

Министерство образования и науки РФ  
Воронежский государственный технический университет

УДК 621.37  
ББК 32.84 С31

Факультет радиотехники и электроники  
Кафедра радиоэлектронных устройств и систем

*Рекомендовано Редакционно-издательским советом ВГТУ в качестве  
методических указаний*

Рецензенты:  
*А.И. Климов, А.Б. Токарев*

**Ю.С. Балашов, А.В. Володько,  
Ю.Г. Пастернак, С.М. Федоров**

**Методические указания к подготовке  
выпускной квалификационной работы по  
специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные  
системы и комплексы»**

Методические указания к подготовке выпускной квалификационной работы по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» / Ю.С. Балашов, А.В. Володько, Ю.Г. Пастернак, С.М. Федоров. — Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2015. с. : ил.

ISBN

Изложены требования, предъявляемые к выпускным квалификационным работам. Даны пояснения к выбору темы, структуре и содержанию разделов, основные требования к оформлению и защите. Приведены сведения об информационном и учебно-методическом обеспечении, а также рекомендуемая литература.

Для студентов специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», а также для руководителей и консультантов по дипломному проектированию.

УДК 621.37 ББК 32.84

**г. Воронеж  
2016**

Оформление. Типография  
ВГТУ, 2015

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Научные исследования и подготовка специалистов на кафедре радиоэлектронных устройств и систем Воронежского государственного технического университета ориентированы на исследование, разработку, создание и эксплуатацию современных систем и комплексов радиосвязи, телекоммуникации, радиоэлектронной борьбы, радиолокации, радионавигации на профильных промышленных предприятиях г. Воронежа: ОАО "Концерн "Созвездие", "Электросигнал", ВКБР (КБ радиосвязи), НКТЬ "Феррит", Центртелеком, центрах мобильной связи, а также – в подразделениях Российской армии радиотехнического профиля.

На кафедре активно развиваются следующие научные направления: «Разработка и исследование радиоэлектронных устройств различного функционального назначения», «Разработка и исследование систем и комплексов радиосвязи, телекоммуникации, радиоэлектронной борьбы, радиолокации, радионавигации», «Разработка и исследование устройств фильтрации сигналов»; «Разработка и исследование антенн для радиоэлектронных систем различного назначения»; «Разработка и исследование аналогово-цифровых устройств дистанционной регистрации и мониторинга биомедицинских и технических параметров»; «Физика и техника газовых лазеров с электромагнитным возбуждением активной среды»; «Прикладные задачи технической электродинамики».

Учебный процесс на кафедре тесно связан с научно-исследовательскими работами, проводимыми с промышленными предприятиями и научно-исследовательскими институтами и организациями. Лабораторная база кафедры включает в себя стенды и экспериментальные установки, а также блоки, функциональные узлы и устройства современных радиоэлектронных систем.

Цель методических указаний — предоставление информации студентам, обучающимся по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», о порядке и этапах выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР). Освоение материала Методических указаний позволит студентам своевременно и на высоком методическом уровне выполнить и защитить дипломную работу (дипломный проект).

Настоящие методические указания к подготовке выпускной квалификационной работы предназначены для студентов 5-го и 6-го курсов. Представленные материалы могут быть также полезны научным руководителям и консультантам выпускных квалификационных работ.

## 1. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Учебный процесс и научная работа сотрудников и студентов осуществляются в рамках основных научных направлений кафедры радиоэлектронных устройств и систем ВГТУ. Студенты уже на первых курсах имеют возможность принять участие в научной и производственной деятельности и тем самым определиться с темой своей будущей ВКР. Научные направления кафедры охватывают множество вопросов, связанных с разработкой систем связи, телекоммуникации, радиоэлектронной борьбы, дистанционной регистрации и мониторинга биомедицинских и технических параметров, в которые входят следующие устройства: антенны, устройства приема, передачи и обработки сигналов.

Тема ВКР утверждается в два этапа:

Первый этап проходит в течение 9 семестра, путем выбора студентами тематики ВКР на основе полученных студентами компетенции при прохождении производственных практик и научно-исследовательской работы на базовом предприятии (АО «Концерн «Созвездие»), на предприятиях, командировавших студентов на учебу, и на которые будут трудоустроены выпускники, в учебных лабораториях кафедр факультета радиотехники и электроники. Выбор студентов оформляется их заявлением на имя заведующего кафедрой с указанием тематики ВКР и ее руководителя, на основании которого издается распоряжение по кафедре перед началом преддипломной практики, которая проводится в течение 10 семестра.

Второй этап проходит в конце 10 семестра на основании результатов преддипломной практики. В заявлении студента формулируется тема ВКР, указывается ее вид (дипломная работа или дипломный проект), и руководитель, который визирует заявление студента, подтверждая свое согласие быть руководителем ВКР у данного студента.

Работу над ВКР можно условно разделить на два этапа: преддипломную практику и подготовку ВКР. Порядок их прохождения дан в приложениях 1 и 2. В приложениях 3–7

приводятся бланки документов. В приложении 8 приведены примеры формулировки тем дипломных работ.

### Преддипломная практика

Преддипломная практика проводится, как правило, на предприятиях, на которые будут направлены выпускники после окончания ВГТУ. Выпускники, проходящие обучение в УВЦ, проходят преддипломную практику либо на базовом предприятии, либо на кафедрах факультета. Поэтому распределение выпускников по местам их будущей работы (трудоустройство) предшествует преддипломной практике.

В случае прохождения преддипломной практики вне вуза выпускающая кафедра (РЭУС) направляет по местам прохождения преддипломной практики списки студентов, включает с предприятиями Договора на проведение преддипломной практики, в которых указывается подразделение, за которым закрепляется дипломник, и технический руководитель от предприятия. Общее руководство преддипломной практикой осуществляет преподаватель кафедры РЭУС.

