
		2 Маркетинговые исследования						
Лист и дата	Инв № дубл	3 Анализ технического задания	4					
		3.1 Патентно-информационное исследование	4					
		3.2 Анализ электрических схем	10					
		3.3 Анализ условий эксплуатации	18					
		3.4 Анализ технологических и специальных конст- руктивных требований	26					
		4 Разработка конструкции усилителя мощности	29					
		3.1 Обоснование выбора общих технических решений	29					
		3.2						
		3.3						
		4 Технологическая часть	40					
Лист и дата	Инв № дубл	4.1 Обоснование выбора технологических процессов изготовления деталей и сборочных единиц	40					
		4.2 Разработка технологического процесса сборки усилителя	44					
Лист и дата	Инв № дубл	5 Исследование теплового режима усилителя	49					
		6 Расчёт экономической эффективности внедрения усилителя в серийное производство	58					
Лист и дата	Инв № дубл	7 Разработка мер электробезопасности наладчика	67					
		5 Заключение	73					
Лист и дата	Инв № дубл	Приложение А – Тепловые поля усилителя	76					
		Приложение Б – Библиография	83					
		ВЛГУ.435114.001 ПЗ						
Инв № дубл	Изм. Лист	№ док-м	Подп.	Дата				
	Разраб	Иванов ИИ		11.05.2011	Лит	Лист	Листов	
	Проб	Сидоров СС		21.05.2010		1	98	
		Усилитель мощности						
		Пояснительная записка				ВЛГУ Р-105		
		Копировал				Формат А4		

Приложение К
(справочное)
Пример оформления библиографии

Приложение Б
(справочное)

Библиография

1. Панков Л.Н. Учебное пособие по дисциплине "Основы проектирования электронных средств" / Л.Н.Панков, В.Р.Асланянц, Г.Ф.Долгов, В.В.Евграфов; Владим. гос. ун-т. - Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. - 260 с. - ISBN 5-89368-735-3.

2. Ухин В.А., Талицкий Е.Н. Алгоритм проектирования виброзащиты электронной аппаратуры методом частотной отстройки // Проектирование и технология электронных средств. 2006. № 4. С. 2-5.

3. Какой диплом хорош в кризис? // Хронометр-Владимир. – 2009. – 10 марта. С. 17.

4. ГОСТ 16019-2001. Аппаратура сухопутной подвижной радиосвязи. Требования по устойчивости к воздействию механических и климатических факторов и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 15 с.

5. Крылов В.П. Технологии и подготовка производства печатных плат: Учебное пособие. URL: http://window.edu.ru/window/library?p_mode=1&p_qauth=%D0%9A%D1%80%D1%8B%D0%BB%D0%BE%D0%B2&p_gid=66092 (дата обращения: 05.03.2010).

6. Справочник по полупроводниковым приборам // [Персональная страница В.Р.Козака] / Ин-т ядер. Физики. [Новосибирск, 2003]. URL: <http://www.inp.nsk.su/~kozak/start.htm> (дата обращения: 07.03.2010).

7. ELFA-2-2008. Каталог электронных компонентов, инструментов и оборудования. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

8. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. №2000131736/09; заявл. 18.12.2000; опубл. 20.08.2002. Бюл. №23(II ч.). 3 с.

Приложение Л
(справочное)

Указания по сбору необходимой информации для экономических обоснований технических решений в дипломных проектах и работах специальностей 210201 и 210202

а) Для «*Экономического обоснования* принятых в дипломном проекте (работе) конструкторско-технологических решений» и «Расчёта экономической эффективности разработки и внедрения в производство ... «новинки», следует собрать на «базовом предприятии» следующие материалы.

1. Выбрать (принять) аналог, по которому должна быть следующая информация: *стоимость* (либо себестоимость, если аналог выпускается на данном предприятии либо оптовую цену); *параметр надёжности* (интенсивность отказа или наработка на отказ или работа до первого отказа); *потребляемая мощность*; желательно принципиальную схему, *габаритные размеры и массу*, конструктивное оформление; *срок службы* (в годах).

2. *Калькуляцию себестоимости* какого-либо «открытого» изделия, выпускаемого в настоящее время на данном предприятии. (Калькуляция должна быть такой, какой она выполняется на предприятии).

3. Для калькулирования (расчёта статей) себестоимости собственной разработки (нового изделия) необходимо собрать *процентные соотношения* принятые на предприятии.

4. *Стоимости* основных покупных комплектующих элементов (микросхем, транзисторов, резисторов, конденсаторов и т.п.).

