

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Г. Ф. ДОЛГОВ Т. Н. ФРОЛОВА

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Учебное пособие
по выполнению, оформлению и защите выпускной
квалификационной работы бакалавра



Владимир 2021

УДК 621.396.6

ББК 32.85

Д64

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
профессор кафедры радиотехники и радиосистем
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
П. А. Полушин

Заместитель главного инженера по подготовке производства –
главный технолог

ОАО «Владимирский завод “Электроприбор”»,
М. К. Зайцев

Долгов, Г. Ф. Конструирование и технология электронных средств : учеб. пособие для студентов по выполнению, оформ. и защите вып. квалификац. работы бакалавра / Г. Ф. Долгов, Т. Н. Фролова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021. – 107 с.
ISBN 978-5-9984-1353-7

Приведены общие требования к выпускной работе бакалавра, примерная тематика, рекомендации по структуре работы. Пособие содержит правила оформления текстовой и графической частей. Рассматриваются организационные вопросы подготовки и защиты ВКР. В приложениях представлены формы документов, необходимых для подготовки и защиты работы.

Предназначено для выполнения, оформления и защиты выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств». Может быть полезно руководителям выпускных квалификационных работ и членам государственной экзаменационной комиссии.

Табл. 3. Ил. 5. Библиогр.: 47 назв.

УДК 621.396.6

ББК 32.85

ISBN 978-5-9984-1353-7

© ВлГУ, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВКР БАКАЛАВРА	5
1.1. Цель и задачи	5
1.2. Тематика	6
1.3. Организация выполнения	8
2. ЗАДАНИЕ НА ВКР	13
3. ПЕРЕЧЕНЬ И ОБЪЁМ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ДОКУМЕНТОВ	15
4. СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ВКР	16
5. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ВКР	36
5.1. Состав альбома документов ВКР	36
5.2. Аннотация	37
5.3. Пояснительная записка	37
5.3.1. Общие требования	37
5.3.2. Расчёты	40
5.3.3. Иллюстрации	43
5.3.4. Таблицы	44
5.3.5. Приложения	47
5.3.6. Библиография	48
6. ОФОРМЛЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ, СПЕЦИФИКАЦИЙ И ПЕРЕЧНЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ	49
6.1. Спецификации	49
6.2. Общие требования к чертежам	52

6.3. Сборочные чертежи	54
6.4. Чертежи деталей	56
6.5. Схемы	60
6.5.1. Виды и типы схем	60
6.5.2. Общие правила оформления электрических схем	62
6.5.3. Структурные схемы	64
6.5.4. Функциональные схемы	64
6.5.5. Принципиальные схемы	65
6.6. Перечни элементов	67
6.7. Схемы алгоритмов	69
7. ОФОРМЛЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ	70
8. ПОДГОТОВКА К ЗАЩИТЕ ВКР	71
9. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВКР	73
10. ПОВТОРНАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	74
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	75
ПРИЛОЖЕНИЯ	82

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие содержит требования и рекомендации по организации, выполнению, оформлению и защите выпускной квалификационной работы бакалавра (ВКР), предусмотренные действующим федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) Российской Федерации (РФ) по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»; утвержденным приказом Минобрнауки России порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательной программе бакалавриата; уставом Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ); документированными процедурами системы менеджмента качества университета; положением о порядке проведения проверки выпускных квалификационных работ на объем заимствований; примерной основной образовательной программой подготовки бакалавров по направлению 11.03.03; учебным планом ВлГУ [1 – 10].

Итоговая государственная аттестация предназначена для комплексной оценки уровня готовности выпускников к самостоятельному решению задач проектного типа в профессиональной деятельности. Государственная экзаменационная комиссия принимает решение о заслуживаемой выпускником дифференцированной оценке за выполненную выпускную квалификационную работу и о присвоении выпускнику квалификации бакалавра.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВКР БАКАЛАВРА

Выпускная квалификационная работа представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

1.1. Цель и задачи

Выпускная квалификационная работа бакалавра должна свидетельствовать о способности студента к систематизации, закреплению

и расширению полученных во время обучения теоретических знаний и практических навыков по дисциплинам; применению этих знаний при решении профессиональных вопросов, степени подготовленности выпускника к самостоятельной практической деятельности [3]. Выполнение ВКР предполагает комплексное (системное) решение проектных задач схемотехнического, конструкторского, технологического характера во взаимосвязи с вопросами экономики. В процессе выполнения и защиты ВКР выпускник должен продемонстрировать компетенции, приведенные в приложении А.

1.2. Тематика

Темы ВКР формулируются на основе результатов практик обучающегося в проектных и производственных организациях, соответствующих профилю подготовки выпускника; в рамках научно-исследовательской тематики коллектива кафедры и научных интересов руководителя ВКР. При выборе темы предпочтение отдается комплексным проектам, которые выполняются группой студентов, что позволяет усилить и индивидуализировать проработку каждой части проекта. Студент может самостоятельно предложить тему с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки.

Согласно ФГОС ВО объектами профессиональной деятельности выпускников по направлению 11.03.03 являются электронные средства (ЭС) разнообразного назначения и функциональной сложности. Наиболее распространенные сферы применения ЭС: радиовещание и телевидение; оптическая и проводная связь; радиотелеметрия; радиометеорология; вычислительная техника; радиолокация; радионавигация; радиоастрономия; медицинская электроника; системы управления и др. В выпускных работах должны рассматриваться вопросы проектирования ЭС на основе разработки изделий (блоков) различного функционального назначения: радиопередающих, индикаторных, контрольно-измерительных, записи и преобразования информации, сигнализации, управления различными процессами, СВЧ устройств и т. д.

Тема выпускной работы должна быть актуальной, отражать перспективы развития проектирования и технологии ЭС и предоставлять возможность выпускнику проявить свои знания и навыки. Формируемые в процессе обучения профессиональные компетенции определяются трудовыми функциями будущей профессиональной деятельности бакалавров. Многообразие ЭС и сфер их применения определяет

следующие области профессиональной деятельности выпускников согласно [2]: связь, информационные и коммуникационные технологии (код 06); ракетно-космическая промышленность (код 25); производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования (код 29); сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (код 40). ФГОС предусматривает возможность вузам (выпускающим кафедрам) самостоятельно определять профессиональные компетенции выпускников необходимые для трудоустройства в своем регионе и по договорам с предприятиями. Наиболее полно профессиональная деятельность выпускников вуза по направлению «Конструирование и технология электронных средств» регламентируется профессиональными стандартами 06.005, 25.024, 25.027, 25.036, 25.043, 40.035 [11-16].

В зависимости от глубины рассмотрения отдельных вопросов ВКР может быть представлена в виде проекта конструкторско-схемотехнического, конструкторского, конструкторско-технологического характера.

К конструкторско-схемотехническим относятся работы, в которых наряду с решением конструкторских, технологических и других задач студентом разрабатываются или существенно перерабатываются электрические схемы проектируемого изделия. Тема таких работ формулируется как «Разработка (или модернизация)...» (указать наименование разрабатываемого устройства). Например: «Разработка усилителя мощности звуковой частоты».

В работах **конструкторского** профиля наиболее глубоко рассматриваются вопросы разработки конструкции проектируемого изделия. Тема работы формулируется как «Разработка конструкции (или модернизация конструкции)...» (указать наименование разрабатываемого устройства). Например: «Разработка конструкции блока питания».

В **конструкторско-технологических** работах наряду с детальной разработкой конструкции проектируемого изделия глубоко рассматриваются технологические вопросы его изготовления. Тема таких работ формулируется как «Конструкторско-технологическое проектирование...» (указать наименование разрабатываемого устройства). Например: «Конструкторско-технологическое проектирование датчика скорости движения».

1.3. Организация выполнения

Подготовка и защита ВКР предусматривает:

- выбор и утверждение темы, разработку задания (приложение Б);
- составление календарного плана работы над ВКР по форме, приведенной в приложении В;
- выполнение работы в соответствии с календарным планом подготовки;
- проведение предварительной защиты на заседании кафедральной комиссии, проверка соответствия выполненной работы заданию;
- предоставление материалов в государственную экзаменационную комиссию (ГЭК) для защиты;
- защиту ВКР.

К государственной итоговой аттестации допускается студент, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по образовательной программе бакалавриата.

Спецификой организации выполнения выпускной квалификационной работы является использование в качестве основы конструкторского раздела материалов курсового проекта по базовой конструкторской дисциплине 7 семестра, в качестве основы технологического раздела материалов курсовой работы по базовой технологической дисциплине 8 семестра. Работа над ВКР начинается, как правило, в период производственной практики на третьем курсе. Основные этапы выполнения ВКР представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные этапы выполнения выпускной квалификационной работы

Этап выполнения	Содержание работы	Примечания
6 семестр Производственная практика	Предварительный выбор темы ВКР.	Желательно
7 семестр 1, 2 недели	Согласование темы ВКР с руководителем и разработка варианта задания на ВКР. Разработка задания на курсовой проект по дисциплине «Конструирование электронных средств». Составление календарного плана подготовки ВКР	Обязательно

Окончание табл. 1.1

Этап выполнения	Содержание работы	Примечания
7 семестр 3-15 недели	Выполнение курсового проекта по дисциплине «Конструирование электронных средств» и конструкторского раздела выпускной квалификационной работы бакалавра.	Обязательно
7 семестр 16, 17 недели	Представление и защита курсового проекта по дисциплине «Конструирование электронных средств»	Обязательно
7 семестр 16-18 недели	Закрепление темы ВКР и назначение руководителя приказом на основании заявления студента (Приложение Г)	Обязательно
8 семестр 1, 2 недели	Согласование темы и задания на курсовую работу по дисциплине «Технология производства электронных средств»	Обязательно
8 семестр 3-8 недели	Выполнение курсовой работы по дисциплине «Технология производства электронных средств» и технологической части выпускной квалификационной работы бакалавра.	Обязательно
8 семестр 9, 10 недели	Представление и защита курсовой работы по дисциплине «Технология производства электронных средств»	Обязательно
8 семестр 13, 14 недели преддипломная практика	Анализ производственных условий конкретного предприятия, необходимый для завершения технологического и экономического разделов ВКР. Выяснение возможности внедрения проекта в производство.	Обязательно
8 семестр 15-20 недели Подготовка и защита ВКР	Оформление и защита ВКР	Обязательно

Руководители ВКР назначаются из числа работников ВлГУ.
Научный руководитель обязан:

- оказывать практическую помощь в выборе актуальной темы, цели, задач работы и разработки плана ее выполнения;
- консультировать студентов по подбору литературы, патентных и иных источников информации по теме;

- оказывать помощь в выборе методик конструкторско-технологического проектирования, выполнения расчетов и возможных теоретических исследований;
- оказывать помощь в выборе консультанта;
- поддерживать связь с организацией, по материалам которой студент выполняет ВКР;
- проводить систематические консультации студента по содержанию и оформлению работы;
- осуществлять систематический контроль над выполнением календарного плана;
- предоставлять письменный отзыв о работе студента.

При необходимости назначается консультант для руководства отдельными разделами ВКР, связанными с углубленным изучением специальных вопросов разработки ЭС, например, защите от дестабилизирующих факторов. Назначение консультантов осуществляется заведующим кафедрой и должно быть согласовано с руководителями соответствующих структурных подразделений ВлГУ и иных организаций.

При утверждении на кафедре тем ВКР студент в обязательном порядке подписывает заявление об ознакомлении с действующим в ВлГУ «Положением о проведении проверки выпускных квалификационных работ на объем заимствований», согласно которому обнаружение плагиата является основанием для отказа в допуске работы к защите и применения к обучающемуся дисциплинарного взыскания. Темы ВКР утверждаются приказом ректора, который доводится до сведения обучающихся в течение 2 недель после даты утверждения приказа. При необходимости коррекция темы допускается не позднее 2 месяцев до защиты ВКР. Коррекция темы выпускной работы осуществляется только по письменному мотивированному заявлению студента, согласованного с руководителем ВКР.

Подготовленная выпускная работа направляется на нормоконтроль. Нормоконтроль - контроль соответствия ВКР нормам, требованиям и правилам, установленными нормативными документами. Сотрудник, ответственный за нормоконтроль, проверяет комплектность документации в соответствии с заданием на работу, соответствие разработанных текстовых и графических документов стандартам Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы

технологической документации (ЕСТД), Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), Единой системы программной документации (ЕСПД), Системы стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу (СИБИД), Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ) и др.

После завершения выпускной квалификационной работы руководитель представляет письменный отзыв о работе студента в период подготовки ВКР. В отзыве научный руководитель характеризует:

- полноту и всесторонность разработки темы;
- положительные стороны работы и ее недостатки;
- профессиональные и личностные качества студента: уровень компетентности, самостоятельность, своевременность выполнения плана-графика работы и др.

