

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Методические указания для студентов направления
«Проектирование и технология электронных средств»

Под общей редакцией В.Б. Дмитриева и Г.Ф. Долгова



Владимир 2011

УДК 621.396.6(075)

ББК 32.844

В93

Составители:

В.Б. Дмитриев, Г.Ф. Долгов, В.Р. Аслянянц,
А.А. Варакин, В.В. Евграфов, Е.А. Калинин

Рецензент

Кандидат технических наук член секции
государственной аттестации выпускников научно-методического
совета, профессор кафедры приборостроения
и информационно-измерительных технологий
Владимирского государственного университета
А.А. Козлов

Печатается по решению редакционного совета
Владимирского государственного университета

Выпускная квалификационная работа бакалавра : метод. указание для студентов направления «Проектирование и технология электронных средств» / Владим. гос. ун-т ; сост. : В. Б. Дмитриев [и др.] ; под общ. ред. В. Б. Дмитриева и Г. Ф. Долгова. - Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 98 с.

Составлены в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта направления 2102 – проектирование и технология электронных средств, содержат необходимые сведения об организации и особенностях выполнения всех частей выпускной квалификационной работы бакалавра, а также правила оформления пояснительной записки, конструкторских и других документов.

Предназначены для студентов всех форм обучения, выполняющих квалификационную работу по указанному направлению.

Рекомендованы для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 5. Табл. 1. Библиогр.: 7 назв.

УДК 621.396.6(075)

ББК 32.844

1. ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с положениями Государственного образовательного стандарта (ГОС) направления "Проектирование и технология электронных средств" выпускная квалификационная работа бакалавра (ВКРб) является заключительным этапом подготовки бакалавра в вузе.

Тема ВКРб должна быть реальной и актуальной и по своему содержанию соответствовать современному уровню науки и техники.

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

Требования ГОС к бакалаврам приведены в прил. А.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Цели и задачи выполнения ВКРб

Основными целями выполнения ВКРб являются систематизация, закрепление, углубление и подтверждение теоретических знаний, полученных в процессе обучения, а также дальнейшее развитие умений и навыков самостоятельного проектирования электронных средств.

Важная сторона подготовки ВКРб – комплексное (системное) решение схемотехнических и конструкторских вопросов, увязанное с вопросами технологии и экономики.

Частные задачи, решаемые в процессе выполнения ВКРб, рассмотрены далее.

2.2. Тематика выпускных квалификационных работ

В соответствии с требованиями ГОС ВКРб должна представлять собой теоретическое или экспериментальное исследование, связанное с решением отдельных частных задач, определяемых особенностями

подготовки по направлению “Проектирование и технология электронных средств”. Такой частной задачей чаще всего является разработка радиоэлектронного или электронно-вычислительного средства средней сложности. При этом в содержание работы входят обоснование актуальности разработки, информационное исследование и анализ состояния вопроса по выбранной теме, поиск схемотехнического и конструкторско-технологического решения, разработка программного обеспечения.

С точки зрения глубины проработки отдельных вопросов ВКРб может быть представлена в виде как научно-исследовательской работы, посвящённой исследованию конкретных вопросов в области проектирования и технологии электронных средств, так и проектных разработок конструкторско-схемотехнического или конструкторского профиля, проведённых с элементами исследований.

ВКРб **научно-исследовательского типа** должны быть нацелены на проведение теоретического, экспериментального или теоретико-экспериментального исследования; к таким работам может быть отнесена и разработка программно-аппаратных комплексов. Наименования тем работ научно-исследовательского типа должны включать слова «*Исследование...*», «*Исследование и разработка...*» (указать наименование исследуемого или разрабатываемого устройства или процесса). По согласованию с руководителем могут быть даны другие формулировки тем работ научно-исследовательского характера.

К **конструкторско-схемотехническим** относятся работы, в которых наряду с решением конструкторских, технологических и других задач студент синтезирует или существенно перерабатывает электрические схемы проектируемого изделия. Тема таких работ формулируется как «*Разработка (или модернизация)...*» (указать наименование разрабатываемого устройства).

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

Выбор профиля темы определяется направленностью работы и особенностями задания.

2.3. Организационные вопросы выполнения ВКРб

ВКРб выполняется в 8-м семестре. Спецификой бакалавриата на кафедре является его совмещение с продолжением инженерной подготовки по специальностям 210201 – проектирование и технология радиоэлектронных средств и 210202 – проектирование и технология электронно-вычислительных средств. Поэтому для выполнения выпускной квалификационной работы не может быть выделено время, не занятое другими видами учебных занятий, а выпускная работа выполняется одновременно с теоретическим обучением. При этом 6 недель, отводимых ГОСом на выполнение выпускной работы, растянуты на весь 8-й семестр, а недельная учебная нагрузка в семестре соответственно снижена.

Другой особенностью, обеспечивающей возможность указанного совмещения, является использование в качестве основы ВКРб материалов курсового проекта по базовой дисциплине 8-го семестра “Информационные технологии проектирования РЭС (ЭВС)”. В связи с этим темы ВКРб должны быть подобраны заранее (в конце 7-го семестра, до начала зимней сессии). Тема работы (и соответственно курсового проекта) может быть предложена руководителем или самим студентом. Руководителями выпускных квалификационных работ, как правило, являются преподаватели кафедры.

Не позднее 2-й недели 8-го семестра студент должен подать заведующему кафедрой заявление о закреплении темы ВКРб, оформить и утвердить задание, совместно с руководителем составить график работы.