5. *Стоимости ед. измерения* (м., кг, л ...) типовых основных и вспомогательных материалов.

6. *Трудоёмкости* типовых операций монтажа, сборки и регулировки.

7. *Часовые тарифные ставки* разрядов работ (сборочных, монтажных и регулировочных).

8. Тариф за израсходованную электроэнергию (руб. за 1 кВт/ч.)

б) Для написания параграфа «*Маркетинговое исследование*» необходимо:

- Ознакомится в отделе «Маркетинга» с методикой проведения («у них») маркетинговых исследований.

- Установить, кто будет потребителем спроектированного изделия.

- Какой объём выпуска «новинки» в первый год (какова потребность).

- Ознакомится с содержанием параграфа «Маркетинговое исследование», прилагаемое к настоящим указаниям.

Разработал доц. каф. М и ЭП Сыров В.Д.

Приложение М
(справочное)

**Содержание организационно-экономической части
дипломного проекта (работы)**

1 Маркетинговое исследование

1.1. Определение тактики маркетингового исследования

1.2. Определение источников маркетинговой информации

1.3. Сбор вторичной информации

1.3.1. Сбор данных по аналогу (стоимость, надежность, потребляемая мощность и т.п.).

1.3.2. Сбор информации по формированию калькуляции себестоимости (на базовом предприятии).

1.3.3. Сбор информации по эксплуатации РЭА (на базовом предприятии).

1.4. Сбор первичной информации

1.4.1. Выбор метода исследования: наблюдение, эксперимент, спрос.

1.4.2. Выбор орудия исследования: анкета, механические устройства, аппаратура связи.

1.4.3. Составление выборки.

1.4.4. Выбор способа связи с членом выборки (телефон, почта, и т.д.).

1.5. Разработка анкеты

1.6. Разработка рекламы

1.6.1. Разработка товара-конкурента (с выходом на аналог) по схеме: желание-конкурент, товаро-ролевые конкуренты, товаро-видовые конкуренты, марка-конкурент.

1.6.2. Разработка текста рекламы.

1.6.3. Разработка вида, формы и цветности рекламы.

1.7. Разработка изделия (маркетинговый подход)

2 Экономическое обоснование разработки и внедрения

2.1. Составление сметы на НИОКР.

2.2. Расчет затрат на основной материал.

2.3. Расчет затрат на вспомогательный материал на технологические цели.

2.4. Расчет затрат на покупные изделия и полуфабрикаты.

2.5. Расчет затрат на основную заработную плату основных рабочих.

2.6. Расчет годовых затрат на эксплуатацию аналога и разработанного изделия.

2.7. Расчет экономической эффективности разработки и внедрения в производство.

2.8. При указании серийности производства рассчитать и построить график "безубыточности".

Разработал доц. каф. М и ЭП Сыров В.Д.

Приложение Н
(справочное)

**Программные средства,
рекомендуемые студентам для дипломного проектирования:**

Для схемотехнического моделирования

Electronics Workbench, Electronics Workbench , Multisim,
MATLAB, Spectrum MicroCAP, OrCAD, MicroWave Office,
DesingLab, Proteus, AltiumDesigner

Для конструкторского проектирования

SolidWorks, КОМПАС, AltiumDesigner, Proteus

Для математического моделирования

CosmosWorks, CosmosFlowWorks, Ansys, Asonika, Nastran, Mathcad,
MATLAB

Для технологического проектирования

TFlex, CAM350

Приложение П
(справочное)

**Схемы выбора микроконтроллеров и ПЛИС
при выполнении дипломных проектов и работ**

Для выбора *микроконтроллеров* на основе приведенных в подразделе 5.4 методических указаний параметров рекомендуется использовать схему, приведённую на рисунке П.1. На схеме выделено 7 вершин, с которыми ассоциированы наиболее популярные БИС известных производителей:

МК1 (высокопроизводительные микроконтроллеры с большим объемом встроенной памяти): Atmel AT91xxxx, AT32xxxx; Freescale Semicond. MCF52xxxx, MC56xxxx, MC9Sxxxx; Philips LPC21xxxx; STMicroelectronics STR91xxxx; Texas Instruments TMS470xxxx; Zilog EZ90F91; Microchip PIC18xxxx; Philips LPC2400 и др.