В заключении отзыва указывается степень соответствия работы требованиям, предъявляемым к ВКР, и возможность допуска к защите в ГЭК. К отзыву прикладывается оценочный лист (см. Приложение Д), в котором дается оценка приобретенных компетенций. Оценка дается руководителем по четырех бальной системе. ВКР и отзыв руководителя для решения вопроса о допуске к защите предоставляются заведующему кафедрой, который направляет работу в комиссию по проведению проверок на объем заимствования в системе «Антиплагиат ВУЗ» (не позднее, чем за 10 дней до дня защиты). В состав комиссии по проверке выпускных квалификационных работ входят не менее трех человек: заведующий кафедрой, сотрудник кафедры (это может быть руководитель ВКР), сотрудник кафедры, ответственный за проверку на объем заимствований (обычно – секретарь ГЭК).

Для проведения проверки ВКР на объем заимствований, не позднее, чем за 10 рабочих дней до защиты, студент представляет электронную версию выполненной им работы в формате «машинночитаемый PDF» ответственному за проверку ВКР на объем заимствований и обязательно подписывает Заявление о самостоятельном выполнении выпускной квалификационной работы (Приложение Е). При отсутствии заявления студент не допускается к защите.

Время, отводимое комиссии на проверку работы на объем заимствований, не должно превышать 3 рабочих дней (день, в который обучающийся сдает работу на проверку, не учитывается). Критерии, по которым работа не может быть признана самостоятельно подготов-

ленной из-за большого количества заимствований из чужих работ, определяются кафедрой. Основным критерием при этом является итоговая оценка оригинальности, которая не может быть ниже величины, определенной по университету: не менее 50 % оригинального текста в выпускной работе на квалификацию бакалавра. Допуск ВКР к защите по результатам заседания комиссии, должен быть оформлен в виде заключения на объем заимствования (приложение Ж).

Предварительная защита проводится на заседании кафедральной комиссии, утверждённой на заседании кафедры. В процессе предварительной защиты осуществляется проверка соответствия выполненной работы заданию, качества оформления ВКР и презентации, готовности выпускника к защите.

Не позднее, чем за два календарных дня до дня защиты выпускной квалификационной работы в государственную экзаменационную комиссию передается выпускная квалификационная работа, отзыв руководителя ВКР и заключение на объем заимствований. Отрицательный отзыв руководителя не является основанием для недопуска к защите ВКР.

Вопросы для самопроверки

- 1) Какова цель выполнения ВКР?
- 2) Какими документами регламентируются профессиональные компетенции выпускников?
- 3) Укажите объекты профессиональной деятельности выпускников.
- 4) Укажите области профессиональной деятельности выпускников.
- 5) Какие вопросы рассматриваются в работах конструкторско-схемотехнического типа?
- 6) Какие вопросы рассматриваются в работах конструкторского типа?
- 7) Какие вопросы рассматриваются в работах конструкторско-технологического?
- 8) Какие студенты допускаются к государственной итоговой аттестации?
- 9) Какова должна быть оригинальность ВКР по результатам проверки в системе «Антиплагиат ВУЗ»?
- 10) Какие цели преследует предварительная защита ВКР?

11) Является ли отрицательный отзыв руководителя основанием для недопуска к защите ВКР?

2. ЗАДАНИЕ НА ВКР

Задание на выполнение ВКР является документом, определяющим ее структуру и содержание. Форма задания установлена документированными процедурами системы менеджмента качества университета. Задание выдается руководителем ВКР, некоторые разделы (при необходимости) формулируются с участием консультантов.

В задании указываются фамилия, имя и отчество студента, тема ВКР, срок выполнения, номер и дата утверждения приказа на тему, данные о руководителе и возможных консультантах.

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

Пример оформления задания приведён в приложении Б.

В исходных данных приводятся требования:

- к функциональным параметрам для работ конструкторско-схемотехнического профиля; схемы электрической принципиальной проектируемого устройства или аналога (для остальных);

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

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

- технологичности (определяются условиями производства и количеством изделий, выпускаемых за указанный интервал времени – год, квартал, месяц);

- условия эксплуатации (в виде ссылки на стандарт, с указанием параметров, отличающихся от указанных в соответствующей группе).

Примерный перечень подлежащих разработке вопросов зависит от темы ВКР. В общем случае он включает следующие пункты.

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

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

- Конструкторская часть: разработка внешнего вида изделия (дизайн изделия), структурных взаимосвязей (компоновки устройства); обоснование выбора электронной компонентной базы, комплектующих изделий, разработка конструкции устройства, сборочных единиц и деталей.

- Технологическая часть: разработка технологических процессов и оснастки для сборки и монтажа, включая при необходимости регулировку и контроль.

При рассмотрении схемотехнических, конструкторско-технологических вопросов рекомендуются теоретические и экспериментальные исследования. Предмет исследования может быть определён в процессе анализа технического задания.

Текст этой части задания не является оглавлением 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. Задание оформляется в двух экземплярах. Один из них выдается выпускнику, второй экземпляр хранится на кафедре.

Вопросы для самопроверки

1) Какие требования приводятся в исходных данных задания на ВКР?

2) Каков примерный перечень подлежащих разработке в ВКР вопросов?

3) Что указывается в разделе «Перечень графического материала» задания?

3. ПЕРЕЧЕНЬ И ОБЪЁМ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ДОКУМЕНТОВ

В результате работы должны быть представлены: текстовые конструкторские документы (пояснительная записка, спецификации, перечни элементов), графические конструкторские документы (схемы, чертежи, при необходимости учебно-технические плакаты), в зависимости от тематики некоторые виды графических и текстовых технологических документов, плакаты.

Содержание пояснительной записки определяется темой работы, объём пояснительной записки (без приложений) до 65 листов формата А4.

Общий объём разрабатываемых и представляемых к защите графических документов – не менее 5 листов формата А1. Состав графических документов зависит от темы работы и должен включать электрические схемы, сборочные чертежи проектируемого изделия и разработанных сборочных единиц, чертежи деталей и плакаты.

Рекомендуемый объём графических документов представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Рекомендуемый объём графических документов.

Виды графических документов	Количество листов формата А1		
	Для ВКР конструкторско-схемотехнического типа	Для ВКР конструкторского типа	Для ВКР конструкторско-технологического типа
Схемы, электро-монтажные чертежи	1,5-2	1,5-2	1-1,5
Сборочный чертеж изделия	1-2	1-2	1-1,5
Чертежи сборочных единиц	1,5-3	1-2	1-3
Чертежи деталей		1-2	
Технологические документы			0,5-1
Всего	4-5	4-5	3-4
Плакаты	При необходимости		

В ВКР рекомендуется выполнять 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.

В ВКР 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.

Вопросы для самопроверки

1) Какие текстовые конструкторские документы должны быть представлены в работе?

2) Какие графические конструкторские документы должны быть представлены в работе?

3) Какой рекомендуемый объем пояснительной записки?

4) Какой рекомендуемый объем графических документов?

4. СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ВКР

Пояснительная записка начинается листом "Содержание" и оформляется как первый лист пояснительной записки с основной надписью по [17], форма 2 (см. приложение И). В общем случае пояснительная записка должна включать следующие разделы:

- введение;
- анализ технического задания;
- схемотехническая часть;
- конструкторская часть;
- технологическая часть;
- экономическая часть;
- заключение;
- приложения;
- библиография.

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.

Во введении следует:

- дать краткую характеристику области техники, к которой относится объект проектирования. При этом необходимо обоснованно классифицировать разрабатываемый объект в соответствии с требованиями современной нормативно-технической, научной и справочной литературы;

- указать перспективные направления развития техники в этой области и перечислить существующие в настоящее время аналоги разрабатываемых объектов и полученных результатов проводимых исследований;

- кратко охарактеризовать проблемы, стоящие в этой области и определить возможные пути разрешения этих проблем;

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

- сформулировать схемотехнические (для работ конструкторско-схемотехнического типа), конструкторско-технологические, научно-исследовательские задачи, задачи по разработке программного обеспечения микроконтроллеров, 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, взятые за основу, подчеркнуть актуальность выполняемой разработки.

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

При недостаточности исходных данных и требований в задании на ВКР следует разработать частное техническое задание, позволяющее более четко определить содержание и задачи проектирования.

Частное техническое задание начинается с титульного листа и должно включать следующие разделы.

- Назначение - конкретно указывается назначение научно-технической продукции, разрабатываемой в рамках выполняемой работы.
- Основание для разработки - приводятся ссылки на директивные документы, подтверждающие актуальность выполнения проекта.
- Технические требования - формулируются требования, предъявляемые к проекту, а также уточняются перечень функций и специфика разрабатываемого объекта, состав и функциональные особенности отдельных частей объекта.
- Задачи разработки – формулируются задачи (схемотехнические, конструкторские, технологические, научно-исследовательские), которые должны быть решены в ходе работы.
- Порядок выполнения - составляется план-график с указанием сроков и объёмов выполняемых частей, а также указывается вид представляемых результатов проектирования, 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 подразделения предприятия-заказчика и утверждается заведующим кафедрой.

При выполнении пояснительной записки целесообразно раздел **«Анализ технического задания»** разбить на подразделы. Рекомендуются следующие подразделы: патентно-информационный обзор; анализ электрических схем (для работ конструкторского типа) или анализ функциональных требований (для работ конструкторско-схемотехнического типа); анализ условий эксплуатации; анализ условий производства; анализ иных требований, если они есть.

Патентно-информационный поиск и анализ новизны технических решений проводится по публикациям за последние пять лет с целью выявления последних достижений в области, соответствующей теме выпускной квалификационной работы. Студенту необходимо

разобраться в предметной области выпускной работы и оценить технический уровень конструкций аналогичных изделий. В результате поиска студент должен предложить технические решения, которые могут оказаться конкурентоспособными. Результатом реализации таких решений может быть использование современной компонентной базы, снижение себестоимости производства, повышение эксплуатационных характеристик, расширение функциональных возможностей и др.

При анализе схем необходимо обращать внимание на факторы, определяющие показатели качества конструкции:

- современность элементной базы (миниатюрность, минимальное энергопотребление, надежность, стоимость, защищенность от дестабилизирующих факторов и др.);
- наличие источников и приемников помех;
- частотный спектр сигналов;
- наличие высоких напряжений, в том числе опасных для жизни человека;
- значения токов, текущих по различным цепям; особое внимание следует обратить на сильноточные цепи;
- тепловые мощности, выделяемые отдельными электронными компонентами, узлами и изделием в целом; особое внимание следует уделить элементам с наибольшими удельными мощностями тепловыделения;
- наличие элементов оперативного управления и индикации и др.

По результатам рассмотрения каждого фактора 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 электрическая принципиальная 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 электрической принципиальной 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 их реализации.

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 условий производства 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 **схмотехнической части** работы зависит от её типа и исходных данных для проектирования. В общем случае комплекс схмотехнических мероприятий, относящихся к проектированию современных электронных средств, включает вопросы выбора и разработки схмотехнической реализации аналоговых и цифровых устройств с использованием цифровых и сигнальных микропроцессоров и микроконтроллеров, аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, ПЛИС, устройств функциональной и силовой электроники.

Возможны четыре основных варианта задания исходных электрических схем:

- задана схема электрическая принципиальная проектируемого устройства;
- задана схема электрическая принципиальная аналога;
- задана электрическая функциональная схема проектируемого устройства;
- заданы реализуемые устройством функции.

Для каждого из этих случаев содержание схемотехнической части ВКР будет различно.

Если задана **схема электрическая принципиальная проектируемого устройства**, то схемотехнический раздел не выполняется, а используемые схемотехнические решения рассматриваются в разделе «Анализ технического задания». Такой вариант характерен для работ конструкторского и конструкторско-технологического профилей. Остальные варианты задания характерны для работ конструкторско-схемотехнического профиля; при этом в пояснительную записку рекомендуется включать схемотехническую часть. Возможны следующие варианты содержания и выполнения схемотехнической части в зависимости от исходных данных.

Если задана **схема электрическая принципиальная аналога**, то предлагается следующий порядок разработки:

а) Приводится краткое описание принципа работы устройства по схеме электрической принципиальной аналога и выполняется её модернизация, обеспечивающая выполнение требований к схемотехническим решениям, сформулированным при анализе задания на проектирование. При этом возможна замена элементной базы на более перспективную, аналоговых функциональных узлов на цифровые и т.п. Рекомендуется составить схему электрическую функциональную, что, как правило, позволяет повысить качество доклада при защите.

б) Рассматривается взаимодействие элементов устройства по схеме электрической принципиальной. Основное внимание уделяется принципам работы компонентов изделия, их электрическим взаимосвязям, влиянию на конструктивно-технологические решения и т.п. Проводятся необходимые схемотехнические расчеты (режимы работы компонентов, устройств согласования; точностные, частотные характеристики и т.п.). При выполнении расчетов необходимо приводить методики расчетов, обоснование выбора схемотехнических систем инженерного расчета (САЕ), аналитические выражения, графические зависимости. Сопровождать полученные результаты исчерпывающими пояснениями и выводами. В случае сложных электрических принципиальных схем схемотехнические расчеты выполняются для отдельных блоков (узлов) устройства, а для всей схемы выполняется качественный анализ.