В течение всего времени выполнения ВКРб студент обязан еженедельно предоставлять руководителю разрабатываемые материалы. О случаях непосещения студентом очередных консультаций руководители 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 ВКРб и не допущен до защиты.

Желательно, чтобы результаты, полученные при проектировании, были приняты к внедрению на предприятии, в организации, учебном процессе или НИР кафедры, о чём дипломник должен предоставить справку при защите работы.

По окончании всей работы руководитель и консультанты проверяют альбом документов, чертежи и плакаты с целью устранения возможных ошибок. Весь комплект документов и отзыв руководителя представляются на предзащиту. После успешной предзащиты перед комиссией, в которую входят 2 - 3 преподавателя (сотрудника) кафедры, включая руководителя работы, полностью оформленные документы предоставляются заведующему кафедрой, который назначает рецензента. После получения рецензии на ВКРб 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.

Сроки выполнения основных этапов ВКРб

Срок выполнения	Содержание работы	Примечания
7-й семестр 14 - 17 недели	Предварительный подбор темы ВКРб и её согласование с руководителем; составление предварительного варианта задания на ВКРб	Желательно
8-й семестр 1 - 2 недели	Оформление и утверждение темы и задания на ВКРб, а также темы и задания на курсовое проектирование по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС (ЭВС)». Составление графика выполнения ВКРб	Обязательно
8-й семестр 3 - 15 недели	Выполнение курсового проекта по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС (ЭВС)» и конструкторского раздела выпускной квалификационной работы бакалавра. Выполнение ВКРб в соответствии с графиком с еженедельным предоставлением отчётных материалов руководителю	Обязательно
8-й семестр 16 - 17 недели	Предоставление всех материалов по ВКРб руководителю и на предзащиту	Обязательно
8-й семестр июнь	Оформление допуска к защите в ГАК и получение рецензии (не позднее чем за неделю до начала защиты)	Обязательно
8-й семестр июнь	Защита дипломного проекта в ГАК	—

3. ЗАДАНИЕ НА ВКРБ

Задание на ВКРБ оформляют в форме типового бланка. В задании указываются фамилия, имя и отчество студента, тема ВКРБ, срок выполнения, номер и дата утверждения приказа на тему, данные о руководителях и консультантах, если они есть.

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

Пример оформления задания приведен в прил. Б.

В *исходных данных* приводятся требования:

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

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

- конструктивным особенностям (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);

- условиям 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 ВКРБ. В наиболее общем случае он включает следующие пункты.

Анализ технического задания, включая проведение 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 работ научно-исследовательского типа обязательна; в остальных работах материалы исследований могут быть включены в любые разделы.

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

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.

Задание подписывается студентом, руководителем, консультантами (если они есть) и утверждается заведующим кафедрой. Все подписи должны быть расшифрованы и иметь даты.

Предварительно задание на ВКРб составляется не позднее 17-й недели 7-го семестра. Окончательный вариант задания должен быть утвержден не позднее 2-й недели 8-го семестра.

4. ПЕРЕЧЕНЬ И ОБЪЁМ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ДОКУМЕНТОВ

В результате работы должны быть представлены: пояснительная записка, графический материал, текстовые конструкторские и другие документы.

Содержание пояснительной записки определяется темой работы и рассмотрено далее; объём пояснительной записки (без приложений) – до 65 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 6 листов формата А1.

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

Объём графических документов.

Для работ исследовательского типа:

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

Всего 2...3 листа чертежей формата А1, остальное – плакаты.

Для работ конструкторско-схемотехнического типа:

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

Всего 4...5 листов чертежей формата А1, остальное – плакаты.

Для работ конструкторского типа:

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

Всего 4...5 листов чертежей формата А1, остальное – плакаты.

Вместо части чертежей деталей и сборочных единиц могут быть выполнены электромонтажные чертежи (до 1 листа формата А1).

В ВКРб должны быть представлены плакаты по эргономике и дизайну (дизайн-плакат или трёхмерное фотореалистичное изображение разработанного устройства), 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.

В ВКРб могут разрабатываться и другие документы (инструкции по наладке и эксплуатации, документы по разрабатываемому программному обеспечению, рекламные материалы и др.); необходимость их выполнения может быть указана в задании или выявлена в процессе работы.

5. СОДЕРЖАНИЕ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ ВКРб И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

5.1. Общие сведения

Результаты выполнения ВКРб 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;
- прочие документы.

5.2. Пояснительная записка ВКРб

Пояснительная записка представляемой к защите квалификационной работы начинается листом "Содержание" и оформляется как первый лист пояснительной записки с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006, форма 2 (прил. Ж). В общем случае пояснительная записка должна включать следующие разделы:

- введение;
- постановка задачи проектирования (исследования) и анализ технического задания (включая при необходимости разработку частного технического задания);
- схемотехническая часть;
- конструкторская часть;
- технологическая часть;
- исследовательская часть;
- заключение;
- приложения (в том числе «Библиография», см. прил. И);
- перечень разработанных конструкторских и других документов (должны быть перечислены все разработанные перечни элементов, спецификации, чертежи и другие документы).

* Правила оформления всех документов альбома рассмотрены в разд. 6 и 7 настоящих указаний, примеры оформления документов приведены в прил. Б - И.

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 работах конструкторского типа схемотехнические вопросы могут рассматриваться только при анализе технического задания, а элементы исследований могут быть распределены во всех основных частях работ любых типов (кроме научно-исследовательских).