В соответствии с **тематикой** ВКР руководитель от кафедры совместно с руководителем ВКР, техническим руководителем от предприятия и студентом подготавливает **Индивидуальное задание и Календарный план** прохождения преддипломной практики. Выполнение работ согласно календарному плану фиксируется студентом в дневнике, форма которого приведена в приложении. В целях оптимизации процессов планомерной работы студента и ее контроля руководителем от кафедры устанавливается единый промежуток контрольного времени – 2 недели

Индивидуальное задание предусматривает выполнение следующих разделов:

1. Подбор научно-технической литературы, в том числе и патентов, по тематике ВКР и проведение ее критического анализа по соответствию литературных данных техническим требованиям на объект разработки, в результате которого дипломник должен:

- сформулировать **Тему** ВКР, которая должна отражать разработку или модернизацию блока радиоэлектронной системы или комплекса конкретного назначения; примерный перечень ВКР приведен в Приложении ;
- определить **Вид** ВКР – дипломная работа или дипломный проект;
- сформулировать **Цель** дипломной работы (проекта);
- сформулировать **Задачи** дипломной работы (проекта);
- определить технические требования к дипломной работе (проекту) – объем пояснительной записки, перечень расчетов, вид и перечень иллюстративного материала

2. Проведение обоснования организационной части дипломной работы (проекта). Данный раздел выполняется совместно с консультантом от кафедры инженерной экономики.

3. Определить программное обеспечение для проведения расчетов и математического моделирования.

4. Выполнить ряд дополнительных работ теоретического или экспериментального характера по теме дипломной работы (проекта).

Все работы по преддипломной практике отражаются студентом в Дневнике и проверяются руководителем практики от кафедры.

За 2 недели до окончания преддипломной практики студент представляет руководителю практики Отчет в соответствии с пунктами Индивидуального задания. Ориентировочные объемы обзора научно-технической литературы - 15 страниц формата А4 (шрифт Times New Roman, 14 кегль, интервал 1.5) с привлечением не менее 20 источников; обоснования организационной части - 5 страниц. Общий объем Отчета примерно 25 страниц.

На титульном листе Отчета указываются фамилии студента, технического руководителя от предприятия, руководителя дипломной работы (проекта), консультанта по экономической части и руководителя преддипломной практики от кафедры. Положительное заключение об Отчете руководителя и

консультант выражают путем выставления оценки и подписи на титульном листе Отчета.

Защита Отчета по преддипломной практике проводится на заседании комиссии, состоящей из представителей кафедры и базового предприятия. На основании защиты отчета выставляется интегральная оценка в ведомость (дифференцированный зачет). Одновременно комиссия формулирует Тему ВКР и ее Вид – дипломная работа или дипломный проект. Далее решение комиссии утверждается Распоряжением декана ФРТЭ.

## **2. ПОДГОТОВКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

### **Структура и содержание разделов выпускной квалификационной работы**

Выпускная квалификационная работа является документом, представляемым в Государственную аттестационную комиссию (ГАК) для защиты. Она должна иметь четкую направленность: от-ражать знания, умения, навыки и представления студента, его спо-собность самостоятельно решать нетривиальные инженерные за-дачи, а также – приобретенные профессиональные компетенции. Предмет проектирования в ВКР и результаты работы студента-дипломника, отраженные в представленных в ГАК документах, должны подтвердить тот факт, что будущий выпускник достоин присвоения ему квалификации инженера.

Тема ВКР должна отвечать современным научно-техническим требованиям, быть актуальной, максимально приближенной к ре-шению реальных задач и содержать элементы поисковых исследо-ваний, ориентированных на достижение нового результата.

Источниками тематики ВКР могут служить:

прямые заказы научных и производственных организаций, коммерческих фирм и т. п., соответствующие специализации вы-пускника, например, исследование и расчет

радиоэлектронной системы или радиоэлектронного устройства с целью выбора оптимального решения и выработки рекомендаций по их построению;

научные исследования коллектива кафедры; результаты, полученные во время прохождения обучающимся преддипломной практики в подразделениях предприятий организаций, соответствующих профилю специальности, например, разработка конструктивно и функционально законченного радиотехнического объекта (системы, устройства, прибора, узла или блока).

Конкретная тема ВКР формулируется научным руководителем по согласованию со студентом. Название ВКР должно быть кратким и емким (не более 10–15 слов).

Окончательные темы ВКР рассматриваются на заседании выпускающей кафедры и утверждаются деканом по представлению заведующего кафедрой.

Студент может предложить свою тему ВКР по профилю кафедры, обосновав целесообразность ее выполнения в письменном заявлении на имя заведующего кафедрой.

Выпускные квалификационные работы подразделяют на дипломные проекты и дипломные работы.

Дипломный проект представляет собой совокупность элементов эскизного проектирования и научно-исследовательской работы. В зависимости от объекта дипломный проект может иметь преимущественно предметно-ориентированный или системотехнический характер. В проект могут быть включены элементы системотехники технологий, в том числе - разработка информационных технологий различного типа. В связи с этим дипломные проекты условно подразделяют на конструкторские, технологические и поисковые (исследовательские).

Дипломный проект содержит:

формулировку цели и задач исследования; обзор современного состояния рассматриваемого вопроса обоснование актуальности темы проекта; краткое описание, расчет и исследование проектируемого объекта, а также разработку элементов технологии его производства; технико-экономическое обоснование

проекта и описание мер безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды, органически связанное с основными разделами работы.

Дипломная работа, в отличие от дипломного проекта, имеющего опытно-конструкторскую направленность, представляет собой научное исследование, связанное с решением определенных научно-технических и научно-производственных задач, сопровождаемое, как правило, организационно-экономическим обоснованием, но не требующее включения обязательных элементов конструкторской и технологической проработок.