в) Проводится проверка возможности использования элементной базы в заданных условиях эксплуатации. Выявляются элементы, критичные к воздействию внешних возмущающих факторов (температуры, механических и других воздействий); определяются основные эксплуатационные показатели (выделяемая 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.

г) Для подтверждения обоснованности схемотехнических решений по обеспечению функционирования проектируемого устройства, а также с целью анализа особенностей (достоинств и недостатков), определения и оптимизации характеристик и параметров схемы выполняется схемотехническое моделирование. Схемотехническое моделирование является мощным и эффективным средством проектирования. Его использование резко сокращает затраты времени на получение количественных и качественных результатов, необходимых для принятия проектных решений, существенно повышает достоверность результатов. Для моделирования и комплексного анализа электрических принципиальных схем используются один или несколько специализированных программных продуктов: Electronics Workbench, Electronics Workbench Multisim, Spectrum MicroCAP, MicroWave Office, DesingLab или другие. Выбор того или иного продукта зависит от используемых схемных решений и предъявляемых к объекту проектирования требований (частотных, динамических, параметрических, конструктивных, электромагнитных и других), а также имеющихся технических и организационных возможностей.

Результаты схемотехнического моделирования должны сопровождаться пояснениями и выводами.

д) Составляется перечень элементов к разработанной схеме электрической принципиальной.

е) Выявляются и формулируются требования к конструкции устройства, обусловленные схемой электрической принципиальной устройства.

Если задана **электрическая функциональная схема проектируемого устройства**, то рекомендуется следующий порядок разработки:

а) Выполняется анализ функционирования устройства по электрической функциональной схеме, и рассматриваются возможные варианты реализации данной схемы (устройство цифровое, аналоговое, цифро-аналоговое и т.п.). Перспективным направлением является использование микроконтроллеров, позволяющих реализовывать большое количество различных функций при малых размерах, массе, стоимости и высокой надежности устройства. Кроме этого, использование микроконтроллеров позволяет достаточно легко изменять алгоритм работы устройства.

б) Синтезируется схема электрическая принципиальная устройства. Синтез может выполняться, начиная со схемы всего устройства (сверху-вниз), или со схем отдельных узлов устройства (снизу-вверх). При этом отдельные части схемы должны быть согласованы между собой (по режиму и по параметрам). Далее можно руководствоваться порядком разработки, как и для первого случая, начиная с пункта а.2.

Если заданы **реализуемые устройством функции**, то рекомендуется следующий порядок работы:

а) Анализируются требования к устройству и определяются необходимые функциональные узлы.

б) Синтезируется схема электрическая функциональная устройства.

Далее можно руководствоваться порядком разработки при заданной электрической функциональной схеме проектируемого устройства.

В схемотехнической части ВКР 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) с электрическим монтажом (в том числе печатным), для которых заданием предусмотрена разработка конструкций.

В **конструкторской части** работы должны быть обоснованы все предлагаемые конструкторские решения. При разработке конструктор-

ции необходимо обеспечить выполнение требований задания на проектирование, а также требований, сформулированных в аналитической и схемотехнической частях пояснительной записки. При конструировании должны учитываться общие технические, технологические, экономические и специальные требования. Обоснования должны формулироваться от общего к частному и подтверждаться необходимыми расчетами.

Конструкторскую часть рекомендуется разбить на разделы, количество и содержание их зависит от темы и профиля работы. Рекомендуемое содержание разделов конструкторской части ВКР рассмотрено ниже.

В первом разделе выполняется обоснование выбора общих технических решений, разработка состава и компоновочных вариантов конструкции изделия.

Определяется метод конструирования (базовый или метод проектирования моноконструкций), вид электрического 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 компоновочного варианта может быть предложен следующий порядок действий.

1) Оценивается объём устройства:

– 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 устройства и его размеры, обеспечивающие необходимый объём.

3) Определяются места расположения элементов регулировки, индикации и контроля, внешних разъёмов. Прорабатывается дизайн устройства и создаётся упрощённая фотореалистичная модель изделия, например, с помощью САПР SolidWorks.

4) Если используется базовый метод конструирования, то схема электрическая принципиальная разбивается на отдельные модули. Оцениваются размеры модулей. Предлагается компоновка модулей в устройстве.

При выполнении пунктов 2) - 4), помимо общих требований, руководствуются требованиями эргономичности и эстетичности изделия.

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 дальнейшей разработки.

В следующих разделах конструкторской части проводится разработка конструкции изделия. В случаях, когда работа по указанной тематике выполняется группой выпускников, каждый студент принимает решения по вопросам, изложенным в разделе 1 применительно ко всему изделию, и самостоятельно разрабатывает конструкцию частей устройства, определённых в задании на проектирование.

В ходе выполнения ВКР разрабатываются конструкция проектируемого изделия и конструкции входящих в него сборочных единиц и деталей, выбираются 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 большое значение имеет обеспечение технологичности их конструкций (см. технологический раздел). Детали и сборочные единицы должны разрабатываться с учётом технологических возможностей и ограничений производства.

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

Вначале целесообразно определить окончательную внешнюю форму изделия, размещение на внешних поверхностях элементов ин-

дикации и управления, присоединительных элементов (разъёмов, контактных колодок, мест вывода кабелей и т.п.). Должно быть определено расположение и разработана конструкция ножек, ручек, элементов крепления устройства в месте его установки (подвеска на стене, установка в нише автомобиля и т.п.), если это предусмотрено заданием на ВКР. На этом этапе работы полезно выполнить фотореалистичную модель изделия.

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

Далее разрабатываются детали несущих конструкции и конструкций, обеспечивающих защиту изделия от дестабилизирующих факторов. Следует рассмотреть возможность использования унифицированных и покупных корпусов и профилей для несущих конструкций, обосновав при их выборе необходимые доработки.

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.

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

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

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

- Расчёт элементов, защищающих от ионизирующих излучений.

- Проектирование и расчёт тары, обеспечивающей защиту изделия от механических, климатических и других дестабилизирующих факторов при транспортировке и хранении изделия.
- Расчёт точностных параметров (как механических, так и электрических) деталей, узлов и изделия в целом.
- Расчёт элементов печатного и объёмного электромонтажа (площади сечения или ширины проводника, исходя из протекающего по нему тока, расстояния между печатными проводниками или толщины изоляции объёмного провода, обеспечивающих электрическую прочность при повышенных напряжениях).
- Расчёт элементов частного применения (специализированных конденсаторов, в том числе переменной емкости, трансформаторов, катушек индуктивности, дросселей и др.).
- Расчёт надёжности для наиболее жестких условий эксплуатации изделия.
- Расчёт комплексного показателя качества (рассчитываются наиболее важные группы показателей качества с учетом их степени важности, анализируются и оцениваются достоинства и недостатки конструкции по сравнению с существующими, аналогичными).

Кроме перечисленных могут выполняться и другие 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.). 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 чертежи.

Особенности выполнения ВКР, содержащих разработку микропроцессорных средств

Изделия электронных средств часто реализуются на элементной базе микропроцессорной техники, включая программируемые логиче-

ские интегральные схемы. 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.).

ВКР может содержать разработку новых или модернизацию уже существующих микропроцессорных устройств. Модернизация может заключаться в добавлении дополнительного микропроцессорного устройства к уже существующей системе или в переработке существующих устройств системы с использованием современных микропроцессорных средств.

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

- аппаратных средств;
- программно-информационного обеспечения.

Темы таких работ формулируются как «Аппаратно-программная разработка...» (указать наименование разрабатываемого устройства). Например: «Аппаратно-программная разработка комплекса для автоматизации виброиспытаний».

При проектировании микропроцессорных систем рекомендуется следующий подход. Проектирование системы в целом осуществляется до уровня электрических структурных или функциональных схем, при этом разрабатывается общая схема алгоритма функционирования системы в целом, а проектирование 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 ВКР. Разработка информационного обеспечения выполняется в случае реализации в системе информационной базы данных.

Отличительной особенностью ВКР, связанных с разработкой устройств на основе микропроцессорных средств, является уменьшение общего объёма конструкторской части и увеличением схемотехнической и программной частей, а также проведение моделирования.

Примерное содержание технической части ВКР рассматриваемого типа приведено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные этапы выполнения технической части ВКР

№	Этапы работы
1	<p>Анализ технического задания и вариантов реализации системы.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Описание работы объекта автоматизации и его характеристики. Определение задач и целей управления. • Анализ известных вариантов построения подобных систем управления. • Варианты реализации системы и их сравнение. • Разработка электрической структурной схемы системы. • Определение требований к аппаратной реализации микропроцессорной системы
2	<p>Разработка электрических функциональных и принципиальных схем блоков системы.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разработка функциональной схемы системы и описание работы. Определение возможности применения промышленных контроллеров. Обоснование выбора типа микропроцессора. • Выбор микроконтроллеров, типов датчиков, исполнительных устройств, каналов связи. Расчет основных электрических характеристик. • Разработка электрических принципиальных схем блоков системы. • Экспериментальное компьютерное и макетное моделирование работоспособности отдельных модулей системы.
3	<p>Разработка алгоритмов работы и программного обеспечения системы.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разработка алгоритма управления. • Выбор языка программирования и инструментальной системы разработки. Описание и отладка отдельных подпрограмм. • 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

Графическая часть ВКР рассматриваемого типа включает следующие документы.

- Схема алгоритма функционирования системы.
- Схемы алгоритмов отдельных подпрограмм.
- Электрические структурная и функциональная схемы системы.

- Электрические принципиальные схемы проектируемых блоков системы.
- Сборочный чертеж ячейки для одного из блоков.
- Чертеж печатной платы.
- Плакаты:
- Сравнительный обзор существующих аналогичных систем.
- Результаты моделирования работы системы.

При выборе микроконтроллера следует учитывать:

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

Особенности выполнения ВКР, содержащих разработку программных средств

Если функционирование проектируемого изделия задается программой, то в пояснительную записку ВКР рекомендуется вводить раздел (либо подраздел), в котором разрабатывается программа, для микроконтроллера либо микропроцессора. Программа должна быть оформлена по правилам единой системы программной документации (ЕСПД). Вид выпускаемых документов зависит от стадии разработки программы. Стандарт [18] предусматривает 5 стадий разработки программы:

- техническое задание;
- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочий проект;
- внедрение.

Каждой стадии соответствуют свои этапы и содержание работ. Необходимость отдельных стадий указывается в техническом (либо частном техническом) задании. Стадии «техническое задание», «рабочий проект» и «внедрение» являются обязательными. На стадии рабочего проекта проводятся этапы:

- разработка программы (программирование и отладка программы);
- разработка программной документации в соответствии с требованиями стандарта [19];
- испытание программы (разработка, согласование и утверждение программы испытаний; проведение испытаний; корректировка программы по результатам испытаний).

Описание программы, составленное в соответствии с требованиями [20], и текст программы, оформленный по [21], размещают в приложении пояснительной записки.

Графическая часть работы указанного типа должна содержать:

- схемы алгоритмов, программ, данных и систем в соответствии с [22];
- представление исходных данных, промежуточных результатов и окончательного проектного решения контрольной задачи;
- тесты и результаты их обработки;
- прочие иллюстративные материалы.

Защита работы должна сопровождаться демонстрацией функционирования разработанного программного средства. При выполнении квалификационной работы рекомендуются следующие программные средства.

- Для схемотехнического моделирования - 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.

В технологической части работы студентам необходимо выполнить анализ и обеспечить технологичность проектируемого изделия. Обеспечение технологичности конструкции изделия предусмат-

ривает взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач, направленных на достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе и монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия. Правила обеспечения технологичности конструкции изделий, последовательность и содержание работ по обеспечению технологичности конструкции изделия, а также рекомендуемый перечень показателей технологичности конструкции изделий регламентируется стандартом [23] и методическими рекомендациями [24]. Этими документами установлены основные задачи обработки изделия на технологичность, последовательность их решения, систему показателей технологичности конструкции и стадии их определения. Для количественной оценки технологичности конструкции проектируемого изделия в выпускной квалификационной работе рекомендуется использовать методику расчёта комплексного показателя технологичности [25, 26].

В случае получения вывода о недопустимом уровне технологичности студентам необходимо проверить соответствие разработанной конструкции следующим требованиям:

- максимальное использование в конструкции унифицированных стандартизированных и нормализованных деталей, сборочных единиц; максимальное использование групповых и типовых технологических процессов и приемов труда;

- минимальное количество применяемых типоразмеров деталей; сокращение номенклатуры и количества применяемых деталей, сборочных единиц и материалов;

- минимальное применение драгоценных металлов, дефицитных материалов и т. п.