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 этих областей техники, технологии или научных знаний и определить возможные пути их решения;

- чётко 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 надёжность продукции, быть экологически чистыми);

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

В заключительной части введения необходимо указать, на основании каких документов выполняется работа, перечислить нормативно-технические документы (включая типовые), взятые за основу, подчеркнуть актуальность выполняемой разработки (исследования), а также указать состав материала, выносимого на защиту.

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, регламентированные в этих документах, привести в пояснительной записке. При этом параметры и характеристики условий эксплуатации изделия целесообразно приводить в табличной форме.

При недостаточном наборе исходных данных и требований в задании на ВКРБ следует разработать *частное техническое задание*, содержание которого рассмотрено далее. Это полезно 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 выполняемой 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 работы.

- Порядок выполнения и приёмки работы. Составляется план-график с указанием сроков и объёмов 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), руководителем и при необходимости согласовывается также с руководителями конструкторско-технологического или научно-исследовательского подразделения предприятия-заказчика и утверждается заведующим кафедрой.

При выполнении пояснительной записки целесообразно раздел «Анализ технического задания» разбить на подразделы. Рекомендуются следующие подразделы: патентно-информационный поиск (или исследование); анализ электрических схем (для работ конструкторского типа) или анализ функциональных требований (для работ 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 работ согласовывается с руководителем и в отдельных случаях может заменяться обзором работ по тематике выполняемых 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.

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 её надёжность, 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. Результаты этого анализа должны быть учтены при разработке конструкции.

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** работы зависит от её типа и исходных данных, указанных в задании.

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 микро-

контроллеров, аналого-цифровых и цифроаналоговых 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 частное техническое задание, определяющее реализуемые устройством функции.

Для каждого случая содержание схмотехнической части ВКРБ будет различно.

Если **задана схема** электрическая принципиальная **проектируемого устройства**, то отдельная схмотехническая часть не выполняется, а анализ используемых схмотехнических решений проводят в разделе «Анализ технического задания», как описано ранее. Такой вариант характерен для работ конструкторского типа. Остальные варианты задания характерны для работ конструкторско-схмотехнического профиля; при этом в пояснительную записку рекомендуется включать схмотехническую часть (раздел). Содержание и особенности выполнения схмотехнической 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 доработка или модернизация, обеспечивающая выполнение требований к схмотехническим решениям, сформулированных при анализе задания на проектирование. При этом может выполняться замена элементной базы на более эффективную со схмотехнической, конструкторской и технологической точек зрения, аналоговые функциональные узлы заменяться цифровыми и т.п. Рекомендуется составить схему электрическую функциональную, это значительно упростит подготовку и повысит качество доклада при защите.

2. Рассматриваются *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 детаальному 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*, которое является мощным и эффективным средством проектирования и может рассматриваться как средство доказательства работоспособности устройства. Его использование резко сокращает затраты времени на получение количественных и качественных результатов, необходимых для принятия проектных решений, существенно 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 ис-

пользуемых схемных решений и предъявляемых к объекту проектирования требований (частотных, динамических, параметрических, конструктивных, электромагнитных и других), а также 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 его частей. При этом отдельные части схемы должны быть согласованы между собой (по режиму и параметрам).

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

в). Если **задано** или разработано студентом **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 п. б.2.

По схемотехнической части ВКРб 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* 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 работы. Наиболее характерные состав и содержание подразделов конструкторской части ВКРб рассмотрены ниже.

В подразд. 1 выполняются *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 пп. 2 и 3, помимо общих требований, руководствуются требованиями эргономичности и эстетичности конструкции.

Должно быть предложено два-три компоновочных варианта 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 подразд. 2 проводится **полная разработка конструкции изделия**. В сложных случаях, когда объём работы рассчитан на группу авторов, студентом принимаются решения по вопросам, изложенным в подразд. 1 применительно ко всему изделию, а детальная разработка конструкции выполняется для частей устройства, определённых в задании на проектирование.

В этом подразделе 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 решении этих вопросов должны учитываться не только конструкторские, но и экономические, экологические и другие аспекты производства и эксплуатации проектируемого изделия.

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 аналитической части 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, окон-

чательное размещение на внешних поверхностях всех элементов индикации и органов управления, присоединительных элементов (разъемов, контактных колодок, место вывода кабелей и т.п.). Должно быть определено расположение ножек, ручек, элементов крепления устройства в месте его установки и разработана их конструкция (подвеска на стене, установка в приборной нише автомобиля и т.п.), если это предусмотрено заданием на ВКРб 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.

Могут выполняться следующие конструкторские расчёты:

- подтверждающие обеспечение 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.);
- электромагнитной совместимости (паразитные параметры монтажа, перекрестные помехи, экранирование от электрических и магнитных полей и др.);
- механической прочности (прочность и жесткость отдельных деталей, прочность разъемных и неразъемных механических соединений, определение собственных частот колебаний элементов кон-

струкции). Указанные расчёты должны учитывать поведение конструкции при внешних силовых воздействиях (вибрациях и ударах);

- элементов, защищающих от ионизирующих излучений;
- проектирование и расчёт тары, обеспечивающей защиту прибора от механических, климатических и других дестабилизирующих факторов при транспортировке и хранении прибора.
- точностных параметров (как механических, так и электрических) деталей, узлов и прибора в целом;
- 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);
- элементов частного применения (специализированных конденсаторов, в том числе переменной емкости, трансформаторов, катушек индуктивности, дросселей и др.);
- надёжности для наиболее жестких условий эксплуатации прибора;
- 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, 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. прил. К). 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.