Дипломная работа содержит:

формулировку цели и задач исследования; обзор современного состояния рассматриваемого вопроса с обоснованием актуальности темы; расчетно-теоретические исследования; экспериментальные исследования (физический или вычислительный эксперимент); анализ полученных результатов.

После того как студент определился с темой ВКР, ему необходимо заполнить ряд документов. Бланки можно получить на кафедре РЭУС. Такими документами являются:

титальный лист расчетно-пояснительной записки (РПЗ); задание на выполнение ВКР; календарный план выполнения ВКР; направление на защиту.

Первым заполняется бланк задания по всем разделам проекта совместно с руководителем соответствующего раздела. Согласно тематике и направленности ВКР задачи по ряду разделов в соответствующих графах не формулируются, а в графах задания ставится прочерк или делается запись: «Задачи не ставятся». Полностью оформленный бланк задания с подписями руководителей всех разделов должен быть сдан на кафедру РЭУС в течение двух недель со дня начала проектирования. Студенты, не сдавшие в срок оформленные

бланки заданий, считаются не приступившими к выполнению ВКР.

Любая ВКР (дипломный проект или дипломная работа) состоит из двух обязательных частей: расчетно-пояснительной записки и графического материала (необходимые для наиболее полного представления ВКР конструкторские проработки (чертежи), схемные решения и демонстрационные плакаты (с отражением на них, в числе прочего, выведенных или использованных математических моделей, алгоритмов, структур программ, полученных результатов работы и т. д.). Общий объем графической части (проектных и иллюстративных материалов) составляет не более 10 листов формата А1. При этом соотношение листов конструкторско-технологических проработок и иллюстративного материала для всех разделов расчетно-пояснительной записки определяется характером выполняемой ВКР и может распределяться, как показано в табл. 1.

Таблица 1

**Соотношение листов конструкторско-технологических проработок и иллюстративного материала для расчетно-пояснительной записки**

Графические материалы	Число листов формата А1	
	дипломный проект	дипломная работа
Структурные схемы, схемы алгоритмов, временные диаграммы, частотные характеристики и т. п.	1-2	3-4
Функциональные и принципиальные схемы	1-2	1-2
Графики с результатами исследований	1	5-7
Чертежи проектно-конструкторской части (конструкция устройства (прибора) в целом, отдельных его блоков или узлов)	1-4	-
Чертежи разрабатываемого изделия (общий вид, сборочные, габаритные и монтажные чертежи)	4-6	-

Чертежи по технологическому разделу	1-2	-
Чертеж по организационно-экономическому разделу	1	1

Все сведения, выносимые в иллюстративную часть графических материалов, должны быть в той или иной мере отражены в РПЗ.

Графический материал для защиты может быть оформлен в виде презентации.

В случае подготовки компьютерных презентаций, разработка которых оговаривается в задании на ВКР, всем членам ГАК предоставляются раздаточные материалы.

В расчетно-пояснительной записке должны быть отражены результаты решения во взаимосвязи проектно-конструкторских, исследовательских, технологических, организационно-экономических вопросов, а также вопросов промышленной экологии и безопасности труда.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать в указанной последовательности следующие структурные элементы:

- 1) титульный лист РПЗ;
- 2) задание на выполнение ВКР;
- 3) реферат;
- 4) содержание;
- 5) введение;
- 6) основную часть;
- 7) заключение;
- 8) список использованных источников;
- 9) приложения.

На титульном листе РПЗ (приложение Б.1) указывается название выпускной квалификационной работы и проставляются подписи руководителей. Данные вносятся по мере выполнения соответствующих разделов проекта.

В задании на выполнение выпускной квалификационной работы (приложение Б.2) приводятся необходимые входные и выходные технические и эксплуатационные параметры и характеристики разрабатываемого радиотехнического объекта, указываются характер производства (индивидуальное, опытный

образец, опытная партия, установочная серия, серийное или массовое), рекомендуемая элементная база, условия эксплуатации, а также ряд специальных требований (ограничение габаритов, веса, потребляемой мощности, защита от вредных воздействий среды и т. п.). Определяется круг задач, которые необходимо решить при разработке прибора. Дается перечень разрабатываемых схем и узлов. Сказанное выше верно, если в качестве ВКР студент выполняет дипломный проект.

Если в качестве ВКР выбрана дипломная работа, то в задании формулируются цели и методы решения задачи, указывается перечень материалов, которые предполагается представить в записке и графической части.

Реферат должен содержать:

сведения об объеме РПЗ, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве использованных источников;

перечень ключевых слов — от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста, которые наиболее точно характеризуют его содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются строчными буквами в строку через запятые;

цель и метод проведения работы, общие результаты; основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики; степень внедрения.

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы.

Работу над ВКР начинают с анализа темы и технического задания на основе материалов преддипломной практики и тщательной проработки рекомендованной литературы, научных и журнальных статей, чтобы оценить актуальность темы и возможность применения разрабатываемого радиотехнического объекта или обоснование проводимого исследования. Результаты анализа излагаются во введении. В зависимости от типа выполняемой ВКР здесь же приводится обзор современных устройств того же назначения

или анализируются методы решения поставленной задачи при отсутствии аналогов. Оценка существующих устройств должна быть направлена на выявление недостатков, которые нужно устранить, и достоинств, которые следует использовать в проектируемом устройстве.

Выводы, сделанные во введении, являются основой для построения различных вариантов функциональной схемы проектируемого радиотехнического устройства или проведения научного исследования, которые описываются в основной части ВКР, включающей материалы по всем разделам.

В технико-экономическом обосновании (ТЭО) на основе представленных во введении вариантов выбирается единственный для последующей его проработки.