На основании выполненного анализа в конструкцию и чертежи следует внести изменения [27], улучшающие технологичность, которые в обязательном порядке согласовать с руководителем работы. Мероприятия по переработке конструкции изделия проводятся комплексно, обеспечивая технологичность, как всего изделия, так и его составных частей до получения студентом вывода об удовлетворительной технологичности изделия.

Разработка технологического маршрута сборки и монтажа начинается с расчленения изделия на сборочные элементы путем построе-

ния схемы сборочного состава и (или) технологической схемы сборки. Технологическая схема сборки, выполненная на соответствующем формате и по установленной форме, входит в перечень графических документов выпускной квалификационной работы конструкторско-технологического профиля.

После завершения разработки технологического процесса сборки и монтажа выполняется маршрутная карта, содержащая описание технологического процесса изготовления изделия по всем операциям в технологической последовательности с указанием соответствующих данных по оборудованию, оснастке, материалам, трудовым и другим нормативам. Студент в процессе технологического проектирования обязан разработать не менее одного вида технологической документации. По согласованию с руководителем работы допускается взамен разработки технологического процесса сборки и монтажа составлять инструкцию на регулировку устройства, комплект документации на выполнение технического контроля.

По результатам технологического проектирования в выпускной квалификационной работе конструкторско-технологического профиля необходимо разработать и представить комплект графических и текстовых технологических документов. Виды и количество документов зависят от темы проекта и согласовываются с руководителем. Комплект технологических документов может включать маршрутную карту, карту эскизов, технологическую инструкцию, комплектовочную карту, ведомости оснастки, деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу и др. Первым листом комплекта технологических документов должен быть титульный лист.

В экономической части работы студент должен продемонстрировать способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов ЭС. Разработка технико-экономического обоснования в выпускной квалификационной работе бакалавра, позволяет студентам закрепить теоретические знания, связанные с поиском аналогов и их экономических показателей, экономической оценкой затрат на изготовление, эксплуатацию и утилизацию разработанного устройства, и закрепить практические навыки проведения расчета экономической эффективности проектируемого изделия. При технико-экономическом обосновании работы, следует

использовать методики выполнения экономических расчетов и нормативы, действующие в организации, в которой предполагается изготовление ЭС, либо нормативы базового предприятия. Все принимаемые инженерные решения должны быть экономически обоснованы. Техничко-экономическое обоснование должно сопровождаться ссылками на источники используемой информации, а выполняемые экономические расчеты – необходимыми пояснениями и комментариями.

В рамках технико-экономического обоснования студенту предлагается выполнить расчеты себестоимости, условно-оптовой цены изделия, затрат на эксплуатацию, утилизацию и экономического эффекта, получаемого при внедрении разработанного устройства. Если при заданных в ТЗ исходных данных не удастся получить экономический эффект (например, из-за малого объема выпуска), тогда целесообразно показать при каких исходных данных (например, объеме производства) достигается положительный экономический эффект. В этом случае желательно построить график зависимости безубыточности от влияющего фактора.

Исходными данными для расчета себестоимости являются:

- перечень основных сборочных единиц и комплексов, перечень основных материалов, покупных изделий, расходуемых на изготовление элементов системы;
- часовые тарифные ставки по разрядам работ, видам и условиям труда;
- размеры накладных расходов (расходы на содержание, эксплуатацию оборудования, цеховые расходы, общехозяйственные расходы);
- нормативы отчислений на социальное страхование и дополнительную заработную плату.

При расчёте полной себестоимости изделия учитываются:

- затраты на сырье и материалы;
- стоимость покупных комплектующих изделий;
- затраты, связанные с оказанием услуг сторонними организациями (например, изготовление печатных плат);
- транспортно-заготовительные расходы;
- основная заработная плата производственных рабочих;
- дополнительная заработная плата производственных рабочих;

- отчисления на социальное страхование;
- накладные расходы.

На основе величины полной себестоимости изготовления изделия вычисляется его условно-оптовая цена. В заключении необходимо будет сделать выводы об эффективности (экономическом эффекте) проекта.

При необходимости проведения исследований должны быть сформулированы цель и задачи исследования, описана методика исследований; при проведении экспериментальных исследований – условия проведения эксперимента, применяемые изделия и оборудование, схемы измерений и т.д. Необходимость и содержание исследований определяется темой работы и согласовывается с руководителем.

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.

При этом рекомендуется использовать следующие словосочетания: «В работе исследовано..., установлено..., получено..., это обеспечивает..., это дает возможность ...» и т.п. Основные результаты работы, необходимо иллюстрировать численными значениями характеристик.

Вопросы для самопроверки

- 1) Какие разделы в общем случае должна включать пояснительная записка?
- 2) Что следует указывать во введении пояснительной записки?
- 3) Какие подразделы рекомендуется включить в анализ технического задания?
- 4) Какие вопросы рассматриваются в схемотехнической части ПЗ?
- 5) Какие вопросы рассматриваются в конструкторской части ПЗ?
- 6) Какие конструкторские расчеты рекомендуется выполнять для обоснования принимаемых решений?

7) Какие особенности характерны для ВКР, содержащей разработку микропроцессорных средств?

8) Какие особенности характерны для ВКР, содержащей разработку программных средств?

9) Какие вопросы рассматриваются в технологической части работы?

10) Какие вопросы рассматриваются в экономической части работы?

11) Какие сведения приводятся в заключении ПЗ?

5. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ВКР

5.1. Состав альбома документов ВКР

Альбом с текстовыми документами ВКР содержит:

- опись альбома (перечень всех вшиваемых в альбом документов);

- титульный лист (подписанный студентом, руководителем и всеми консультантами; все подписи должны быть расшифрованы и иметь даты);

- задание;

- аннотацию на русском и иностранном, изучаемом в ВлГУ, языках;

- пояснительную записку;

- текстовые конструкторские документы;

- прочие документы.

В альбом вкладываются, но не вшиваются: отзыв руководителя, акт проверки на объем заимствований, акты внедрения (если они имеются), а также диск с презентацией и другими электронными документами (электронные модели деталей, сборочных единиц; чертежи, схемы, спецификации, перечни элементов, плакаты и др.). Диск помещают в специальный карман на внутренней стороне переплётной крышки альбома.

Опись составляют по форме 4 и 4а [28]. Документы записывают в порядке их комплектования в альбом, как указано в начале подраздела. Описи альбома присваивают обозначение изделия, для которого разработан основной документ, и код "ОП". Пример оформления описи альбома дан в приложении К.

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

Правила оформления задания на ВКР изложены в разделе 2.

5.2. Аннотация

Аннотация располагается после задания на ВКР.

Аннотация - краткая характеристика ВКР, в которой указывается:

- тема работы, автор;
- объект проектирования, цели работы и ее результаты;
- новизна и достоинство работы, ее практическое значение.

В аннотации приводятся лишь существенные признаки работы, т. е. те, которые позволяют выявить ее практическое значение и новизну (отличительные особенности аналогичных по функциональному назначению изделий).

По полноте охвата содержания и по читательскому назначению аннотации подразделяют на общие, специализированные, аналитические [29]. В ВКР рекомендуется составлять общую аннотацию.

В тексте аннотации следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций, применять стандартизованную терминологию. Для обеспечения автоматизированного поиска в тексте аннотации должны быть значимые слова из текста исходного документа. Рекомендуемый средний объем аннотации 600 печатных знаков (10 строк).

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

Пример общей аннотации на ВКР представлен в приложении М.

5.3. Пояснительная записка

5.3.1. Общие требования

Пояснительная записка, кроме указанных в 4 пункте пособия разделах, может содержать при необходимости дополнительные структурные элементы: «Предисловие», «Термины и определения», «Обозначения и сокращения» и др. [30]. Требования к элементу «Предисловие» — по [31] к элементам «Термины и определения», «Обозначения и сокращения» — по [32].

Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями стандартов [28, 30].

Рекомендуется пояснительную записку оформлять в виде электронного документа в редакторе Microsoft Word или Open Office прямым набором с обязательным включением автоматической расстановки переносов, за исключением слов из прописных букв. При этом устанавливается гарнитура – Times New Roman размером 14 для основного текста и размером 12 для приложений, примечаний, сносок и примеров. Для заголовков разделов рекомендуется шрифт 16 размера. Межстрочный интервал полуторный. Допускается использование двойного межстрочного интервала. Отступ в начале абзаца равен пяти печатным знакам – 12,5 мм. Текст в таблицах, а также подписи к рисункам 12 – 13 кегль. Текст располагается только на одной стороне листа формата А4, брошюруемого с левой стороны. При необходимости разрешается использовать другие форматы листов в соответствии с [33]. Поля для размещения текста: верхнее – 15 мм, левое – 25 мм, правое – 10 мм. Нижнее поле на первом листе – 55 мм, на последующих – 30 мм. Также представляется копия пояснительной записки в бумажной форме.

Записка оформляется на листах с рамками и основными надписями по [17]. 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 [34] и включать буквы «ВЛГУ», точку, шесть цифр из классификатора ЕСКД, точку, три цифры – порядковый номер разработки варианта изделия и буквы "ПЗ".

Слово «Содержание» записывают в верхней части первой страницы, посередине, с прописной буквы и выделяют полужирным шрифтом. В элементе «Содержание» приводят порядковые номера и заголовки разделов (при необходимости — подразделов), обозначения и заголовки приложений. При этом после заголовка каждого из указанных структурных элементов ставят отточие, а затем приводят номер страницы, на которой начинается данный структурный элемент. Номера подразделов приводят после абзацного отступа, равного двум знакам, относительно номеров разделов. При необходимости

продолжения записи заголовка раздела или подраздела на второй (последующей) строке его начинают на уровне начала этого заголовка на первой строке, а при продолжении записи заголовка приложения — на уровне записи обозначения этого приложения.

Наименования структурных элементов документа, включенные в содержание, записывают с прописной буквы.

Пример оформления содержания приведён в приложении И.

Текст пояснительной записки делится на разделы, подразделы, пункты, а при необходимости и подпункты. Каждый раздел пояснительной записки рекомендуется начинать с нового листа (к разделам приравниваются: введение, заключение, приложения).

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Заголовки следует писать с прописной буквы (остальные буквы строчные) без точки в конце, выделяя их полужирным шрифтом не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Расстояние между заголовком раздела (подраздела) и предыдущим или последующим текстом, а также между заголовками раздела и подраздела должно быть равно не менее чем трем междустрочным интервалам. Расстояние между строками заголовков подразделов и пунктов принимают таким же, как в тексте.

Пункты и подпункты, как правило, заголовков не имеют. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа.

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

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или маркер. Такое оформление перечислений наиболее удобно, поскольку позволяет избежать ограничений, возникающих при использовании нумерации. При необходимости ссылки на перечисления для их обозначения используют строчные буквы со скобкой. Для

дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры со скобкой, записывая их с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример.

а) _____

б) _____

1) _____

2) _____

в) _____

В конце пояснительной записки приводится «Библиография», в которой указывается литература, использованная при составлении документа. Правила оформления структурного элемента «Библиография» приведены в [32, 35] (затекстовая библиографическая ссылка).

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 и включено в структурный элемент «Обозначения и сокращения».

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

5.3.2. Расчёты

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 изделии или его части. В раздел, содержащий расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции, допускается включать результаты математического моделирования, если они не оформляются отдельным документом.

Заключение должно соответствовать задаче расчёта и содержать выводы по расчету с рекомендациями 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 изделия, целесообразно установить микросхему DA24 на радиатор. Целесообразность такого решения необходимо уточнить при расчёте надёжности и экономической эффективности".

Математические выражения (формулы) выполняются в редакторе формул MS Word. Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения от единицы до девяти – словами. Обозначение единицы физической величины отделяют от значения физической величины пробелом (за исключением знаков, поднятых над строкой: «'», «"» и др.). Перенос обозначения единицы физической величины на следующую за значением физической величины строку не допускается. Чтобы этого не происходило в MS Word необходимо между значением и обозначением единицы физической величины ставить «мягкий пробел», нажав одновременно клавиши «Ctrl» + «Shift» + «Space».

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

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая

строка пояснения должна начинаться со слова « где», без двоеточия после него.

Пример.

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

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

где m – масса образца, кг;

V – объём образца, м³.

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

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

Формулы, следующие одна за другой и не разделённые текстом, разделяют запятой. Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «х». Высота цифр должна быть 14 кегль, индексов – 11 кегль.

Формулы (за исключением приводимых в приложениях) должны иметь сквозную нумерацию, которую выполняют арабскими цифрами, размещёнными справа на уровне формулы в круглых скобках. Если формула одна, то ее обозначают (1). Допускается нумерация формул в пределах раздела, например, (3.1) – первая формула третьего раздела.

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

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

5.3.3. Иллюстрации

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. 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 изделия.

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

Для электро- и радиоэлементов, являющихся органами регулировки или настройки, дополнительно к номеру позиции в подрисуночном тексте указывают назначение каждой регулировки и настрой-

ки, 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 [36].