МК2 (высокопроизводительные микроконтроллеры с ограниченным объемом встроенной памяти): Atmel AT91xxxx; Freescale Semicond. MCF54xxxx; Infineon TC11xxxx, XC16xxxx; Microchip DSPIC33xxxx, PIC24xxxx; Philips LPC22xxxx, LPC2131xxxx, PXAS37xxxx; STMicroelectronics STR32xxxx, STR71xxxx и др.

МК3 (микроконтроллеры с большим объемом встроенной памяти): Analog Device ADUC83xxxx, ADUC84xxxx; Atmel ATmega, AT90S; Freescale Semicond.

HC08xxxx, HCS08xxx; Panasonic MN101xxxx; STMicroelectronics ST72xxxx; Texas Instruments MSP430Fx1xx; Toshiba TMP86Fxxxx; WinBond W79L63 и др.

МК4 (микроконтроллеры с малым объемом встроенной памяти): Atmel ATmega, ATtiny; Dallas Semicond. MAXQ3101xxxx; Freescale Semicond. HC05xxxx, HC08xxxx, HC12xxxx, MCF520xxxx; Microchip PIC10xxxx, PIC12xxxx, PIC14xxxx, PIC16xxxx; Texas Instruments MSP430Fxxxx; Philips LPC700, LPC900; STMicroelectronics ST6xxxx, ST7xxxx; Toshiba TMP86xxxx и др.

МК5 (быстродействующие микроконтроллеры со встроенным АЦП): Atmel AT32APxxxx; Freescale Semicond. HCS12xxxx, MAC7xxxx, MCF5xxxx; Infineon TC11xxxx, C167xxxx; Microchip DSPIC33xxxx, PIC24Hxxxx; Philips LPC21xxxx; STMicroelectronics ST10Fxxxx и др.

МК6 (микроконтроллеры для организации интерфейсов): Atmel AT32APxxxx, ATtiny; Philips LPC700; STMicroelectronics ST6xxxx, ST7xxxx; Microchip DSPIC33xxxx, PIC24Hxxxx; Texas Instruments TMS470xxxx и др.

МК7 (микроконтроллеры с низкой мощностью потребления): Atmel ATmega, ATtiny; Microchip PIC10xxxx, PIC12xxxx; Texas Instruments MSP430Fxxxx; STMicroelectronics ST6xxxx, ST7xxxx; Toshiba TMP86xxxx; Dallas Semicond. MAXQ3101xxxx и др.

Схема на рисунке П.2 может быть использована при выборе *программируемых логических интегральных схем*, в ней учтены крупные классы БИС:

FPGA1- Arria GX, Arria II (low power), Quick PCI, Quick RAM (RAM interface).

FPGA2 - Lattice XP, Lattice XP2, Spartan - 3 AN.

FPGA3 - Lattice ECP3, Lattice ECP2, Lattice ECP2M, Lattice EC, Lattice ECP-DSP.

FPGA4 - Polar Pro, Virtex - 4 Q, Virtex - 4 QV, QPro Virtex-II, QPro Virtex-II (Radiation Hardened), QPro Virtex.

FPGA5 - Cyclone, Cyclone II, Cyclone III, Cyclone IV, Spartan - 3A, Spartan - 3A DSP, Spartan - 3E, Eclipse II.

FPGA6 - Lattice ECP3, Lattice ECP-DSP, Virtex - 4, Virtex - 5, Virtex - 6, Spartan - 6, Eclipse Plus.

FPGA7 - LatticeSC, Virtex - 4, Virtex - 5, Virtex - 6, Spartan - 6.

CPLD1 - ispMACH 4000 ZE/Z, MAX II, MAX 7000 AE, CoolRunner II.

CPLD2 - LA-ispMACH 4000V/Z.

CPLD3 - Lattice MACHXO ISP XPGA.

CPLD4 - MAX II, MAX 3000A, CoolRunner II.