В исследовательском разделе ВКР детально анализируются характеристики разрабатываемого устройства или его отдельных узлов. Студент представляет результаты либо разработки и исследования характеристик макета проектируемого устройства, либо математического моделирования отдельных схем, узлов, блоков проектируемого устройства или устройства в целом.

В настоящее время существует достаточно много прикладных программ, позволяющих проводить моделирование работы устройств при воздействии внешних факторов. Результаты таких исследований компенсируют недостаток расчетов, свойственных проектированию устройств. Студент может представить оригинальные методы расчета и проектирования, вывод соотношений, уравнений и формул.

Выводы и рекомендации, изложенные в исследовательском разделе проекта, должны быть учтены при расчетах и принятии технических решений, отраженных в проектно-конструкторском разделе ВКР.

Особое значение исследовательский раздел имеет для дипломной работы, в которой проектно-конструкторская часть отсутствует полностью.

В проектно-конструкторском разделе, как правило, приводятся структурная схема устройства и его конструкция. При этом необходимо установить связь проектируемого

устройства с остальными сопрягаемыми узлами или блоками радиотехнической системы. По своему значению для результатов ВКР эта часть проекта является наиболее ответственной и важной.

Составление структурной схемы должно сопровождаться расчетами с получением количественных соотношений. При описании конструкции необходимо проанализировать варианты конструктивного решения. Здесь же должны быть решены вопросы сопряжения проектируемого и связанного с ним устройств, вопросы юстировки, наладки и ремонта, методики включения и выхода на рабочий режим. Проработка конструкции должна быть полной и законченной в объеме эскизного проекта.

Проектно-конструкторский и исследовательский разделы должны составлять не менее 70 % общего объема дипломной записки.

В технологическом разделе освещаются вопросы, связанные с завершающим этапом производства: сборкой, регулировкой и испытанием.

Организационно-экономический раздел, как правило, посвящен технико-экономическому анализу различных вариантов проектируемого устройства.

Раздел промышленной экологии и безопасности труда должен быть логически увязан с характером разрабатываемого устройства (прибора) и используемыми при его изготовлении технологическими процессами. Содержание раздела связано с выбором мер, обеспечивающих полную безопасность при изготовлении и эксплуатации разрабатываемой аппаратуры.

Рекомендации по объемам разделов основной части расчетно-пояснительной записки ВКР представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Рекомендации по объемам разделов основной части расчетно-пояснительной записки**

Структурные элементы расчетно-пояснительной записки	Число листов формата А4			
	дипломный проект			дипломная работа
	конструкторский	поисковый	технологический	
Титульный лист	1	1	1	1
Бланк задания	1–2	1–2	1–2	1–2
Содержание	1–2	1–2	1–2	1–2
Введение	5–7	5–7	5–7	5–7
Проектно-конструкторский раздел	45–50	15–20	15–20	–
Исследовательский раздел	15–20	45–50	15–20	60–70
Технологический раздел	15–20	15–20	45–50	–
Организационно-экономический раздел	10–15	10–15	10–15	10–15
Раздел промышленной экологии и безопасности труда	7–10	7–10	7–10	7–10
Заключение	1–2	1–2	1–2	2–3
Список использованных информационных источников	1–3	1–3	1–3	2–3
Приложения	0–20	0–20	0–20	0–20
Итого	90–100			

Заключение должно содержать:

краткие выводы по результатам выполненной работы;  
оценку полноты решений поставленных задач;

рекомендации и исходные данные по конкретному использованию результатов;

оценку технико-экономической эффективности внедрения;  
оценку научно-технического уровня выполненной работы.

В списке использованных источников приводится литература, к которой обращались при написании ВКР. Эти сведения приводятся в соответствии с требованиями к библиографическим ссылкам по ГОСТ 7.0.5–2008.

В приложения рекомендуется включать материалы, которые нецелесообразно размещать в основной части, например:

промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;

таблицы вспомогательных цифровых данных; протоколы испытаний; исходный код разработанных программ;

описание аппаратуры и приборов, применяемых при проведении экспериментов, измерений и испытаний;

акты внедрения результатов и др.

### **Организация работы над выпускной квалификационной работой**

Продолжительность подготовки ВКР вместе с преддипломной практикой и защитой составляет 20 недель. Для руководства подготовкой ВКР профилирующей кафедрой выделяются руководители ВКР из числа преподавателей кафедры. К концу преддипломной практики студент должен определиться с темой ВКР.

В первую неделю подготовки ВКР руководитель оформляет задание на ВКР по следующим разделам: тема, исходные данные, перечень конструкторских и исследовательских вопросов, подлежащих разработке, а также перечень графических материалов с точным указанием обязательных чертежей.

Задания по технологии, экономике, промышленной экологии и безопасности труда студенты получают от консультантов из числа преподавателей профилирующих кафедр, которые осуществляют контроль над выполнением частей ВКР. Получение студентом задания по каждому разделу подтверждается подписью консультанта на бланке задания.

В заданиях на дипломную работу технологический раздел может отсутствовать.

Заполнение бланка задания производится от руки или на компьютере в двух экземплярах. Полностью оформленный документ сдается на подпись заведующему кафедрой в учебную часть кафедры в течение двух недель со дня начала подготовки ВКР. Один экземпляр остается в учебной части на кафедре, а другой выдается студенту и переплетается вместе с пояснительной запиской.

Подробное задание на ВКР должно быть отражено в РПЗ. Одновременно с получением задания на ВКР студент заполняет календарный план (см. приложение Б.3), в котором указываются контрольные сроки проверки состояния готовности проекта. Календарный план остается у студента в течение всего времени подготовки ВКР.

Формально дипломник считается приступившим к подготовке ВКР при условии официального утверждения задания заведующим кафедрой.