В *исследовательской части* ВКРб 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 работах научно-исследовательского типа обязательно; её расположение в пояснительной записке зависит от направления исследований. Материалы исследований, проводимых при выполнении ВКРб других типов, могут быть приведены как в любых разделах пояснительной записки, так и вынесены в отдельный раздел, однако наличие элементов исследования и в таких работах обязательно.

В *заключении* 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. Аналогично дают заключение по результатам исследований, проведённых в работах научно-исследовательского типа.

5.3. Особенности выполнения и оформления ВКРб, посвящённых разработке программных средств

К квалификационным 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 студентом, 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 разрабатывается электронный модуль, содержание которого:

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

Графическая часть работы указанного типа должна содержать:

- 3...4 листа 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 работ 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 работы должна сопровождаться демонстрацией функционирования разработанного программного средства для членов ГАК и других лиц, присутствующих на защите.

Эти же требования должны соблюдаться при выполнении выпускных работ, в которых, помимо схемотехнического и конструкторского проектирования, выполняется разработка программ.

5.4. Особенности содержания и оформления ВКРб, выполняемых с внедрением микропроцессорных средств

Значительная часть квалификационных работ выполняется с использованием средств микропроцессорной техники. Их применение в разработках – показатель уровня квалификации будущего специалиста – проектировщика электронной техники. Выполнение и оформление 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 улуч-

шаются 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.).

ВКРБ может быть посвящена разработке новых микропроцессорных и других электронных устройств или модернизации уже существующих. 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 выполняемых работ 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 ВКРб, связанных с разработкой устройств на основе микропроцессорных средств, является уменьшение общего объема конструкторской части и увеличение схемотехнической и программной частей, а также проведение моделирования. Примерное содержание технической части ВКРб рассматриваемого типа приведено ниже.

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.
- 3.1. Разработка алгоритмов работы и программного обеспечения системы.
- 3.2. 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 прил. Л на рис. П1. Схема на рис. П2 того же приложения может быть использована при выборе программируемых логических интегральных схем.

6. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ВКРб

6.1. Состав альбома документов ВКРб

Текстовая часть квалификационной работы оформляется в виде альбома, в котором сшиваются следующие документы:

- описание альбома;
- титульный лист ВКРб;
- задание на ВКРб;
- частное техническое задание (если оно имеется);

- аннотация на русском языке;
- аннотация на иностранном языке;
- пояснительная записка;
- текстовые конструкторские 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 прил. Г.

Титульный лист оформляется на бланке (см. прил. Д) и не нумеруется.

Правила оформления задания на ВКРб изложены в разд. 3.

6.2. Оформление аннотации

Аннотация располагается после задания на ВКРб 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 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 Е.

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-й. Междустрочный интервал полуторный. Отступ в начале абзаца равен пяти печатным знакам – 12,5 мм. Текст в таблицах, а также под-

писи к рисункам выполняют 12 – 13-м кеглем. 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, левое – 25, правое – 10 мм. Нижнее поле на первом листе – 55, 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 прил. Ж.

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, разделённые 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. Четырехуровневая 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 раздел «Библиография», оформленная как информационное приложение (см. прил. И); 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 расчётов

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 «×». Цифры набирают 14-м кеглем, индексы – 11-м.

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 пре-

делах 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 ней должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов — позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Для электро- и радиоэлементов, являющихся органами регулировки или настройки, дополнительно к номеру позиции в подрису-

ночном 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 тому подобное, 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 (рис. 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.

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

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	—	—

Рис. 6.1. Пример оформления таблицы, располагаемой на двух листах

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 формулируют 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 её 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 выравниваются по центру граф и строк. Многострочный текст выравнивается 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 рис. 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.

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

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

Рис. 6.2. Пример оформления таблицы, содержащей повторяющийся текст

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

На все таблицы 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, описание аппаратуры и приборов, инструкции по настройке и регулировке, описание 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 сим-

метрично 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, Ъ. 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, выполняются на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4 · 3, А4 · 4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301-68.

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделён на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруются 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, оформляются 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 раздел «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. Она 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 [первая цифра – номер источника в библиографии, вторая – 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 прил. И.

7. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ, СПЕЦИФИКАЦИЙ, ПЕРЕЧНЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ

7.1. Общие сведения

Виды и комплектность конструкторских документов определены ГОСТ 2.102-68. При выполнении ВКРб полный комплект конструкторских документов из-за ограничения по объёму чертежей, как правило, не выпускается. Однако необходимо показать свою квалификацию в выполнении чертежей изделий: деталей, изготавливаемых по 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 рав-

номерно 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 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 наименование 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» запи-

сывать 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, припой, 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 «звездочку» 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 прил. М.

7.3. Сборочные чертежи

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 тому подобным, 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 тому подобное, 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 неразъемными 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) перенесенные с чертежей изделий-заготовок;
- в) определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали;
- г) на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например ход поршня, ход штока клапана двигателя внутреннего сгорания и т.п.;
- д) 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) 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 пп. 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

устанавливают 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 Н14, 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 даётся численное значение половины поля допуска). При обозна-

чении 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 подразд. 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 сортмент.