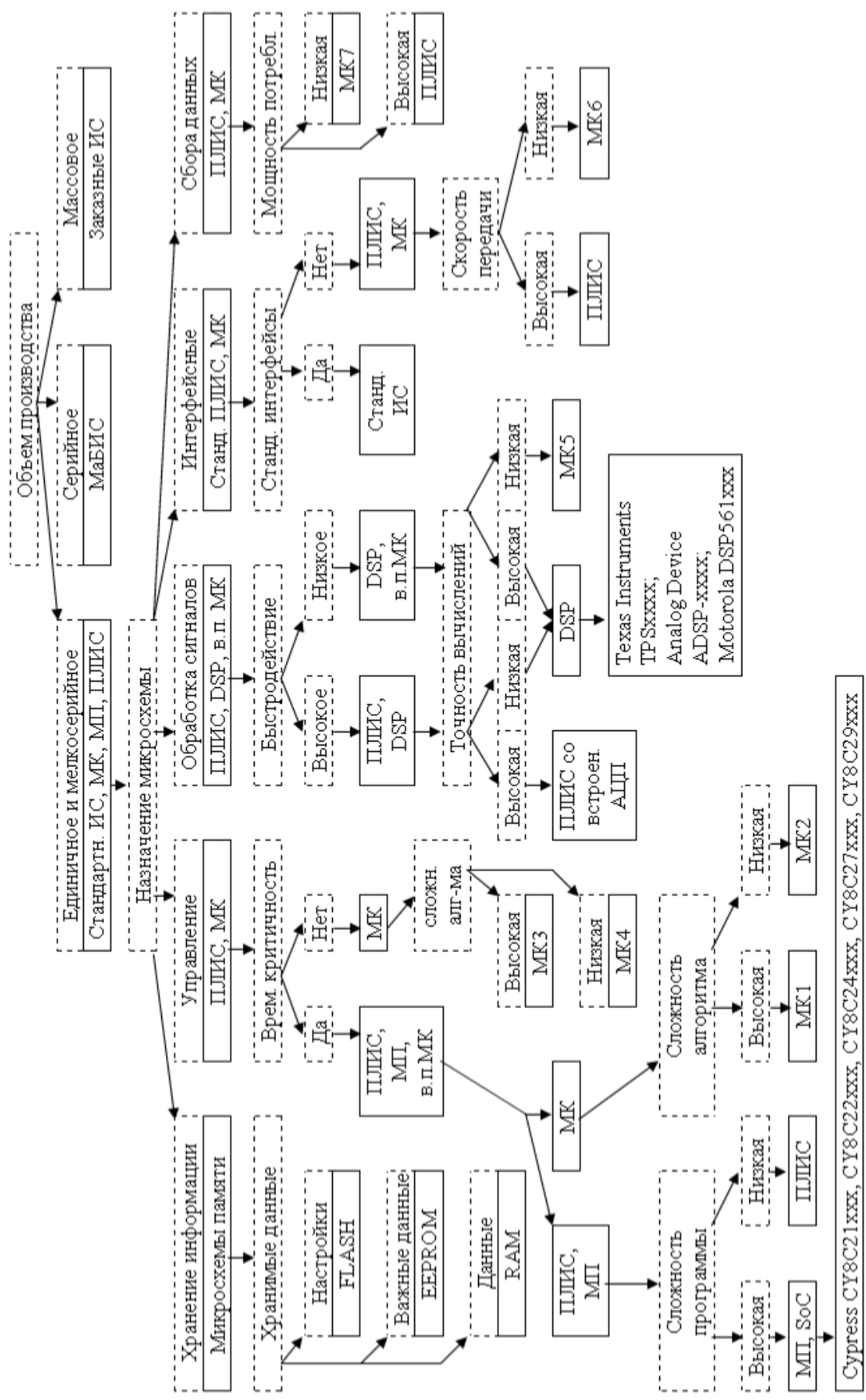


Рисунок П.1 – Схема выбора микроконтроллеров (Станд. – стандартные; в.п. – высокопроизводительные)