Распоряжение об утверждении тем ВКР вывешивается на информационном стенде кафедры. Таким образом, студенты, не сдавшие задание для утверждения в учебную часть, считаются не приступившими к выполнению ВКР и отчисляются.

Изучение книг, журналов и прочих источников информации по теме является одним из важнейших подготовительных этапов работы над проектом. Сбор литературы следует начинать с просмотра библиографических списков, приведенных в самых последних работах по выбранной тематике. Для учета изученной литературы и последующего ее цитирования рекомендуется использовать программы управления библиотечной информацией, например, Zotero, Mendeley и пр. Это в значительной степени сократит время на поиск литературы и упростит работу с ней.

В начале проектирования дипломник совместно с руководителем ВКР составляет развернутый план (оглавление), где указывает сроки выполнения отдельных пунктов задания, а также составляет график обязательных консультаций (не реже одного раза в неделю), на которых дипломник отчитывается перед руководителем о проделанной работе. Посещение консультаций обязательно даже при отсутствии новых данных. Выполнение ВКР в установленные сроки требует от студента напряженной и правильно организованной работы. Последовательность выполнения ВКР в значительной степени определяется соотношением в работе конструкторской, экспериментальной и теоретической частей.

Работа над разделами по технологии, экономике, промышленной экологии и безопасности труда должна проходить равномерно на каждом этапе подготовки ВКР. Недопустимо выполнение этих разделов в последнюю очередь, так как это влечет за собой потерю значительного времени на ожидание консультаций. После проверки и одобрения разделов консультанты расписываются на титульном листе РПЗ (см. приложение Б.1).

Полностью выполненная и оформленная ВКР представляется руководителю для проверки. После проверки руководитель ВКР должен сообщить студенту о дате заслушивания выполненной работы. Как правило, заслушивание студентов проходит на кафедре РЭУС в секциях по направлению выполняемой ВКР. По результатам заслушивания руководитель пишет заключение в бланке направления на защиту (см. приложение Б.4), а студенты вносят окончательные правки в ВКР, проходят нормо-контроль и переплетают работу.

Переплетенная ВКР включает в себя (в приведенном порядке):

титульный лист; задание на ВКР;  
расчетно-пояснительную записку; графические материалы на листах формата А4.

На оформленную и переплетенную ВКР получают внешнюю рецензию от квалифицированных специалистов сторонних организаций и подразделений ВГТУ, не связанных

непосредственно с выпускающей кафедрой. Памятка рецензенту приведена в приложении Б.5. Внешние рецензии от сторонних организаций оплачиваются после заключения договора с ВГТУ, внешние рецензии от структурных подразделений ВГТУ не оплачиваются. Списки рецензентов формируются на основании данных руководителей секций и доводятся до руководителей ВКР.

Рецензентов подбирают из числа высококвалифицированных специалистов предприятий, профиль работы которых соответствует тематике проектов.

Рецензент обязан детально ознакомиться с ВКР, побеседовать со студентом по существу выполненной работы и составить рецензию в письменной форме.

ВКР оценивается по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Давать оценку общего характера, например, «ВКР выполнена на достаточно высоком уровне», «заслуживает высокой оценки» и т. д., не допускается. Объем рецензии — одна-две страницы.

Не позднее чем за три недели до начала работы Государственной аттестационной комиссии студент должен сдать в деканат зачетную книжку и письменно засвидетельствовать свое согласие с правильностью указанных в приложении к диплому оценок (см. приложение Б.4).

В учебную часть кафедры не позднее чем за неделю до защиты студентом предоставляется следующий комплект документов:

переплетенная ВКР с календарным планом;  
оптический диск (CD/DVD) в конверте на форзаце ВКР, включающий файл в оригинальном формате и в формате pdf;  
расчетно-пояснительную записку со сканом титульного листа,  
графическую часть (чертежи, презентацию и пр.),  
сканы задания и календарного плана,  
скан рецензии; рецензия на ВКР;  
направление на защиту.

Заведующий кафедрой подписывает направление на защиту (см. приложение Б.4).

После оформления направления на защиту работа над ВКР может считаться завершённой и студент ожидает назначенного дня защиты.

Студенты, не предоставившие в учебную часть за неделю до защиты комплект документов, считаются не выполнившими ВКР в срок и отчисляются из ВГТУ в связи с окончанием срока обучения.

Конкретная дата защиты для каждого выпускника определяется заведующим кафедрой. Сведения вывешиваются на информационном стенде не ранее чем за один месяц до начала первой защиты с указанием графика работы всех ГАК.

В приложении Б.6 приведена краткая инструкция, обобщающая изложенные требования по подготовке ВКР.

### **Основные требования к оформлению расчетно-пояснительной записки и графической части**

Поскольку все виды ВКР содержат основные элементы научно-исследовательских работ, РПЗ по их результатам должны оформляться согласно ГОСТ 7.32–2001 (с изменениями от 2005 г.). Исключение составляют титульный лист (см. приложение Б.1) и стандартный пакет бланков (см. приложения Б.2–Б.5), их форма устанавливается в соответствии с требованиями ВГТУ.

Форма представления материалов РПЗ должна удовлетворять ГОСТ 2.105–95 и 2.106–96 «Требования к текстовым документам», а также методическим указаниям, базирующимся на ГОСТ систем информации, библиотечного и издательского дела и обеспечения единства измерений (ГСИ).

При разработке графической части ВКР необходимо руководствоваться требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Основными форматами при оформлении проектных и иллюстративных материалов, а также РПЗ ВКР являются стандартные форматы А1 и А4. В случае необходимости разрешается использовать любые форматы, установленные ГОСТ 2.301–88.