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

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

5.3.4. Таблицы

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. Наименование таблицы, при его наличии, должно отражать её содержание, быть точным, кратким. Наименование следует помещать над таблицей. При этом слово «Таблица» размещается над левым краем таблицы, далее идет ее номер, затем тире, а затем название таблицы с прописной буквы (см. рисунок 5.1).

Таблица 2.1 – Параметры шайб.

В миллиметрах

Номинальный диаметр резьбы болта, винта,	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 2.1.

В миллиметрах

Номиналь- ный диаметр резьбы болта, винта, шпильки	Внутрен- ний диа- метр шай- бы	Толщина шайбы					
		легкой		нормальной		тяжелой	
		a	b	a	b	a	b
4,0	4,1	1,0	1,2	1,0	1,2	1,2	1,6
...

42,0	42,5	—	—	9,0	9,0	—	—

Рисунок 5.1 – Пример оформления таблицы, располагаемой на двух листах

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы наименование помещают только над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием её номера.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделённых точкой.

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

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Также не допускается включать в таблицу графу «Номер по порядку». Горизонтальные и вертикальные

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

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена двойной линией либо линией двойной толщины 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 ПЗ. Таблицу выравнивают по центру страницы. Допускается размещать таблицу вдоль длинной стороны листа ПЗ.

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 рисунком 5.2. 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.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире) в соответствии с рисунком 5.2.

Таблица 5.5

В миллиметрах

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

Рисунок 5.2 – Пример оформления таблицы, содержащей повторяющийся текст

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

5.3.5. Приложения

Материал, дополняющий текст ПЗ, допускается помещать в приложениях. Это может быть графический материал, таблицы большого формата, расчёты, описания аппаратуры и изделия, инструкции по настройке и регулировке, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т. д. Рекомендуется приложения оформлять как продолжение ПЗ ВКР на последующих ее листах. Приложения могут быть обязательными и информационными. Информационные приложения могут быть рекомендуемого или справочного характера.

В ПЗ на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Каждое приложение следует начинать с нового листа с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное». Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, 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, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4 х 3, А4 х 4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301-68. Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделён на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения (например, В2.1).

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц. Все приложения пояснительной записки должны быть перечислены в содержании пояснительной записки с указанием их номеров и заголовков.

Приложения, выпускаемые в виде самостоятельного документа, оформляют по общим правилам – первый лист с основной надписью по форме 2, последующие листы – по форме 2а по [17]. При необходимости такое приложение может иметь «Содержание». Допускается в качестве приложения к документу использовать другие самостоятельно выпущенные конструкторские документы (габаритные чертежи, схемы и др.).

5.3.6. Библиография

При необходимости приводят список литературы, которая была использована при выполнении ВКР, его размещают в конце ПЗ в структурном элементе «Библиография». Выполнение списка и ссылки на него в тексте — по [32, 35]. Элемент «Библиография» включают в содержание ПЗ.

Источники информации следует располагать в порядке ссылок на них в тексте пояснительной записки. Ссылка указывается в квадратных скобках. Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в отсылке указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Номер страницы отделяется от номера источника запятой и пробелом, например: [2, с.37]. При ссылке на несколько источников их разделяют точкой с запятой (например, как описано в [3, с.56; 5, с.78]). При наличии в списке литературы на других языках, кроме русского, образуется дополнительный

алфавитный ряд, который располагают после изданий на русском языке. Библиографические записи в списке источников оформляют согласно [35].

Пример оформления библиографии приведен в приложении Н.

Вопросы для самопроверки

- 1) Укажите состав альбома документов ВКР.
- 2) Какие сведения приводятся в аннотации?
- 3) Каковы правила оформления пояснительной записки?
- 4) Какой порядок изложения расчетов?
- 5) Укажите правила оформления иллюстраций.
- 6) Укажите правила оформления таблиц.
- 7) Укажите правила оформления приложений.
- 8) Укажите правила оформления библиографии.

6. ОФОРМЛЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ, СПЕЦИФИКАЦИЙ И ПЕРЕЧНЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ

6.1. 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 стандарту [28].

Спецификация выполняется на листах формата А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней оформляют по [17] (формы 2 и 2а). Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4 [33]. 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. Допускается объединять разделы «Стандартные изделия» и «Прочие изделия» под наименованием

«Прочие изделия». Изделия в этом случае записывают в соответствии с требованиями [28].

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 определенном порядке [37]: сборочный чертеж, чертеж общего вида, теоретический чертеж, габаритный чертеж, электромонтажный чертеж, монтажный чертеж, упаковочный чертеж, схемы с перечнями элементов, пояснительная записка.

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» записывать изделия рекомендуется в алфавитном порядке сочетания букв кодов организаций-разработчиков, а в пределах этих кодов – в порядке возрастания классификационной характеристики и порядкового регистрационного номера.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, соответствующие стандартам:

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

В пределах каждой категории стандартов записи рекомендуется осуществлять 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, примененные по техническим условиям, выбираемые по каталогам, применяемые без технических условий (с указанием в графе «Примечание» одного из возможных изготовителей), и импортные покупные изделия, примененные по сопроводительной технической документации (в т.ч. каталогам) зарубежных изготовителей (поставщиков). Изделия рекомендуется записывать по группам, объединённым по их функционально-

му назначению; в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В графы спецификации импортные покупные изделия вносят с теми обозначениями и наименованиями, которые содержатся в сопроводительной технической документации (в т. ч. каталогах) зарубежных изготовителей (поставщиков). Рекомендуется одновременно указывать соответствующие наименования на русском языке.

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, клеи, смазки, замазки, припои, сварочные электроды, металлические и неметаллические порошки. 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 вы-

полнен 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 требуется 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, объема записей и т. п.). Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Пример оформления спецификации ячейки ЭС приведен в приложении П.

6.2. Общие требования к чертежам

Виды и комплектность конструкторских документов определены [37]. Вследствие ограничения объема графических документов ВКР их полный комплект, как правило, не оформляется. При этом студентам необходимо продемонстрировать квалификацию при выполнении чертежей различных видов сборочных единиц и деталей.

Основные требования к чертежам определены [36].

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, экономически целесообразные 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 [38]. Поле чертежа должно быть равномерно заполнено изображениями, таблицами, техническими требованиями общей площадью не менее 70%.

На рабочих чертежах изделий с покрытиями, 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 [39].

На каждом чертеже помещают основную надпись и дополнительные графы к ней в соответствии с требованиями [17]. Графы основной надписи заполняют с учётом дополнительных требований.

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

Массу изделия указывают в килограммах без указания единицы измерения. Допускается указывать массу в других единицах измере-

ния 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).

6.3. Сборочные чертежи

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

Сборочный чертёж должен содержать:

– изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы. Допускается на сборочных чертежах помещать дополнительные схематические изображения соединения и расположения составных частей изделия;

– размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения;

– указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п., а также указания о выполнении неразъёмных соединений (сварных, паяных и др.);

– номера позиций составных частей, входящих в изделие, в точном соответствии со спецификацией на данное изделие;

– габаритные размеры изделия (допускается не указывать на чертежах сборочных единиц, не являющихся предметом самостоятельной поставки);

– установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

– технические характеристики изделия (при необходимости);

– координаты центра масс (не помещают, если они указаны в другом конструкторском документе).

При указании установочных и присоединительных размеров должны быть нанесены координаты расположения, размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями и другие параметры.

Сборочные чертежи следует выполнять, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД. На сборочных чертежах допускается не показывать:

– фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплётки и другие мелкие элементы;

– зазоры между стержнем и отверстием;

– крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: "Крышка поз. 3 не показана";

– видимые составные части изделий или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;

– надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные. Допускается на сборочных чертежах составные части изделий и

их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например: шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т. п.

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

- на разрезах изображают нерассечёнными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи.

- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями.

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

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах. Номер позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Номер позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

6.4. 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 [36];

- детали изделий с неразъёмными соединениями (сварных, паяных, клепаных, склеенных, сбитых гвоздями и т. п.), являющихся составными частями изделий единичного производства, если конструкция такой детали настолько проста, что для ее изготовления доста-

точно 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;

– 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 определить, относительно какой базы следует их указывать.

Шероховатость поверхностей указывается по [40]. Не следует необоснованно повышать степень чистоты поверхности. 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.

Покрытия, наносимые на детали, указывают по [41]. Участки поверхностей, подлежащие покрытию, обозначают штрихпунктирной утолщенной линией.

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

$$\text{Круг} \frac{40 \text{ ГОСТ } 1133 - 71}{У10 \text{ ГОСТ } 1435 - 90};$$

$$\text{Полоса} \frac{5 \times 50 \text{ ГОСТ } 103 - 76}{\text{Ст3 ГОСТ } 535 - 88}$$

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.

Нанесение размеров регламентируется [42]. Номинальное значение размера рекомендуется брать из ряда предпочтительных чисел по [43]. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Размеры в графических документах указывают размерными числами и размерными линиями. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура - 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом, называются справочными. Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* Размеры для справок». Если все размеры на чертеже справочные, их знаком «*» не отмечают, а в технических требованиях записывают: «Размеры для справок».

К справочным относят следующие размеры:

- а) один из размеров замкнутой размерной цепи. Предельные отклонения таких размеров на чертеже не указывают;
- б) размеры, перенесённые с чертежей изделий-заготовок;
- в) размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали;

г) размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например, ход поршня, ход штока клапана двигателя внутреннего сгорания и т.п.;

д) размеры на сборочном чертеже, перенесённые с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных;

е) габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесённые с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей;

ж) размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются обозначением материала, приведенным в графе 3 основной надписи [17].

Примечания:

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

2) Установочными и присоединительными называются размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливается на месте монтажа или присоединяется 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 соответству-

ющий элемент обозначают буквой, а в технических требованиях помещают запись, аналогичную приведенной на рисунке 4 [42].

Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров. Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки предельных отклонений, например, «Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, $\pm \frac{t_2}{2}$ ». Не следует необоснованно увеличивать точность размеров. При нанесении предельных отклонений следует учитывать, что на свободные (несопрягаемые) поверхности для охватываемых поверхностей (валов) верхнее предельное отклонение равно нулю, а нижнее отрицательное, для охватывающих поверхностей (отверстий) нижнее предельное отклонение равно нулю, а верхнее положительное. Если поверхности не относятся ни к валам ни к отверстиям, тогда поле допуска должно быть симметричным относительно номинального размера (обозначается знаком "±", после которого даётся численное значение половины поля допуска). При обозначении предельных отклонений сопрягаемых поверхностей, нужно определиться по какой системе будут создавать посадки: системе отверстия либо системе вала.

6.5. Схемы

6.5.1. Виды и типы 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 функциональная – Э2; схема электрическая принципиальная – Э3; схема электрогидравлическая принципиальная – С3; схема электрическая соединений и подключения – Э0.

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 штрих-пунктирными 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 [17] 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.

6.5.2. Общие правила оформления электрических схем

Требования по оформлению электрических схем всех типов изложены в [44]. Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделий не учитывают или учитывают приближенно. Расстояние между двумя соседними линиями графического обозначения должно быть не менее 1,0 мм, между соседними соединительными линиями связи – не менее 3,0 мм, между отдельными условными графическими обозначениями – не менее 2,0 мм.

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

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

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

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

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

УГО элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° , а также зеркально отображенными. Допускается УГО поворачивать на угол, кратный 45° , если это упрощает графику схемы. Квалифицирующие символы (световой поток и т. д.) при поворотах УГО не должны менять своей ориентации (рисунок 6.1). Повороты и зеркальные отображения не допустимы, если это приводит к искажению смысла обозначения, например, для двоичных логических элементов.



Рисунок 6.1 – Условное графическое изображение светодиода

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

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

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

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

6.5.3. Структурные схемы

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

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

6.5.4. Функциональные схемы

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

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

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

На схеме должны быть указаны:

– для каждой функциональной группы – обозначение, присвоенное ей на принципиальной схеме, и (или) её наименование; если функциональная группа изображена в виде условного графического обозначения, то её наименование не указывают;

– для каждого устройства, изображенного в виде прямоугольника, – позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, его наименование и тип и (или) обозначение документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия), на основании которого это устройство применено;

– для каждого устройства, изображенного в виде условного графического обозначения, – позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, его тип и (или) обозначение документа;

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

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

Наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать в прямоугольники.

На схеме рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей (рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы). На схеме помещают поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывают параметры в характерных точках (величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и т. д.).

6.5.5. Принципиальные схемы

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

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии. В обоснованных случаях допускается отдельные элементы

схемы изображать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого изображены эти элементы.

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

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

При слиянии линий связи каждую линию помечают на обоих концах условными обозначениями (цифрами, буквами) или обозначениями, принятыми для электрических цепей [45]. Обозначение линий проставляют в соответствии с требованиями [46].