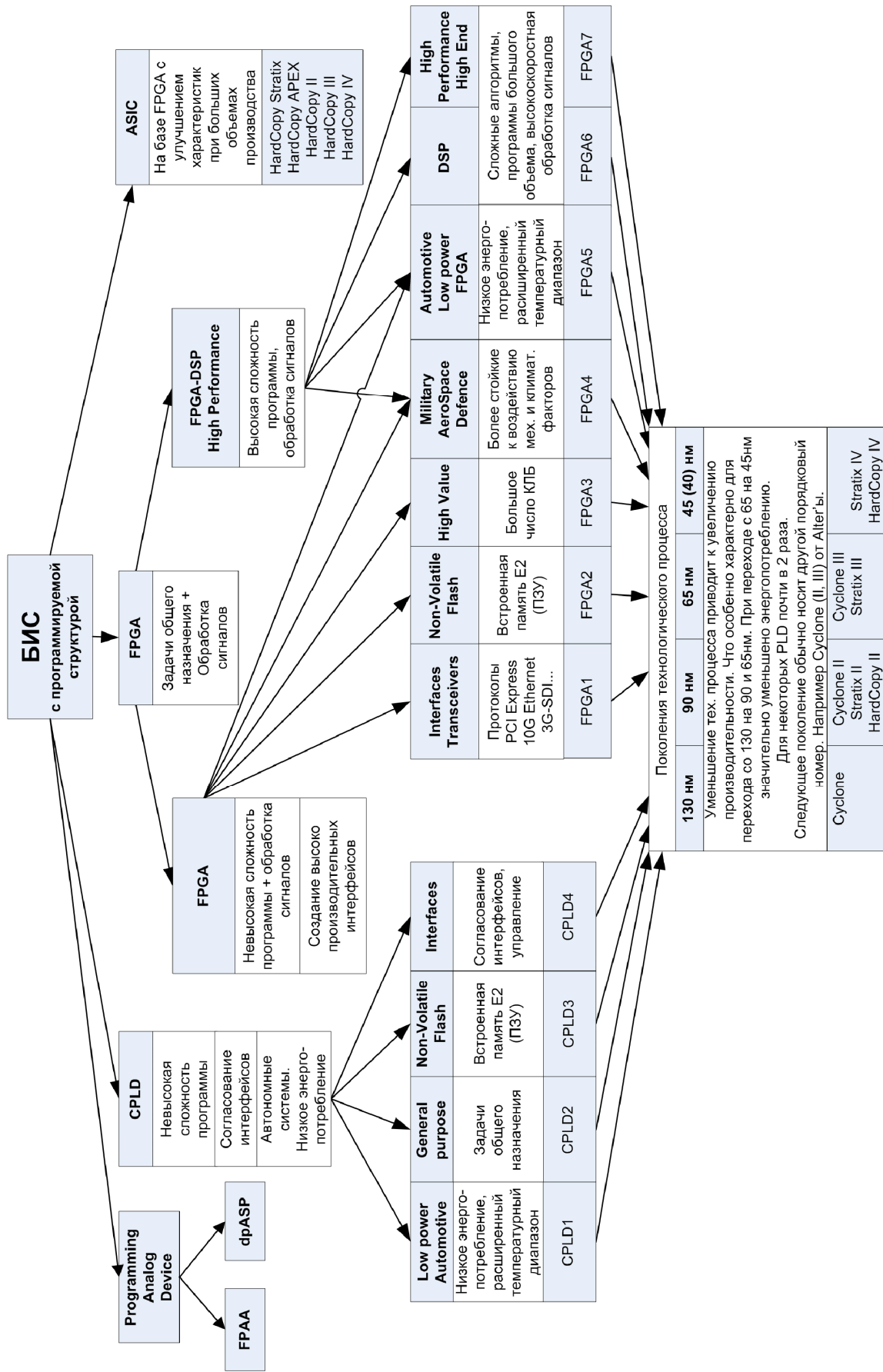


Рисунок П.2 – Схема выбора ПЛИС

Приложение Р
(справочное)

Пример оформления спецификации

Формат Зона Лист		Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
Перв. примен.			<u>Документация</u>			
		A1	ВЛГУ.4.36617.001СБ	Сборочный чертеж		
		A2	ВЛГУ.4.36617.001ЗЗ	Схема электрическая принципиальная		
		A4	ВЛГУ.4.36617.001ПЗЗ	Перечень элементов		
Справ. №	A4	ВЛГУ.4.36617.001ТБ	Таблица соединений			
			<u>Сборочные единицы</u>			
	A4	1 ВЛГУ.4.69131.001	Плата импульсного блока питания	1		
	A4	2 ВЛГУ.601412.001	Стенка задняя	1		
	A4	3 ВЛГУ.601524.001	Панель передняя	1		
Подп. и дата			<u>Детали</u>			
		A1	7 ВЛГУ.734662.001	Держатель	4	
		A2	8 ВЛГУ.741124.001	Панель боковая	1	
		A2	9 ВЛГУ.741128.001	Панель защитная	2	
Инв. № д-ла	A4	10 ВЛГУ.742391.001	Стойка	3		
			<u>Стандартные изделия</u>			
Взам. инв. №		15	Винт ВМ2,5×4,5.01.019			
			ГОСТ 10619-80	12		
Подп. и дата		ВЛГУ.4.36617.001				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.	Иванов А.				
	Пров.	Петров И.				
	Н.контр.	Сидоров О.				
Чтв.	Смирнов С.					
			Блок питания импульсный	Лит.	Лист	Листов
					1	2
				ВЛГУ Рэ-105		