При выполнении РПЗ и графической части приветствуется применение компьютерных технологий с использованием пакетов графических и текстовых редакторов.

Для оформления РПЗ по указанным требованиям необходимо следовать нижеприведенным рекомендациям по оформлению.

### **Макет страниц**

РПЗ может быть выполнена любым печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта — черный, высота букв, цифр и других знаков не менее 1,8 мм (кегель не менее 12 пт).

Размеры полей: правое — 10 мм, верхнее и нижнее — 20 мм, левое — 30 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности выделения определенных терминов, формул, теорем, применяя шрифты разной гарнитуры.

Русские слова и словосочетания в пояснительной записке должны сокращаться по ГОСТ 7.12-93.

### **Структурные элементы расчетно-пояснительной записки**

Структурными элементами РПЗ являются такие, как: «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список используемых источников».

Основную часть записки делят на разделы и подразделы, которые нумеруются арабскими цифрами и приводятся в тексте с абзацного отступа.

Разделы, подразделы следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Разделы должны

иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений.

### **Нумерация**

Страницы нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.

Титульный лист включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не ставят.

Бланк задания, иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц. Иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

### **Иллюстрации**

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует помещать сразу после первого упоминания в тексте или на следующей странице. Размещать в работе иллюстрации, которые не упомянуты в тексте, не допускается.

Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, помещаемые в записке, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Слово «рисунок» и название рисунка располагают посередине строки. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации в данном разделе, разделенных точкой. Например, «рисунок 1.1» — это первый рисунок в первом разделе.

Структура подрисуночной подписи такова: номер рисунка и его название (Рисунок 1 — Детали прибора). Рисунки, помещенные в приложениях, нумеруют отдельно, с указанием номера приложения. Так, «рисунок А.3» — это третий рисунок в

приложении А. Ссылаясь на иллюстрации, следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

### **Таблицы**

Название таблицы помещают над таблицей слева, без абзачного отступа. Таблицу приводят непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Все таблицы должны быть упомянуты в тексте. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы в данном разделе, разделенных точкой.

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

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, 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. Допускается набирать таблицу меньшим, чем основной текст, кеглем. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы. Оформляют таблицы в соответствии с ГОСТ 2.105-95.

## Уравнения и формулы

Уравнения и формулы приводят в тексте на отдельной строке. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения ( $\times$ ), деления (:), а также других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют.

Формулы следует нумеровать по порядку в пределах всей записки арабскими цифрами. Номер формулы приводят в круглых скобках (выравнивание — по правому краю).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках. Пример: в формуле (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1).

## Ссылки

Ссылки в РПЗ на монографии, статьи, стандарты, технические условия и другие документы допускаются при условии, что они не вызывают затруднений при их использовании. Ссылаться следует на документ в целом или на его разделы и приложения.

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, допускается не указывать год их утверждения при условии полного описания стандарта в списке использованных источников в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.

Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках в соответствии с номером источника в списке литературы.

## Обозначения и сокращения

Перечень обозначений и сокращений, условных обозначений, символов, единиц физических величин и терминов необходимо располагать в столбец. Слева в алфавитном порядке приводят сокращения, условные обозначения, символы, единицы физических величин и термины, справа — их детальную расшифровку.

## Список использованных источников

Список использованных источников следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте, нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзачного отступа.

## Приложения

Приложения оформляют как продолжение РПЗ. В тексте РПЗ на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием сверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и нумерации. Приложение должно иметь заголовок, который располагают по центру с прописной буквы отдельной строкой. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» указывается буква, обозначающая его последовательность. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением I и O.

## Графическая часть

Графическая часть может содержать схемы, листы конструкторской документации и графики и выполняется либо в печатном виде, либо в электронном (как презентация).

Чертеж является одним из основных документов ВКР. Все чертежи выполняются, как правило, на листах формата А1. При выполнении чертежа небольших размеров допускается формат А1 делить на форматы А2, А3, А4, при этом лист не разрезается, а основные надписи на отдельных чертежах должны выполняться параллельно друг другу. При необходимости разрешается использовать форматы больше А1.

Масштаб, степень детализации и заполнения листов или слайдов презентации должны выбираться таким образом, чтобы их можно было отчетливо разобрать на расстоянии не менее 3 м.

Рекомендуется в графической части, плакатах и схемах выделять научные положения, предложенные и разработанные лично дипломником.

### **3. ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Защита ВКР происходит на заседаниях Государственной аттестационной комиссии, персональный состав которой утверждается ректором, а председатель назначается приказом Министерства образования и науки Российской Федерации.

Присутствие руководителя работы на защите обязательно. Процедура защиты выпускной квалификационной работы включает доклад студента, вопросы и замечания присутствующих и ответы студента на них, зачитывание отзыва руководителя и отзыва рецензента и ответ студента на замечания рецензента, заключительное слово студента.

По рекомендации выпускающей кафедры защита выпускной квалификационной работы может проводиться на одном из иностранных языков при условии присутствия переводчика с кафедры русского и иностранных языков ВГТУ. Факт защиты на иностранном языке фиксируется в протоколе защиты.

Экзаменационные комиссии формируются из профессорско-преподавательского состава и научных работников ВГТУ, а также лиц, приглашаемых из сторонних организаций: специалистов предприятий, учреждений и

организаций, нуждающихся в кадрах данного профиля, ведущих преподавателей и научных работников других высших учебных заведений.

В ГАК на защиту ВКР представляются следующие документы:

расчетно-пояснительная записка; графический материал; направление на защиту председателю ГАК; рецензия на дипломный проект.

Продолжительность защиты, как правило, не должна превышать 20 мин, причем на доклад выпускника отводится не более 10 мин.