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 – Э3; схема гидравлическая соединений – Г4; схема деления структурная – Е1; схема электрогидравлическая принципиальная – С3; схема электрогидропневмокинематическая принципиальная – С3; 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, между соседними соединительными линиями связи – не менее 3,0, 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 учитывать 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 (рис. 7.1). Повороты и зеркальные отображения не допустимы, если это приводит к искажению смысла УГО, например, для двоичных логических элементов.



Рис. 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 схе-

мы 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 незачерненные 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, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями.

Функциональные части и связи между ними на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандар-

тах 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 со-

стоянии. 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 способами. При совмещённом способе составные части элементов или устройств изображают в непосредственной близости друг к другу, а при разнесённом – 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 зависимости 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 разнесённым 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 ад-

реса их внешних подключений рекомендуется записывать в таблицы, помещаемые взамен УГО входных и выходных элементов – соединителей, плат и т.п. (рис. 7.2).

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

Рис. 7.2. Таблица характеристик цепей

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 штрихпунктирными линиями. Схему такого устройства изображают внутри одного из прямоугольников или помещают на поле схемы с соответствующей надписью.

7.7. Перечни элементов

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

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Рис. 7.3. Форма перечня элементов

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.

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 $R8 \dots R12$, 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 наимено-

вании допускается указывать типы элементов и обозначения технических условий на них.

Пример оформления перечня элементов приведен в прил. Н.

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 схемы:

- данных;
- программ;
- работы систем;
- взаимодействия программ;
- 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 ВКР6

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.), а также сотрудники кафедр университета. Рецензенты назначаются заведующим кафедрой в соответствии с профилем работ по мере их представления к защите.

Рецензент должен детально ознакомиться с работой и дать о ней

развернутый отзыв с критической оценкой принятых студентом решений.

В рецензии на ВКРб должны быть освещены следующие вопросы:

- 1) актуальность темы работы и значимость её для промышленности и НИР;
- 2) глубина теоретических обоснований предложенных решений по всем разделам, уровень и качество приведённых расчётов;
- 3) степень сложности, правильности и актуальности поставленной исследовательской части и эксперимента;
- 4) соответствие выполненной работы заданию с указанием пунктов, не выполненных полностью или частично;
- 5) достоинства и недостатки рецензируемой работы.

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

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

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

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

9 ПОДГОТОВКА К ЗАЩИТЕ И ЗАЩИТА РАБОТЫ

9.1. Подготовка к защите

Защиты квалификационных 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 студентов дают свои рекомендации о дате защиты соответствующих работ. Сообщения о времени и месте работы комиссии, а также список защищающихся вывешиваются на доске объявлений кафедры и соответствующей странице сайта ФРЭМТ не позже чем за сутки до защиты. Защиты, как правило, открытые, и на них могут присутствовать все желающие.

Не позднее чем за 10 дней до защиты студент 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 защищающего ВКРб 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 материалов 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 работы. Многие вопросы у членов комиссии появляются при прослушивании доклада. Целесообразно доклад построить по следующему плану:

- актуальность темы 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 схемотехнические и конструкторские решения (с указанием учтённых технологических ограничений и возможностей), подтверждение их расчётами;
- 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 мультимедиапрезентацию.

Презентация представляет собой набор слайдов (страниц), транслируемых через проектор и предназначенных для иллюстрации мате-

риалов по теме выпускной работы. 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 работе.
- 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.
- Оценка качества конструкции.

9.4. Защита

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

Все 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 ВКРб;
- 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 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, 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 вопросы. Содержание вопросов и ответов на них студента должны позволить членам ГАК оценить глубину проработки темы работы и степень подготовленности защищающегося к самостоятельной профессиональной 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 винтов диаметром 3 мм, расположенных 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 дальнейшее углубление. Если формулировка вопроса непонятна, необходимо попросить повторить вопрос (возможно с другой формулировкой).

После ответов на вопросы зачитываются отзыв руководителя и рецензия, а затем студенту 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 работы, её защиты и присуждение квалификации производятся на закрытом заседании ГАК после краткого заключения руководителя проекта и обмена мнениями между членами ГАК. Результаты защиты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При оценке учитываются качество выполнения и оформления работы, уровень защиты и ответов на вопросы, мнение руководителя и рецензента. ГАК может принять решение о выдаче документа с отличием, а также рекомендовать защитившегося к поступлению в магистратуру.

В тех случаях, когда защита работы признается неудовлетворительной, ГАК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите ту же работу с доработкой, определяемой комиссией, или же обязан разработать новую тему, которая устанавливается кафедрой. Студент, не защитивший работу, допускается к повторной защите 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 студент должен сдать материалы ВКРб для хранения в архив университета; все ВКРб хранятся в архиве ВлГУ в течение пяти лет и при необходимости могут быть востребованы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А (справочное)

Требования ГОС к бакалаврам

1. Квалификационные требования

Для решения профессиональных задач бакалавр:

- осуществляет сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследований и разработок;
- изучает специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области проектирования и технологии электронных средств;
- участвует в проведении экспериментальных исследований конструкций электронных средств и технологий их производства по заданной программе, составляет описания экспериментов, готовит данные для составления отчетов, обзоров и другой документации;
- выполняет математическое моделирование конструкций электронных средств и технологий их производства по типовым методикам;
- участвует в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции;
- принимает участие в организации контроля качества материалов, комплектующих изделий и выпускаемой продукции, проводит их сертификацию;
- осуществляет контроль над соблюдением технологической дисциплины на своем участке, правильной эксплуатацией производственного и лабораторного оборудования;
- анализирует причины брака выпускаемой продукции и участвует в разработке мероприятий по его предупреждению;
- участвует в монтаже, наладке и регулировании конструкций электронных средств, а также в испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов новой техники;
- принимает участие в организации технического обслуживания и ремонте электронных средств;
- осуществляет профилактику производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экологических нарушений.