Каждый элемент и устройство, изображенные на схеме, должны иметь позиционные обозначения в соответствии с [47]. 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 адреса их внешних подключений рекомендуется записывать в таблицы, помещаемые взамен УГО входных и выходных элементов – соединителей, плат и т.п. (Рисунок 6.2).

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

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

X1

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

Рисунок 6.2 – Таблица характеристик цепей

6.6. Перечни элементов

Перечень элементов оформляют в виде таблицы (рисунок 6.3), заполняемой сверху вниз, которую помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

В графах таблицы указывают следующие данные:

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

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

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



Рисунок 6.3 – Форма перечня элементов

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

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

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на листе формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по [17] (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 наименовании допускается указывать типы элементов и обозначения технических условий на них.

Пример оформления перечня элементов приведен в приложении Р.

6.7. Схемы алгоритмов

При выполнении схем алгоритмов, программ, данных и систем следует руководствоваться [48]. В соответствии с этим стандартом предусматриваются следующие виды схем:

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

Символы, используемые в схемах алгоритмов, предпочтительно располагать горизонтально. 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.

Конструкторские графические документы и плакаты оформляются в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. При представлении алгоритмов программ используются стандарты ЕСПД [20-22].

Вопросы для самопроверки

- 1) Укажите правила оформления спецификаций.
- 2) Какие общие требования предъявляются к чертежам?

3) Какие требования необходимо соблюдать при оформлении сборочных чертежей?

4) Какие требования необходимо соблюдать при оформлении чертежей деталей?

5) Какие типы и виды схем регламентируются стандартами?

6) Укажите общие правила оформления электрических схем.

7) Укажите правила оформления перечня элементов.

8) Укажите правила оформления схем алгоритмов.

7. ОФОРМЛЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ

В процессе защиты рекомендуется использовать мультимедийную презентацию. На слайдах может быть представлена следующая информация.

- Исходные данные к работе.
- Характеристики аналогов.
- Варианты разработанных структурных и функциональных схем.
- Фрагменты электрической принципиальной схемы устройства.
- Анализ компоновочных вариантов конструкции, результаты сравнения.
- Варианты дизайна лицевой панели изделия.
- Окончательный фотореалистичный вариант разработанной конструкции, вид с разнесенными составными частями.
 - Фрагменты конструкции – сборочные единицы, детали (радиаторы, элементы корпуса, лицевая панель).
 - Результаты расчетов.
 - Оценка качества конструкции.

Дизайн презентации должен быть простым и лаконичным. Необходимо использовать максимальное пространство слайда. Каждый слайд должен иметь заголовок. Слайды должны быть пронумерованы. В заголовке нужно указать основное содержание слайда. Все заголовки должны быть выполнены в едином стиле (цвет, шрифт, размер). Шрифт для заголовков должен быть размером 24-36 пунктов. Слайды не могут иметь одинаковые заголовки. При необходимости

одинаковых заголовков на нескольких слайдах нужно указать в конце заголовка (1), (2), (3).

Для оформления презентации следует использовать стандартные пропорциональные шрифты, такие как *Arial, Tahoma, Verdana, Times New Roman, Georgia* и др. В одной презентации допускается использовать не более 2-3 различных шрифтов. Размер шрифта для информационного текста 18-22 пункта. Жирный шрифт, курсив и прописные буквы следует использовать только для выделения. Для презентации необходимо подобрать цветовую гамму: обычно это три-пять цветов, которые должны хорошо читаться на выбранном ранее фоне. Основной текст рекомендуется набирать нейтральным цветом – черным, белым или серым в зависимости от яркости фона. Слайды могут иметь монотонный фон, а также фон-градиент или фон-изображение. Чем меньше контрастных переходов содержит фон, тем легче читать расположенный на нем текст. Текст на слайдах форматируется по ширине. Подчеркивание не используется. На схемах текст лучше форматировать по центру. В таблицах – по усмотрению автора.

Желательно преимущественное представление графической информации. На слайды выносятся основные формулы, графики, величины, значения. Презентацию целесообразно иллюстрировать рисунками, фотографиями, схемами, графиками, диаграммами. Размер шрифта подписей не ниже 12 пунктов.

Вопросы для самопроверки

- 1) Какую информацию рекомендуется представлять на слайдах?
- 2) Какая цветовая гамма рекомендуется для оформления презентаций?
- 3) Какой размер шрифта рекомендуется для текста на слайде?

8. ПОДГОТОВКА К ЗАЩИТЕ ВКР

Для допуска к защите ВКР должны быть подготовлены следующие материалы:

- 1) выпускная квалификационная работа;
- 2) отзыв руководителя;
- 3) акт (справка) о внедрении (желательно);
- 4) заявление о самостоятельном характере выполнения ВКР (приложение Е);

- 5) заключение по проверке на объем заимствования;
- 6) бумажный вариант презентации (для каждого члена ГЭК);
- 7) CD/DVD диск с текстом ВКР, графическими материалами и презентацией в формате «*.pdf».

К предварительной защите выпускной работы студент готовит текст доклада.

Рекомендации по подготовке доклада

В докладе целесообразно рассмотреть следующие вопросы:

- актуальность темы работы;
- существующие аналоги проектируемого изделия и их недостатки;
- постановка задачи с обязательным указанием всех допущений и ограничений (по техническому заданию);
- принятые схемотехнические и конструкторские решения (с указанием учтённых технологических ограничений и возможностей), подтверждение их расчётами;
- общая оценка разработанного изделия с указанием технических и экономических показателей;
- предполагаемое использование полученных результатов.

Рекомендуемая продолжительность доклада 7-10 минут, поэтому не целесообразно подробное изложение рассматриваемых вопросов. Доклад необходимо сопровождать демонстрацией чертежей и плакатов и мультимедийной презентацией. Демонстрационные материалы необходимо разместить в соответствии с последовательностью изложения вопросов в докладе.

После устранения всех замечаний по результатам предварительной защиты студент корректирует текст доклада и подготовленные документы ВКР.

Вопросы для самопроверки

- 1) Какие документы необходимо подготовить выпускнику для допуска к защите ВКР?
- 2) Какие вопросы целесообразно рассмотреть в докладе?
- 3) Какова рекомендуемая продолжительность доклада?

9. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВКР

Согласно СМК длительность процедуры защиты до 30 минут.

Государственная экзаменационная комиссия придерживается следующего регламента работы.

Секретарь ГЭК представляет выпускника, зачитывает тему его ВКР. Студенту предоставляется не более 15 минут для доклада по теме ВКР. Доклад сопровождается демонстрацией чертежей, плакатов, компьютерной презентацией, бумажные копии которой раздаются всем членам ГЭК, при возможности, демонстрацией макета изделия. За время доклада члены комиссии оценивают выпускную работу, презентацию, доклад о результатах проделанной работы.

После доклада студент отвечает на вопросы председателя и членов ГЭК. Количество вопросов, задаваемых при защите, не ограничивается. Вопросы могут быть заданы как по теме ВКР, так и по учебным дисциплинам направления подготовки.

Секретарь комиссии зачитывает отзыв руководителя.

Члены ГЭК должны оценить готовность выпускников к самостоятельному выполнению трудовых действий.

Профессиональные компетенции и индикаторы их освоения приведены в приложении А. По результатам защиты ВКР члены комиссии заполняют оценочный лист (приложение С).

10. ПОВТОРНАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Студенты, не прошедшие государственную итоговую аттестацию в связи с неявкой на заседание ГЭК по уважительной причине (по медицинским показаниям или другим документально подтвержденным исключительным случаям), имеют право пройти ее в течение 6 месяцев после завершения государственной итоговой аттестации [3]. Студент должен представить документ, подтверждающий причину его отсутствия.

Студент, не прошедший государственное аттестационное испытание в связи с неявкой на заседание ГЭК по неуважительной причине или в связи с получением оценки «неудовлетворительно», отчисляются из ВлГУ с выдачей справки об обучении. Студенты, не прошедшие государственную итоговую аттестацию, могут повторно пройти аттестацию не ранее чем через 10 месяцев и не позднее чем

через 5 лет после срока проведения государственной итоговой аттестации, которая не пройдена. Студент может повторно пройти государственную итоговую аттестацию не более двух раз.

Для повторного прохождения государственной итоговой аттестации студент по его заявлению восстанавливается в ВлГУ на период времени, установленный университетом, но не менее периода времени, предусмотренного календарным учебным графиком для государственной итоговой аттестации по соответствующей образовательной программе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Издание поможет студентам в подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра на всех этапах – от выбора темы до защиты работы в Государственной экзаменационной комиссии. Защита ВКР – завершающий этап в получении квалификации бакалавра.

Квалификация бакалавра по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» позволяет выпускнику занимать следующие должности: техник-электроник, техник-конструктор, инженер-электроник, инженер по эксплуатации радиоэлектронных средств, инженер I, II, III категорий, инженер-технолог I, II, III категорий, инженер-конструктор, инженер-программист. Бакалавр имеет возможность продолжить свое образование в магистратуре.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об образовании в Российской Федерации: [Федеральный закон РФ № 273-ФЗ от 29.12.12]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 (дата обращения: 23.11.2020).

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств; Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. №928. URL: https://base.garant.ru/71787566/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/#block_1000 (дата обращения: 23.11.2020).

3. Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденным приказом Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636; URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71045690> (дата обращения: 23.11.2020).

4. Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «29» октября 2015 г. №1244.

URL: http://www.vlsu.ru/fileadmin/info_00/2015/3_document/Ustav_29102015.pdf (дата обращения: 23.11.2020).

5. Документированная процедура. Система менеджмента качества. «Подготовка выпускной квалификационной работы». СМК-ДП-8.5-02-2018, версия 1.0.

6. Документированная процедура. Система менеджмента качества. «Проведение государственной итоговой аттестации обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования» СМК-ДП-8.5-03-2018, версия 1.0.

7. Положение о порядке проверки выпускных квалификационных работ на объем заимствований, введенное в действие приказом ВлГУ 286/1 от 18.06.2018; URL: http://uu.vlsu.ru/files/Dokumenty/Pol_obem_zaim_18062018.pdf (дата обращения: 23.11.2020).

8. Примерная основная образовательная программа. Направление подготовки 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств. Уровень высшего образования - бакалавриат. Проект. URL: https://umo.etu.ru/assets/files/11.03.03-kites-poopokonch_s_up.pdf (дата обращения: 23.11.2020).

9. Учебный план подготовки бакалавров по направлению подготовки 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств, Владимирский государственный университет . URL: http://op.vlsu.ru/fileadmin/Programmy/Bacalavr_academ/11.03.03/Ucheb_plan/Ucheb_plan_KTRSb19_23052019.pdf (дата обращения: 23.11.2020).

10. Образовательная программа 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств Владимирского государственного университета URL: http://op.vlsu.ru/fileadmin/Programmy/Bacalavr_academ/11.03.03/2019/OPOP_11.03.03_2019.pdf (дата обращения: 23.11.2020).

11. Профессиональный стандарт "Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)" утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.07.2019 N 540н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 28.08.2019 N 55756). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_332488/3ca3df94f6e8f7729875abcf956ff070b3f24934 (дата обращения: 23.11.2020).

12. Профессиональный стандарт «Специалист по автоматизации электромонтажных работ в ракетно-космической промышленности», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 апреля 2018 г. № 244н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 8 мая 2018 г. №

51032). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71938944/paragraph/7:2> (дата обращения: 23.11.2020).

13. Профессиональный стандарт «Специалист по разработке аппаратуры бортовых космических систем», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 декабря 2015 г. № 973н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31 декабря 2015 г. № 40456) URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71299192/paragraph/1:5> (дата обращения: 23.11.2020).

14. Профессиональный стандарт «Специалист по электронике бортовых комплексов управления», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 декабря 2015 № 979н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31 декабря 2015 г. № 40471). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71300000/paragraph/6:9> (дата обращения: 23.11.2020).

15. Профессиональный стандарт «Инженер-технолог по сборке и монтажу приборов и кабелей в ракетно-космической промышленности», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 1 декабря 2015 г. № 920н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31 декабря 2015 г. № 40458). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71299160/paragraph/3:8> (дата обращения: 23.11.2020).

16. Профессиональный стандарт «Инженер-конструктор аналоговых сложно-функциональных блоков (СФ-блоков)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 г. № 457н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 августа 2014 г. № 33756). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70732862/paragraph/2:12> (дата обращения: 23.11.2020).

17. ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные надписи. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200045443> (дата обращения: 23.11.2020).

18. ГОСТ 19.102-77 ГОСТ 19.102-77 Единая система программной документации (ЕСПД). Стадии разработки. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007628/> (дата обращения: 23.11.2020).

19. ГОСТ 19.101-77 ГОСТ 19.101-77 Единая система программной документации (ЕСПД). Виды программ и программных документов. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007627> (дата обращения: 23.11.2020).

20. ГОСТ 19.402-78 Единая система программной документации (ЕСПД). Описание программы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007652> (дата обращения: 23.11.2020).