Можно рекомендовать следующий план доклада на примере дипломного проекта:

цели и задачи ВКР — 2 мин;

возможные варианты построения устройства — 1 мин;

особенности электрической схемы и конструкции разработанного изделия с демонстрацией — 3–4 мин; результаты расчетов и экспериментальных исследований

основных характеристик изделия с демонстрацией таблиц и графиков и выводы по работе — 2 мин;

результаты технологических исследований и решений — 2 мин;

результаты организационно-экономического анализа и вопросы охраны труда — 1–2 мин.

После доклада дипломник отвечает на вопросы членов ГАК, зачитываются рецензия и отзыв руководителя.

Результаты защиты выпускных квалификационных работ выражаются в следующих оценках: «5» («отлично»), «4» («хорошо»), «3» («удовлетворительно»), «2» («неудовлетворительно»). При определении результатов защиты Государственная аттестационная комиссия оценивает обоснование выбора темы исследования, актуальность и научную новизну поставленной задачи, полноту обзора литературы, обоснование выбора методик исследования, логичность и аргументированность изложения полученных результатов, полноту их анализа и обсуждения, достоверность и обоснованность выводов, качество иллюстративного материала.

Решение о результатах защиты работы принимается на закрытом заседании Государственной аттестационной комиссии большинством голосов. При равенстве голосов голос председателя Государственной аттестационной комиссии является решающим. Результаты защиты оглашаются в тот же день после окончания защиты всех дипломников. Студентам, успешно защитившим выпускную квалификационную работу, решением Государственной аттестационной комиссии присваивается квалификация «инженер».

Студентам, сдавшим курсовые экзамены с оценкой «отлично» по не менее чем 75 % всех дисциплин учебного плана (по остальным — с оценкой «хорошо») и защитившим ВКР с оценкой «отлично», выдается диплом с отличием. ГАК может по своему усмотрению рекомендовать отдельных студентов, особо отличившихся в научной работе, для поступления в аспирантуру.

Повторная защита выпускной квалификационной работы с целью повышения оценки не допускается.

Студенты, получившие на защите ВКР неудовлетворительную оценку, отчисляются из ВГТУ. В этом случае студентам (по их заявлению) может быть выдан диплом о неполном высшем образовании.

Студенты, получившие на защите выпускной работы неудовлетворительную оценку, могут, по их заявлению, быть допущены приказом ректора к повторной защите в течение 5 лет после отчисления. Повторная защита разрешается не ранее наступления следующего календарного года, в период работы ГАК.

Студентам, не защитившим ВКР документально подтвержденным по уважительным причинам, приказом ректора устанавливается индивидуальный срок защиты.

#### **4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

##### **Материально-техническое обеспечение выпускной квалификационной работы**

Кафедра РЭУС ВГТУ, включая лаборатории ее филиала в АО «Концерн «Созвездие» (г. Воронеж) располагает материально-технической базой, необходимой для подготовки студентами ВКР. Лаборатории оснащены современной измерительной аппаратурой, средствами вычислительной техники, промышленными образцами аппаратуры и специализированными установками исследовательского назначения. Они обеспечивают изучение радиоэлектронных систем и устройств в процессе выполнения ВКР на высоком научном, техническом и методическом уровнях.

Наглядные пособия, имеющиеся на кафедре и ее филиале, включают:

измерительные приборы, стенды, установки; планшеты, альбомы, схемы на стендах лабораторий кафедры;

каталоги, проспекты фирм, выпускающих радиоэлектронные устройства и системы;

установки, материалы, элементную базу радиоэлектронных систем и устройств.

Также на кафедре имеются отчеты по госбюджетным и хоздоговорным научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам (НИР и ОКР); компьютерная база данных источников информации по тематике НИР и ОКР.

##### **Информационное обеспечение выпускной квалификационной работы**

Сайт кафедры РЭУС ВГТУ:

[http://education.vorstu.ru/departments\\_institute/frm/reus/434/](http://education.vorstu.ru/departments_institute/frm/reus/434/)

Электронная библиотека ВГТУ:

<http://www.vorstu.ru/structura/library/>

Электронный каталог Государственной публичной научно-технической библиотеки России: <http://www.gpntb.ru>

База данных Российской государственной библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru>

База данных Роспатент: <http://www.fips.ru>

База данных по российским и зарубежным журналам: <http://elibrary.ru>

База данных статей и журналов IEEE: <http://ieeexplore.ieee.org/>

Журнал радиоэлектроники, тематические ссылки, статьи: <http://jre.cplire.ru>

## ЛИТЕРАТУРА

### *Радиолокационные системы и комплексы*

Авиационные системы радиоуправления. Т. 1. Принципы построения систем авиауправления. Основы синтеза и анализа / В.И. Меркулов, А.И. Канащенков, В.Н. Саблин и др.; под ред. А.И. Канащенкова и В.И. Меркулова. М.: Радиотехника, 2003. 192 с.

Бакулев П.А. Радиолокационные системы: учебник для вузов. М.: Радиотехника, 2004. 320 с.

Вопросы перспективной радиолокации. Коллективная моно-графия / И.Б. Федоров, Б.А. Розанов, Г.П. Слукин и др.; под ред. А.В. Соколова. М.: Радиотехника, 2003. 512 с.

Защита от помех. Состояние и тенденции развития / В.И. Меркулов, Г.П. Слукин, В.А. Родзивилов и др.; под ред. А.И. Канащенкова и В.И. Меркулова. М.: Радиотехника, 2003. 416 с.

Информационные технологии в радиотехнических системах: учеб. пособие / под ред. И.Б. Федорова. 3 -е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 848 с.

Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация. Введение в теорию. Киев: Квиц, 2000. 420 с.

Куприянов А.И., Сахаров А.В. Теоретические основы радио-электронной борьбы: учеб. пособие для вузов. М.: Вузовская книга, 2007.