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		16		<i>Винт В.М2,5х6.01.019</i>		
				<i>ГОСТ 10619-80</i>	12	
		17		<i>Винт В.М2,5-6дх8.36.013</i>		
				<i>ГОСТ 17473-80</i>	8	
		18		<i>Шайба А2,5.04.013</i>		
				<i>ГОСТ 10450-78</i>	8	
				<i>Прочие изделия</i>		
		25		<i>Вилка РП10-22Л</i>		
				<i>ГЕО.364.004 ТУ</i>	1	<i>Полуп.Х1</i>
				<i>Материалы</i>		
		28		<i>Провод МГШВ-0,5</i>		
				<i>ТУ16-505.437-82</i>	3,3м	

<i>Инв. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инв. № дцкл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

<i>Инв. № подл.</i>	<i>ВЛГУ.436617.001</i>				<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>2</i>

Копировал

Формат А4

**Приложение С
(справочное)**

Пример оформления перечня элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.	A1	Плата управления ВЛГУ.469355.001	1	
	C1, C2	Конденсатор ВВ1123-С14.72-М	2	
	C3	Конденсатор СНР-С (1206) X7R 0,12 мкФ±10% 50В	1	
	C4	Конденсатор СНР-С (1206) X7R 0,047 мкФ±10% 50В	1	
	C5, C10	Конденсатор СНР-С (1206) X7R 0,1 мкФ±10% 50В	6	
	C11	Конденсатор К15-5-Н20-1,6кВ-2200 пФ ОЖО.460.084ТУ	1	
	C12	Конденсатор SR-63В-220 мкФ (К50-35)	1	
	C13	Конденсатор SR-100В-0,47 мкФ (К50-35)	1	
	C14	Конденсатор К10-17δ-М4.7-4.70 пФ ОЖО.460.107ТУ	1	
	C15, C19	Конденсатор KF 4.72 М 035 К4.10	5	
Справ. №	C20, C21	Конденсатор К15-5-Н20-1,6кВ-4.700 пФ ОЖО.460.084ТУ	2	
	DA1	Микросхема TL431LP	1	
	DA2	Микросхема UC2902D	1	
	DA3	Микросхема TL431PK	1	
	L1	Дроссель АВВГ.67134.2.001	1	
	L2	Дроссель АВВГ.67134.2.002	1	
	F1	Предохранитель самовосстанавливающийся MF - R300	1	
	R1	Резистор С2-33Н-05-510 кОм±10%-А-Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
	R2	Варистор S20K275	1	
	R3	Терморезистор NTC SCK-055	1	
Взам. инв. №	R4	Резистор С2-33Н-2,0-240 кОм±10%-А-Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
Подп. и дата	ВЛГУ.436617.001ПЭЗ			
	Изм/Лист	№ докум	Подп.	Дата
Подп. и дата	Разраб.	Иванов А.		
	Пров.	Петров И.		
Инв. № подл.	Н.контр.	Сидоров О.		
	Утв.	Смирнов С.		
Блок питания импульсный Перечень элементов				Лист 1 Листов 2
ВЛГУ Рэ-105				

Копировал

Формат А4

		Поз обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
		R5	Резистор SQR-5Вт-10 кОм±10%	1	
		R6	Резистор С2-33Н-0,25-680 Ом±5%-А-Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
		R7	Резистор CHIP-R (1206) 0,25 100 Ом±5%	1	
		R8	Резистор CHIP-R (1206) 0,25 240 Ом±5%	1	
		R9	Резистор CHIP-R (1206) 0,25 47 кОм±5%	1	
		R10	Резистор CHIP-R (1206) 0,25 24 кОм±5%	1	
		R11	Резистор CHIP-R (1206) 0,25 2,2 кОм±5%	1	
		R12	Терморезистор СТ1-17-10 кОм±20%-А-Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
		R13	Резистор С2-33Н-0,25-2,0 кОм±5%-А-Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
		R14	Резистор подстроечный 3006-1-102	1	
		TV1	Трансформатор ВЛГУ.671231.001	1	
		VD1	Мост диодный KBU6J	1	
		VD2	Стабилитрон 1N4764A	1	
		VD3	Диод MUR1100E	1	
		VD4	Диод защитный 15KE440A	1	
		VT1	Транзистор SPW17N80C3	1	
		VT2	Оптопара транзисторная PC817	1	
		VT3	Транзистор SPW17N80C3	1	
		VT4...VT6	Оптопара транзисторная PC817	3	
		X1	Вилка PP10-22/1 ГЕО.364.004 ТУ	1	
Изм.	Лист	ВЛГУ.436617.001ПЭЗ			Лист
					2
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Копировал

Формат А4