21. ГОСТ 19.401-2000 ГОСТ 19.401-78 Единая система программной документации (ЕСПД). Текст программы. Требования к содержанию и оформлению. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007651/> (дата обращения: 23.11.2020).

22. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения. URL: <http://data.1000gost.ru/catalog/Index/28/28346.htm> (дата обращения: 23.11.2020).

23. ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования. Дата введения 1984-01-01 (дата обращения: 23.11.2020).

24. МР 186-85 Обеспечение технологичности конструкции изделий машиностроения и приборостроения. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293737/4293737435.htm> (дата обращения: 23.11.2020).

25. ГОСТ Р 57944-2017. Единая система технологической подготовки производства. Правила выбора показателей технологичности конструкций изделий космической техники. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157579> (дата обращения: 23.11.2020).

26. ОСТПП ОСТ 4ГО.091.219—81 «Методы количественной оценки технологичности конструкций изделий РЭА»

27. ГОСТ 2.503-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила внесения изменений. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200106868> (дата обращения: 23.11.2020).

28. ГОСТ Р 2.106-2019 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Текстовые документы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200164121> (дата обращения: 23.11.2020).

29. ГОСТ Р 7.0.99-2018 (ИСО 214:1976) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200160041> (дата обращения: 23.11.2020).

30. ГОСТ Р 2.105-2019 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200164120> (дата обращения: 23.11.2020).

31. ГОСТ Р 1.5-2012. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101156> (дата обращения: 23.11.2020).

32. ГОСТ 7.32-2017 СИБИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157208> (дата обращения: 9.11.2020).

33. ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Форматы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006582> (дата обращения: 23.11.2020).

34. ГОСТ 2.201-80 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначение изделий и конструкторских документов. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008241> (дата обращения: 23.11.2020).

35. ГОСТ Р 7.0.5-2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200063713> (дата обращения: 23.11.2020).

36. ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001992> (дата обращения: 23.11.2020).

37. ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды и комплектность конструкторских документов. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200106862> (дата обращения: 23.11.2020).

38. ГОСТ 2.302 ГОСТ 2.302-68 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Масштабы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006583> (дата обращения: 23.11.2020).

39. ГОСТ 2.113-75 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Групповые и базовые конструкторские документы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001994> (дата обращения: 23.11.2020).

40. ГОСТ 2.309-73 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения шероховатости поверхностей. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005419> (дата обращения: 23.11.2020).

41. ГОСТ 2.310-68 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006588> (дата обращения: 23.11.2020).

42. ГОСТ 2.307-2011 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Нанесение размеров и предельных отклонений. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200086238> (дата обращения: 23.11.2020).

43. ГОСТ 6636-69 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.
URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004377> (дата обращения: 23.11.2020).

44. ГОСТ 2.702 ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения электрических схем. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200086241> (дата обращения: 23.11.2020).

45. ГОСТ 2.709-89 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004560> (дата обращения: 23.11.2020).

46. ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007058> (дата обращения: 23.11.2020).

47. ГОСТ Р 2.711-2019 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Схема деления изделия на составные части. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200164344> (дата обращения: 23.11.2020).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

(справочное)

Перечень компетенций и индикаторов их достижения (освоения)

Таблица А.1 - Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
1	2	3
Научное мышление	ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.	ИД-1 _{ОПК-1} . Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы. ИД-2 _{ОПК-1} . Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. ИД-3 _{ОПК-1} . Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.
Исследовательская деятельность	ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	ИД-1 _{ОПК-2} . Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. ИД-2 _{ОПК-2} . Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. ИД-3 _{ОПК-2} . Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. ИД-4 _{ОПК-2} . Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ИД-5 _{ОПК-2} . Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. ИД-6 _{ОПК-2} . Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. ИД-7 _{ОПК-2} . Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

Окончание табл. А.1

Категория обще­профес­сиональ­ных компетенций	Код и наименование обще­профес­сиональ­ной компетенции	Код и наименование индикатора до­стижения обще­профес­сиональ­ной компетенции
1	2	3
Владение ин­фор­ма­ци­он­ны­ми техно­ло­гиями	ОПК-3. Владеет ме­тодами поиска, хра­нения, обра­ботки, анализа и пред­став­ления в требуемом формате информации из различных источ­ников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.	ИД-1 _{ОПК-3} . Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации. ИД-2 _{ОПК-3} . Знает современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации. ИД-3 _{ОПК-3} . Умеет решать задачи обра­ботки данных с помощью современных средств автоматизации. ИД-4 _{ОПК-3} . Владеет навыками обеспе­чения информационной безопасности.
Компьютер­ная грамот­ность	ОПК-4. Способен применять современ­ные компьютерные технологии для под­готовки текстовой и конструкторско-технологической до­кументации с учетом требований норма­тивной докумен­тации.	ИД-1 _{ОПК-4} . Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации. ИД-2 _{ОПК-4} . Проектирует решение кон­кретной задачи проекта, выбирая опти­мальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имею­щихся ресурсов и ограничений. ИД-3 _{ОПК-4} . Знает современные интерак­тивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей. ИД-4 _{ОПК-4} . Умеет использовать совре­менные средства автоматизации разра­ботки и выполнения конструкторской документации. ИД-5 _{ОПК-4} . Владеет современными про­граммными средствами подготовки конструкторско-технологической до­кументации.

Таблица А.2 - Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
1	2
Профессиональная деятельность: научно-исследовательская	
ПК-1. Способность строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.	ИД-1ПК-1. Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков. ИД-2ПК-1. Владеет навыками компьютерного моделирования.
ПК-2. Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения.	ИД-1ПК-2. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков. ИД-2ПК-2. Умеет проводить исследования характеристик электронных средств и технологических процессов.
Профессиональная деятельность: проектно-конструкторская	
ПК-3. Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.	ИД-1ПК-3. Знает принципы конструирования отдельных блоков электронных приборов. ИД-2ПК-3. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов. ИД-3ПК-3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
1	2
Профессиональная деятельность: проектно-конструкторская	
<p>ПК-4. Способность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	<p>ИД-1ПК-4. Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков.</p> <p>ИД-2ПК-4. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.</p> <p>ИД-3ПК-4. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.</p>
Профессиональная деятельность: производственно-технологическая	
<p>ПК-5. Способность выполнять работы по технологической подготовке производства электронных средств.</p>	<p>ИД-1ПК-5. Знает принципы учета видов и объемов производственных работ.</p> <p>ИД-2ПК-5. Умеет осуществлять регламентное обслуживание оборудования.</p> <p>ИД-3ПК-5. Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования.</p>
<p>ПК-6. Способность организовывать метрологическое обеспечение производства электронных средств.</p>	<p>ИД-1ПК-6. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства.</p> <p>ИД-2ПК-6. Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры.</p> <p>ИД-3ПК-6. Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов.</p>

Приложение Б
(рекомендуемое)
Примеры оформления задания на выпускную
квалификационную работу

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего обра-
зования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой БЭСТ
_____ Татмышевский К.В.
«__» _____ 20__ г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту Иванову Ивану Николаевичу

1. **Тема ВКР:** Разработка усилителя мощности звуковых частот
утверждена приказом по университету № _____ от _____
2. **Срок сдачи студентом законченной ВКР** __ июня 202__ г.
3. **Исходные данные к ВКР** Схема электрическая принципиальная аналога; объем выпуска 500 шт. в год; условия эксплуатации – группа С1 ГОСТ16019-2001; наработка на отказ не менее 5000 ч.; конструкция – настольная.
4. **Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)** Анализ технического задания; патентно-информационное исследование; обоснование выбора схемотехнических решений.
Разработка конструкции изделия (дизайн изделия, компоновка устройства; обоснование выбора электронной компонентной базы, комплектующих изделий, разработка конструкции устройства, сборочных единиц и деталей, расчеты).
Анализ технологичности проектируемого изделия Разработка технологических процессов и оснастки для сборки и монтажа изделия.
Технико-экономическое обоснование проекта.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей)

Электрические схемы	1,5-2 листа А1
Сборочный чертёж усилителя мощности	} 2,5-3 листа А1
Чертежи сборочных единиц	
Чертежи деталей	
Общий объём графических документов	5 листов А1

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

Дата выдачи задания _____ 202_ г.

Руководитель _____ А.К. Петров

Задание принял к исполнению _____ И.Н. Иванов

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой БЭСТ
_____ Татмышевский К.В.
«__» _____ 20__ г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту Иванову Ивану Николаевичу

1. **Тема ВКР:** Разработка конструкции усилителя мощности звуковых частот утверждена приказом по университету № _____ от _____
2. **Срок сдачи студентом законченной ВКР** ___ июня 202_ г.
3. **Исходные данные к ВКР** Схема электрическая принципиальная; объем выпуска 500 шт. в год; условия эксплуатации – группа С1 ГОСТ16019-2001; наработка на отказ не менее 5000 ч.; конструкция – настольная.
4. **Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)** Анализ технического задания; патентно-информационное исследование. Разработка конструкции изделия (дизайн изделия, компоновка устройства; обоснование выбора электронной компонентной базы, комплектующих изделий, разработка конструкции устройства, сборочных единиц и деталей, расчеты). Анализ технологичности проектируемого изделия Разработка технологических процессов и оснастки для сборки и монтажа изделия. Технико-экономическое обоснование проекта.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей)

Электрические схемы		1-1,5 листа А1
Сборочный чертёж усилителя мощности	}	3-4 листа А1
Чертежи сборочных единиц		
Чертежи деталей		
Общий объём графических документов		5 листов А1

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

Дата выдачи задания _____ 202_ г.

Руководитель _____ А.К. Петров

Задание принял к исполнению _____ И.Н. Иванов

Приложение В

(обязательное)

Форма календарного плана подготовки выпускной работы

Календарный план подготовки выпускной работы
студента *Иванова Ивана Николаевича* группы *РЭ-121*

Тема работы: *Разработка конструкции усилителя мощности звуковых частот*

Содержание работы	планируемой	Сроки выполнения	Отметка руководителя о выполнении

Заведующий кафедрой _____

Руководитель _____

Студент _____

Приложение Г
(обязательное)

Бланк заявления на закрепление темы ВКР

Заведующему кафедрой БЭСТ
Татмышевскому К.В.
от студента(ки) гр. _____

заявление.

Прошу закрепить за мной тему выпускной квалификационной работы:

и назначить руководителем _____
ФИО

должность, место работы

Контактная информация.

1. Домашний адрес: _____

2. Адрес в г. Владимире: _____

3. Телефон _____
4. E-mail: _____

« _____ » _____ 20__ г.

подпись студента

Тема выпускной квалификационной работы
согласована с руководителем: _____
подпись руководителя *ФИО*

Приложение Д
(обязательное).

Форма оценочного листа руководителя

Оценочный лист студента _____
руководителем

Коды компетенций	Компетенции	Уровень владения			
		2 – низкий	3 – средний	4 – выше среднего	5 – высокий
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности				
ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных				
ОПК-3	Владеет методами поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности				
ОПК-4	Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации				
ПК-1	Способность строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования				

ПК-2	Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения				
ПК-3	Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования				
ПК-4	Способность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам				
ПК-5	Способность выполнять работы по технологической подготовке производства электронных средств				
ПК-6	Способность организовывать метрологическое обеспечение производства электронных средств				
СРЕДНИЙ БАЛЛ					

Руководитель _____

Подпись

ФИО

Дата

Приложение Е
(обязательное)

**Заявление о самостоятельном характере выполнения
выпускной квалификационной работы**

ЗАЯВЛЕНИЕ
о самостоятельном характере выполнения
выпускной квалификационной работы

Я, _____,
фамилия, имя, отчество полностью
обучающийся в группе _____ направления _____

шифр, наименование
_____ заявляю:
выпускная квалификационная работа на тему: _____

представленная в комиссию для проверки на объем заимствований, выполнена мной самостоятельно.

Все заимствования из печатных и электронных источников, а также из защищенных ранее выпускных квалификационных работ, исследовательских работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Изменений, направленных на обход алгоритмов проверки системы выявления неправомерных заимствований, нет.

Я ознакомлен(а) с требованиями действующего в ВлГУ «Положения о порядке проведения проверки выпускных квалификационных работ на объем заимствований», согласно которому обнаружение плагиата является основанием для отказа в допуске выпускной квалификационной работы к защите и применения дисциплинарных взысканий, а также может повлечь за собой юридическую ответственность, предусмотренную Гражданским кодексом Российской Федерации и Уголовным кодексом Российской Федерации.

инициалы, фамилия

подпись

дата

Приложение Ж
(обязательное)
Форма заключения комиссии
по результатам проверки на объем заимствований

ЗАКЛЮЧЕНИЕ КОМИССИИ № _____
по результатам проверки на объем заимствований

« ____ » _____ 20__ г.