Бакалавр должен знать:

- постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы, касающиеся области 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;
- основное используемое оборудование и принципы его работы;
- виды брака и способы его предупреждения;
- средства вычислительной техники, коммуникации и связи;
- порядок пользования реферативными, периодическими и справочно-информационными изданиями по профилю работы;
- основы экономики и организации труда;
- основы трудового законодательства;
- правила и нормы охраны труда.

2. Возможности продолжения образования

Бакалавр подготовлен к продолжению образования:

- в магистратуре по направлению “Проектирование и технология электронных средств”;
- освоению в сокращенные сроки образовательных программ по направлению подготовки дипломированных специалистов 654300-проектирование и технология электронных средств.

3. Требования к профессиональной подготовленности

Выпускник должен обладать профессиональными знаниями и умениями, которые необходимы ему при решении задач, соответствующих его квалификационной характеристике, указанной в ГОС.

Бакалавр должен

знать:

- методические и нормативные материалы по проектированию электронных средств и технологии их производства;
- технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных конструкций электронных средств и технологий их производства;
- современные средства вычислительной техники и коммуникации;

- современные технологические процессы производства электронных средств;
- стандарты, методики и инструкции по разработке конструкторской документации;
- специализированные пакеты прикладных программ по конструированию электронных средств;
- материалы, применяемые в конструкциях, и их свойства;
- положения и требования по организации труда при проведении проектных и исследовательских работ;
- основы экономики и трудового законодательства;
- правила и нормы охраны труда;

уметь применять:

- методы проектирования конструкций и технологических процессов производства электронных средств;
- типовые технологических процессы;
- средства измерения;
- справочный материал по выбору элементной базы;
- прикладные программы по различным аспектам проектирования электронных средств;
- методики и инструкции по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту электронных средств.

Конкретные требования к специальной подготовке бакалавра устанавливаются высшим учебным заведением, исходя из содержания цикла специальных дисциплин.

Выписка из ГОС ВПО Направление подготовки бакалавра "Проектирование и технология электронных средств", квалификация – бакалавр, рег № 29 тех/бак.

Приложение Б
(справочное)

**Пример оформления задания
на выпускную квалификационную работу бакалавра**

**1. Для работ 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 ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРА**

Студенту Иванову Ивану Николаевичу

1. Тема работы: Разработка усилителя мощности звуковых частот утверждена приказом по университету № _____ от _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы 25 мая 2010 г.

3. Исходные данные к работе 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; исследовательская часть.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей)

Электрические схемы	}	1 - 1,5 листа А1*
Сборочный чертёж усилителя мощности		3,5 - 4 листа А1*
Чертежи сборочных единиц		
Чертежи деталей		
Дизайн-плакат		
Общий объём графической части	1 лист А1*	
		6 листов А1

6. Консультанты (с указанием относящихся к ним разделов работы)

Дата выдачи задания 15 февраля 2010 г.

Руководитель _____ А.К. Сидоров

Задание принял к исполнению _____ И.Н. Иванов

** Число листов указано применительно к работе конструкторского типа.*

2. Для работ научно-исследовательского типа

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 ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРА**

Студенту Иванову Ивану Николаевичу

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

утверждена приказом по университету № _____ от _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы 25 мая 2010г.

3. Исходные данные к работе Схема электрическая принципиальная;

объем 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; обзор методов расчета тепловых полей и анализ применимости различных способов охлаждения блоков электронных средств для проектируемого изделия; разработка и исследование вариантов конструкции изделия, обеспечивающих повышенный отвод тепла; разработка вариантов конструкций элементов локального охлаждения мощных микросхем; расчеты тепловых полей.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей)

Электрические схемы	}	0,5 - 1 лист А1
Сборочный чертёж блока		2 - 3 листа 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		6 листов А1

6. Консультанты (с указанием относящихся к ним разделов работы)

Дата выдачи задания 15 февраля 2010 г.

Руководитель _____ П.П. Петров

Задание принял к исполнению _____ И.Н. Иванов

Приложение В
(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 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 работы – преподаватель кафедры КТ РЭС, графа "Консультант кафедры" не делается.

2. Пример оформления содержательной части частного технического задания

Содержание

1 Общие сведения	73
1.1 Наименование системы	73
1.2 Основание для разработки	73
2 Назначение и цели создания системы	74
2.1 Назначение системы	74
2.2 Цели создания системы	74
2.3 Задачи разработки	74
3 Характеристика объектов автоматизации	74
3.1 Краткие сведения об объекте автоматизации	74
3.2 Сведения об условиях эксплуатации	75
4 Требования к системе	75
4.1 Требования к системе в целом	75
4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы	76
4.1.2 Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики	76
4.1.3 Требования к надёжности	77
4.1.4 Требования к безопасности	77
4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике	78
4.1.6 Эксплуатационные требования	79
4.1.7 Требования к защите информации	79
4.2 Требования к функциям, выполняемым системой	79
5 Состав и содержание работ по созданию системы	80
6 Требования к документированию	80

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 выпускную квалификационную работу бакалавра.

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, видеосигнализации, 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 комму-

никации 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, видео-

наблюдение, 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 объединяет системы вентиляции, кондиционирования, отопления, управления освещением, водоснабжения, управляет их работой и 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 соот-

ветствовать 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 380/220 В с частотой 50 Гц с глухозаземленной 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 реализуются техническими и организационными средствами.

Техническое обслуживание, ремонт и хранение компонентов системы осуществляются 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 Г
(справочное)
Пример оформления описи альбома

20	8	70	5
20	№ строки	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>
Левый полячен	1		<i>Титульный лист</i>
	2		<i>Задание</i>
	3		<i>Частное техническое задание</i>
	4		<i>Аннотация на русском языке</i>
	5		<i>Аннотация на английском языке</i>
Справ. №	6	<i>ВЛГУ.435114.001 ПЗ</i>	<i>Пояснительная записка</i>
	7	<i>ВЛГУ.435114.001</i>	<i>Спецификация</i>
	8		
8 min			
Подп. и дата	Инв. № дубл	Взам инв. №	Подп. и дата
Инв. № подл	Лист	№ докум	Дата
Разраб	Иванов ИИ	Подп	11.11.11
Проб	Сидоров СС	Подп	11.05.11
Инв. № подл	Лист	№ докум	Дата
Инконтр	Петров ПП	Подп	13.05.11
Утв	Крылов ВП	Подп	15.05.11
		<i>ВЛГУ.435114.001 ОП</i>	
		<i>Усилитель мощности</i>	Лит Лист Листов 1
		<i>Опись</i>	<i>ВЛГУ Р-105</i>
		<i>Копировал</i>	<i>Формат А4</i>

Приложение Д
(справочное)

**Пример оформления титульного листа
альбома текстовых документов ВКРб**

**Владимирский государственный университет им А.Г. и Н.Г. Сто-
летовых**

**КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
БАКАЛАВРА**

Студентки: Никоновой Елены Анатольевны
Факультет: Радиофизики, электроники и медицинской техники
Специальность: Проектирование и технология радиоэлектрон-
ных средств

Тема работы
**Разработка конструкции устройства
голосового управления климат-контролем**

Руководитель работы _____
А.М. Ефремов

**Допустить квалификационную работу бакалавра к защите
в Государственной аттестационной комиссии.**

Заведующий кафедрой КТРЭС
_____ В.П. Крылов
« ____ » _____ 2010 г.

Приложение Е
(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 библиографии

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_rid=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 К
(справочное)

**Программные средства, рекомендуемые студентам
при выполнении квалификационной работы**

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 Л
(справочное)

**Схемы выбора микроконтроллеров и ПЛИС
при выполнении квалификационных работ**

Для выбора *микроконтроллеров* на основе приведенных в подразделе 5.4 методических указаний параметров рекомендуется использовать схему, приведённую на рис. П1. 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 ограничен-

ным 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 рис. П2 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.

Приложение М
(справочное)

Пример выполнения листа спецификации

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
<i>Документация</i>						
A1			ВЛГУ.4.36617.001СБ	Сборочный чертеж		
A2			ВЛГУ.4.36617.001ЗЗ	Схема электрическая принципиальная		
A4			ВЛГУ.4.36617.001ПЭЗ	Перечень элементов		
A4			ВЛГУ.4.36617.001ТБ	Таблица соединений		
<i>Сборочные единицы</i>						
A4	1		ВЛГУ.4.69131.001	Плата импульсного блока питания	1	
A4	2		ВЛГУ.6014.12.001	Стенка задняя	1	
A4	3		ВЛГУ.601524.001	Панель передняя	1	
<i>Детали</i>						
A1	7		ВЛГУ.734662.001	Держатель	4	
A2	8		ВЛГУ.741124.001	Панель боковая	1	
A2	9		ВЛГУ.741128.001	Панель защитная	2	
A4	10		ВЛГУ.742391.001	Стойка	3	
<i>Стандартные изделия</i>						
	15			Винт ВМ2,5×4,5.01.019		
				ГОСТ 10619-80	12	
ВЛГУ.4.36617.001						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Лист
Разраб.	Иванов А.					1
Проб.	Петров И.					2
И контр.	Сидоров О.				ВЛГУ Рэ-105	
Утв.	Смирнов С.					
Блок питания импульсный						

Копировал

Формат А4

**Приложение Н
(справочное)**

Пример выполнения перечня элементов

Лист	Лист	Листов	ВЛГУ.4.36617.001ПЭЗ			
			Лит	Лист	Листов	
Лист примен	Поз обозна- чение	Наименование	Кол	Примечание		
	A1	Плата управления ВЛГУ469355.001	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 ОЖО460.084ТУ	1			
	C12	Конденсатор SR-63В-220 мкФ (К50-35)	1			
	C13	Конденсатор SR-100В-0,47 мкФ (К50-35)	1			
	C14	Конденсатор К10-17Б-М47-470 пФ ОЖО460.107ТУ	1			
	C15..C19	Конденсатор КF 472 М 035 К410	5			
	C20, C21	Конденсатор К15-5-Н20-1,6кВ-4700 пФ ОЖО460.084ТУ	2			
	DA1	Микросхема TL431LP	1			
	DA2	Микросхема UC2902D	1			
	DA3	Микросхема TL431PK	1			
Лист и дата	L1	Дроссель АБВГ 671342.001	1			
	L2	Дроссель АБВГ 671342.002	1			
Инд № докл	F1	Предохранитель самовосстанавливающийся MF - R300	1			
	R1	Резистор С2-33Н-0,5-510 кОм±10%-А-Д-В ОЖО467.093ТУ	1			
Взам. инв №	R2	Варистор S20K275	1			
	R3	Терморезистор NTC SCK-055	1			
Лист и дата	R4	Резистор С2-33Н-2,0-240 кОм±10%-А-Д-В ОЖО467.093ТУ	1			
Инд № подл	Изм/Лист	№ док.м.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Иванов А.				
	Проб.	Петров И.				
	Н.контр.	Сидоров О.				
	Утв.	Смирнов С.				
				Блок питания импульсный		
				Перечень элементов		
				ВЛГУ Рэ-105		