Присутствовали члены комиссии:

фамилия, инициалы, должность

фамилия, инициалы, должность

фамилия, инициалы, должность

К проверке представлена выпускная квалификационная работа студента

фамилия, имя, отчество полностью

группы _____ направления _____

на тему _____

Работа выполнена под руководством _____

должность руководителя

фамилия, инициалы руководителя

Для проверки была использована система выявления неправомерных заимствований «Антиплагиат.ВУЗ».

По результатам проверки получена Справка о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований (далее - Справка) (прилагается).

Оригинальность текста выпускной квалификационной работы, согласно Справке – _____%.

Мнение членов комиссии по корректировке результатов, указанных в Справке:

Заключение и рекомендации _____

допустить работу к защите, не допускать к защите, отправить на доработку

Члены комиссии:

подпись

инициалы, фамилия

подпись

инициалы, фамилия

подпись

инициалы, фамилия

Приложение И (рекомендуемое)

Пример оформления содержания пояснительной записки

Перв. примен.		Содержание	
Справ. №		1 Введение.....2 2 Маркетинговые исследования.....4 3 Анализ технического задания.....15 3.1 Патентно-информационное исследование15 3.2. Анализ электрических схем.....18 3.3. Анализ условий эксплуатации.....24 3.4. Анализ требований к технологичности и специальных конструктивных требований.....26 4 Разработка конструкции усилителя мощности сигналов (экспериментальная часть)28 4.1 Обоснование выбора общих технических решений.....28 4.2 4.3 5 Разработка технологического процесса сборки усилителя мощности.....47 6 Расчет экономической эффективности от внедрения усилителя53 7 Обеспечение оптимальной освещенности рабочего места контролера.....68 8 Заключение.....78 Приложение А - Тепловые поля усилителя мощности.....80 Приложение Б - Библиография96	
Подп. и дата			
Инв. № дубл.			
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Инв. № подл.			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разрад.	Иванов И.И.		20.05.2023
Проб.	Сидоров С.С.		21.05.2023
Н.контр.	Петров П.П.		23.05.2023
Чтв.	Татмышевский К.В.		25.05.2023
<i>ВЛГУ.468332.001 ПЗ</i>			
<i>Устройство управления</i>		Лит.	Лист
		1	98
<i>Пояснительная записка</i>		<i>ВЛГУ РЭ-119</i>	
Копировал Формат А4			

Приложение К
(рекомендуемое)

Пример оформления описи альбома

20	8	70				5
20	Перв. примен.	№ строки	Обозначение	Наименование		
		1		Титульный лист		
		2		Задание на дипломный проект		
		3		Частное техническое задание		
		4		Аннотация на русском языке		
		5		Аннотация на английском языке		
8 min	Справ. №	6	ВЛГУ.4.68332.001 ПЗ	Пояснительная записка		
		7	ВЛГУ.4.68332.001	Спецификация		
		8				
	Подп. и дата	Инд. № аудл.	Взам. инд. №	Подп. и дата	ВЛГУ.4.68332.001 ОП	
Инд. № подл.	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	Устройство управления	Лит. Лист Листов 1
	Разраб.	Иванов И.И.		20.05.2023		
	Пров.	Сидоров С.С.		21.05.2023		
	Н.контр.	Петров П.П.		23.05.2023	ВЛГУ Р-119	
	Утв.	Татмышевский К.В.		25.05.2023		
				Опись		

Приложение Л
(обязательное)
Бланк титульного листа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на квалификацию бакалавра

Студент _____
Институт _____
Направление _____

Тема выпускной квалификационной работы

Руководитель ВКР _____
подпись *ФИО*

Студент _____
подпись *ФИО*

Допустить выпускную квалификационную работу к защите
в государственной экзаменационной комиссии

Заведующий кафедрой _____
подпись *ФИО*

« _____ » _____ 20 _____ г.

Приложение М
(рекомендуемое)
Пример аннотации

Выпускная квалификационная работа бакалавра направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» на тему: «Разработка конструкции радиолокационного обнаружителя препятствий», подготовленная Ивановым С.П. под руководством профессора Сидорова П.И.

В выпускной квалификационной работе разработаны конструкция и технологический процесс сборки и монтажа обнаружителя препятствий. Разработанное устройство отличается от аналогичных устройств меньшими габаритами и автоматическим перемещением луча с заданной скоростью и на заданный угол, более широким диапазоном температур эксплуатации и защитой от механических воздействий.

Экономический эффект, получаемый при изготовлении и использовании разработанного обнаружителя препятствий, составил 1200 руб. на изделие.

Приложение Н
(рекомендуемое).
Пример оформления библиографии

Библиография

1. Трегубов С. И. Основы конструирования электронных средств: техническое задание : учеб. пособие. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. 180 с.
2. Санталов Г.Д., Муравьев К.А., Леонидов В.В. Методика проектирования электронных устройств в концепции «Интернета вещей» // Проектирование и технология электронных средств. 2019. № 1. С. 10-22.
3. Какой диплом хорош в кризис? // Хронометр-Владимир. 2019. 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.
6. Справочник по полупроводниковым приборам. URL: <http://www.inp.nsk.su/~kozak/start.htm> (дата обращения: 21.11.2020).
7. ELFA-2-2020. Каталог электронных компонентов, инструментов и оборудования. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
8. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. №2000131736/18; заявл. 18.12.2018; опубл. 20.08.2020. Бюл. №23(II ч.). 3 с.
9. Малюков С.П., Палий А.В., Саенко А.В. Основы конструирования и технологии электронных средств: учебное пособие. Ростов-на-Дону, Таганрог: Изд-во Южн. федер. ун-та, 2017. Текст: электронный. <https://znanium.com/catalog/product/1021761> (дата обращения: 23.11.2020).

Приложение II (рекомендуемое)

Пример оформления спецификации

Формат	Экз	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<u>Документация</u>			
A1			ВЛГУ.4.68332.001 СБ	Сборочный чертеж			
A2			ВЛГУ.4.68332.001 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная			
A4			ВЛГУ.4.68332.001 ПЭЗ	Перечень элементов			
A4			ВЛГУ.4.68332.001 ТБ	Таблица соединений			
A4			ВЛГУ.4.68332.001 ОП	Опись			
				<u>Сборочные единицы</u>			
A4	1		ВЛГУ.5.65112.001	Модуль питания	1		
A4	2		ВЛГУ.6.874.22.001	Стенка задняя	1		
A4	3		ВЛГУ.6.874.23.001	Панель передняя	1		
				<u>Детали</u>			
A1	7		ВЛГУ.7.34.662.001	Держатель	4		
A2	8		ВЛГУ.7.4.1124.001	Панель доковая	1		
A2	9		ВЛГУ.7.4.1128.001	Панель защитная	2		
A4	10		ВЛГУ.7.4.2391.001	Стойка	3		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		15		Винт В.М2,5x4,5.01019	12		
				ГОСТ 10619-80			
ВЛГУ.4.68332.001							
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Устройство управления ВЛГУ РЗ-119		
Разраб.		Иванов И.И.					
Провер.		Петров П.И.					
Н. Контр.		Сидоров С.А.					
Утверд.		Татмышевский К.В.					
					Лит.	Лист	Листов
						1	20

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		16		Винт В.М2,5×6.01.019		
				ГОСТ 10619-80	12	
		17		Винт В.М2,5-6q×8.36.013		
				ГОСТ 17473-80	8	
		18		Шайба А2,5.04.013		
				ГОСТ 10450-78	8	
			<u>Прочие изделия</u>			
		25		Вилка РП10-221		
				ГЕО.364.004 ТУ	1	Покуп. Х1
			<u>Материалы</u>			
		28		Провод МГШВ-0,5		
				ТУ16-505.437-82	3,3	м
				ВЛГУ.468332.001		Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Р
(рекомендуемое)
Пример оформления перечня элементов

		Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.		A1	Модуль питания ВЛГУ.565112.001	1		
	Справ. №		C1, C2	Конденсатор ВВ1123-С14 72-М	2	
			C3	Конденсатор СНП-С (1206) X7R 0,12 мкФ±10% 50 В	1	
			C4	Конденсатор СНП-С (1206) X7R 0,047 мкФ±10% 50 В	1	
			C5...C10	Конденсатор СНП-С (1206) X7R 0,1 мкФ±10% 50 В	6	
			C11	Конденсатор К15-5-Н20-1,6 кВ-2200 пФ ОЖО.460.084У	1	
			C12	Конденсатор SR-63 В-220 мкФ (К50-35)	1	
			C13	Конденсатор SR-100 В-0,47 мкФ (К50-35)	1	
			C14	Конденсатор К10-17δ-М4 7-4 70 пФ ОЖО.460.107ТУ	1	
			C15...C19	Конденсатор KF 4 72 М 035 К410	5	
		C20, C21	Конденсатор К15-5-Н20-1,6 кВ-2200 пФ ОЖО.460.084У	2		
Подп. и дата		DA1	Микросхема TL431LP	1		
		DA2	Микросхема UC29020	1		
		DA3	Микросхема TL431PK	1		
Инв. № одобр.		L1	Дроссель ВЛГУ.67134.2.001	1		
		L2	Дроссель ВЛГУ.67134.2.001	1		
Взам. инв. №		F1	Предохранитель самовосстанавливающийся MF-R300	1		
		R1	Резистор С2-33Н-0,5-510 кОм±10%-А-Д-В ОЖО.467.093ТУ	1		
Подп. и дата		R2	Варистор S20K275	1		
		R3	Терморезистор NTC SCK-055	1		
		R4	Резистор С2-33Н-0,5-510 кОм±10%-А-Д-В ОЖО.467.093ТУ	1		
ВЛГУ.468332.001 ПЭЗ						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.	Иванов И.И.				
	Проб.	Петров П.П.				
	Н.контр.	Сидоров Н.И.				
		Утв.	Татмышевский К.В.			
			Устройство управления			
			Перечень элементов			
			ВЛГУ РЭ-119			
			Лит. Лист Листов 1 2			

Копировал

Формат А4

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R5	Резистор SQP-5 Вт-10 кОм±10%	1	
R6	Резистор С2-33Н-0.25-680 кОм±5%-А-Д-В ОЖ0.467.093ТУ	1	
R7	Резистор СНIP-R (1206) 0,25 100 Ом±5%	1	
R8	Резистор СНIP-R (1206) 0,25 240 Ом±5%	1	
R9	Резистор СНIP-R (1206) 0,25 47 кОм±5%	1	
R10	Резистор СНIP-R (1206) 0,25 24 кОм±5%	1	
R11	Резистор СНIP-R (1206) 0,25 2,2 кОм±5%	1	
R12	Терморезистор СТ1-17-10 кОм±20%-А-Д-В ОЖ0.467.093ТУ	1	
R13	Резистор С2-33Н-0.25-2,0 кОм±5%-А-Д-В ОЖ0.467.093ТУ	1	
R14	Резистор подстроечный 3006-1-102	1	
X2	Розетка 2РМТ24Б19Г1В1В ГЕО.364.126 ТУ	1	
X3	Розетка 2РТТ16Б2Г3В ГЕО.364.120 ТУ	1	
TV1	Трансформатор ВЛГУ.671231.001	1	
VD1	Мост диодный КВU6J	1	
VD2	Стабилитрон 1N764A	1	
VD3	Диод MUR1100E	1	
VD4	Диод защитный 1,5KE440A	1	
VT1	Транзистор SPW17N80C3	1	
VT2	Оптопара транзисторная РС817	1	
VT3	Транзистор SPW17N80C3	1	
VT4...VT6	Оптопара транзисторная РС817	3	
X1	Вилка РП10-22/1 ГЕО.363.004 ТУ	1	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ВЛГУ.468332.001 ПЭЗ				Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Копировал Формат А4

Приложение С
(рекомендуемое).

Форма оценочного листа результатов защиты выпускной квалификационной работы

Оценочный лист результатов защиты выпускной квалификационной работы бакалавра

Критерии оценки	Баллы	Общепрофессиональные компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4	Профессиональные компетенции:			Итого
			Научно-исследовательская деятельность: ПК- 1, ПК-2,	Проектная деятельность: ПК-3, ПК-4	Производственно-технологическая деятельность: ПК-5, ПК-6	
Качество патентно-информационного поиска	0-5					
Обоснованность актуальности ВКР	0-5					
Аргументация технических решений	0-10					
Использование информационных технологий	0-15					
Корректность расчетов	0-10					
Оригинальность и практическая значимость ВКР	0-5					
Соответствие оформления ВКР требованиям нормативных документов	0-5					
Качество доклада	0-20					

Содержание и оформление презентации	0-5					
Ответы на вопросы	0-20					
Сумма	100					
Оценка руководителя ВКР						
Наличие публикаций и актов (справок) о внедрении						

Учебное издание

ДОЛГОВ Геннадий Филиппович
ФРОЛОВА Тамара Николаевна

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Учебное пособие по выполнению, оформлению и защите выпускной
квалификационной работы бакалавра

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 19.05.21.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 6,28. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.