Копировал

Формат А4

		Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		R5	Резистор SQR-5Вт-10 кОм±10%	1		
		R6	Резистор С2-33Н-0,25-680 Ом±5%-А-Д-В ОЖО467093ТУ	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 ОЖО467093ТУ	1		
		R13	Резистор С2-33Н-0,25-2,0 кОм±5%-А-Д-В ОЖО467093ТУ	1		
		R14	Резистор подстроечный 3006-1-102	1		
		TV1	Трансформатор ВЛГУ671231001	1		
		VD1	Мост диодный КВУ6J	1		
		VD2	Стабилитрон 1N4764A	1		
		VD3	Диод MUR1100E	1		
		VD4	Диод защитный 15KE440A	1		
		VT1	Транзистор SPW17N80C3	1		
		VT2	Оптопара транзисторная РС817	1		
		VT3	Транзистор SPW17N80C3	1		
		VT4...VT6	Оптопара транзисторная РС817	3		
		X1	Вилка РР10-22/1 ГЕО 364.004 ТУ	1		
Изм.	Лист					Лист 2
		№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4

Библиографический список

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление 551100 «Проектирование и технология электронных средств». Степень (квалификация) – бакалавр техники и технологии. М. : М-во образования Российской Федерации, 2000. – 27 с. URL: http://www.edu.ru/db/portal/spe/os_zip/551100b_2000.html (дата обращения: 29.01.2011).

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 211000 «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» (квалификация (степень) бакалавр). М. : М-во образования и науки Российской Федерации, 2009. – 27 с. URL: http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_09/prm789-1.pdf (дата обращения: 29.01.2011).

3. Методическое пособие «Выпускная работа бакалавра техники и технологии. Общие требования к содержанию и оформлению» / сост. : В. В. Иванцов, В. В. Поляков. – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2005. – 36 с.

4. Методические указания к дипломному проектированию для специальности 21020165 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» / сост. : С. М. Бородин, И. Ю. Бригаднов. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 86 с.

5. Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 200800 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» и специальности 220500 «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств» / сост. : Л. Н. Кечиев, Н. М. Крючков. – М. : Моск. гос. ин-т электроники и математики (Технический университет), 2007. – 10 с.

6. Методическое пособие по дипломному проектированию для студентов специальностей 200200 и 200800 / сост.: М. Д. Скубилин, В. В. Поляков. – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 1999. - 50 с.

7. Пудовкин, А. П. Конструирование РЭС : учеб. пособие / А. П. Пудовкин, Н. А. Малков, Н. А. Кольтюков. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 88 с. – ISBN 978-5-8265-0656-1.

Оглавление

1. Введение	3
2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2.1. Цели и задачи выполнения ВКРб	3
2.2. Тематика выпускных квалификационных работ	3
2.3. Организационные вопросы выполнения ВКРб	5
3. ЗАДАНИЕ НА ВКРб	7
4. ПЕРЕЧЕНЬ И ОБЪЁМ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ДОКУМЕНТОВ	8
5. СОДЕРЖАНИЕ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ ВКРб И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ	10
5.1. Общие сведения	10
5.2. Пояснительная записка ВКРб	10
5.3. Особенности выполнения и оформления ВКРб, посвящённых разработке программных средств	22
5.4. Особенности содержания и оформления ВКРб, выполняемых с внедрением микропроцессорных средств	23
6. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ВКРб	26
6.1. Состав альбома документов ВКРб	26
6.2. Оформление аннотации	27
6.3. Оформление пояснительной записки	28
7. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ, СПЕЦИФИКАЦИЙ И ПЕРЕЧНЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ	39
7.1. Общие сведения	39
7.2. Спецификации	41
7.3. Сборочные чертежи.....	44
7.4. Чертежи деталей	46
7.5. Состав и кодировка схем	49
7.6. Электрические схемы	51
7.7. Перечни элементов	56
7.8. Схемы алгоритмов	58
8. РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ ВКРб	58
9. ПОДГОТОВКА К ЗАЩИТЕ И ЗАЩИТА РАБОТЫ	59

9.1. Подготовка к защите	59
9.2. Рекомендации по подготовке доклада	61
9.3. Рекомендации по созданию презентации	61
9.4. Защита	63
9.5. Оценка работы	64
Приложения.....	65
Библиографический список	95

ВЫПУСНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА БАКАЛАВРА

Методические указания для студентов направления
«Проектирование и технология электронных средств»

Составители

ДМИТРИЕВ Василий Борисович

ДОЛГОВ Геннадий Филиппович

АСЛАНЯНЦ Виктор Рубенович

и др.

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой профессор В.П. Крылов

Подписано в печать 22.04.11.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 5,81. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.