Куприянов А.И., Петренко П.Б., Сычев М.П. Основы радиоэлектронных разведок: учеб. пособие для вузов / М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 381 с.

Обнаружение и распознавание объектов радиолокации. Коллективная монография / под ред. А.В. Соколова. М.: Радиотехника, 2006. 176 с.

Радиоэлектронные системы: основы построения и теория. Справочник / Я.Д. Ширман, Ю.И. Лосев, Н.Н. Минервин и др.; под ред. Я.Д. Ширмана. М.: Радиотехника, 2007. 512 с.

Современная радиоэлектронная борьба. Вопросы методологии / А.А. Агафонов, С.Н. Артюхов, В.И. Афанасьев и др.; под ред. В.Г. Радзиевского. М.: Радиотехника, 2006. 420 с.

Фарбер В.Е. Основы траекторной обработки радиолокационной информации в многоканальных РЛС: учеб. пособие. М.: МФТИ, 2005. 160 с.

Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация. М.: Радио и связь, 1993. 415 с.

Blackman S., Popoli R. Design and Analysis of Modern Tracking Systems. Norwood MA: Artech House, 1999.

Chernyak V. Fundamentals of Multisite Radar Systems. Multistatic Radars and Multiradar Systems. New-York: Gordon & Breach Science Publishers, 1998. 475 p.

### *Радионавигационные системы и комплексы*

Власов И.Б. Глобальные навигационные спутниковые системы: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 182 с.

ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. 3-е изд., перераб. М.: Радиотехника, 2005. 688 с.

Гришин Ю.П., Ипатов В.П., Казаринов Ю.М. Радиотехнические системы / под ред. Ю.М. Казаринова. М.: Академия, 2008. 592 с.

Интерфейсный контрольный документ ГЛОНАСС. 5-я ред. Москва: КНИЦ МО РФ, 2002.

Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации и их применение. М.: Эко-Трендз, 2003.

Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. М.: Горячая линия–Телеком, 2005. 272 с.

The Global Positioning System. Interface Control Document ICD-GPS-200-C. (v.IRN200C 2004).

#### *Антенные системы и устройства*

Воскресенский Д.И., Гостюхин В. Л., Максимов В.М., Понома-рев Л.И. Антенны и устройства СВЧ / под ред. Д.И. Воскресенско-го. 3-е изд. М.: Радиотехника, 2008.

Ашихмин А.В. Проектирование и оптимизация сверхшироко-полосных антенных устройств и систем для аппаратуры радио-контроля. М.: Радио и связь, 2005.

Вендик О.Г., Парнес М.Д. Антенны с электрическим сканированием (введение в теорию): учеб. пособие. М.: Сайнс-пресс, 2002.

Голубева Н.С., Митрохин В.Н. Основы радиоэлектроники сверхвысоких частот: учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 488 с.

Грачев Н.Н., Мырова Л.О. Защита человека от опасных излучений. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 317 с.

Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы. Монография / под ред. Ю.В. Гуляева и А.Х. Гамбиева. М.: Радиотехника, 2003. 175 с.

Митрохин В. Н. Излучение электромагнитных волн: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 116 с.

Митрохин В.Н. Электродинамические свойства материальных сред: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 120 с.

Низкоинтенсивные СВЧ-технологии (проблемы и реализации) / под ред. Г.А. Морозова и Ю.Е. Седельникова. М.: Радиотехника, 2003. 112 с.

Нефедов Е.И., Субботина Т.И., Яшин А.А. Современная биоинформатика. М.: Горячая линия–Телеком, 2005. 272 с.

Нефедов Е.И. Устройства СВЧ и антенны: учеб. пособие для вузов. М.: Академия, 2009. 375 с.

Сверхширокополосные микроволновые устройства / А.М. Богданов, М.В. Давидович, Б.М. Кац и др.; под ред. А.П. Криницкого и В.П. Мещанова. М.: Радио и связь, 2001. 560 с.

Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: учеб. пособие для вузов / под ред. Д.И. Воскресенского. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Радиотехника, 2012. 744 с.

Фельд Я.Н., Бененсон Л.С. Основы теории антенн: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. М.: Дрофа, 2007. 491 с.

Фролов О.П. Антенны и фидерные тракты для радиорелейных линий связи. М.: Радио и связь, 2001.

Черняев А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. М.: Физматлит, 2004. 152 с.

#### **Лазерные информационные системы и комплексы**

Булаев В.И., Бурый Е.В. Нейрокомпьютеры в системах обработки сигналов / под ред. Ю.В. Гуляева, А.И. Галушкина. М.: Радиотехника, 2003. 192 с.

Козинцев В.И., Белов М. Л., Орлов В.М. Основы импульсной лазерной локации. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 571 с.

Кухарев Г.А. Биометрические системы: методы и средства идентификации личности человека. СПб.: Политехника, 2001. 240 с.

Лазерная космическая связь / под ред. М. Кацмана. М.: Радио и связь, 1993. 240 с.

Schwenker F., El Gayar N. Artificial Neural Networks in Pattern Recognition. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. 280 p.

Uwechue O., Pandya A. Human Face Recognition Using Third-Order Synthetic Neural Networks. Springer, 1997. 144 p.

## ГОСТы

ГОСТ 15.101–80. Порядок проведения научно-исследовательской работы.

ГОСТ 15.011–82. Порядок проведения патентных исследований. ГОСТ 24026–80. Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения.

ГОСТ 2.701–84. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 2.721–74; ГОСТ 2.750–68; ГОСТ 2.752–71; ГОСТ 2.754–72; ГОСТ 2.770–68; ГОСТ 2.780–68; ГОСТ 2.784–70; ГОСТ 2.786–70;

ГОСТ 2.787–71. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах.

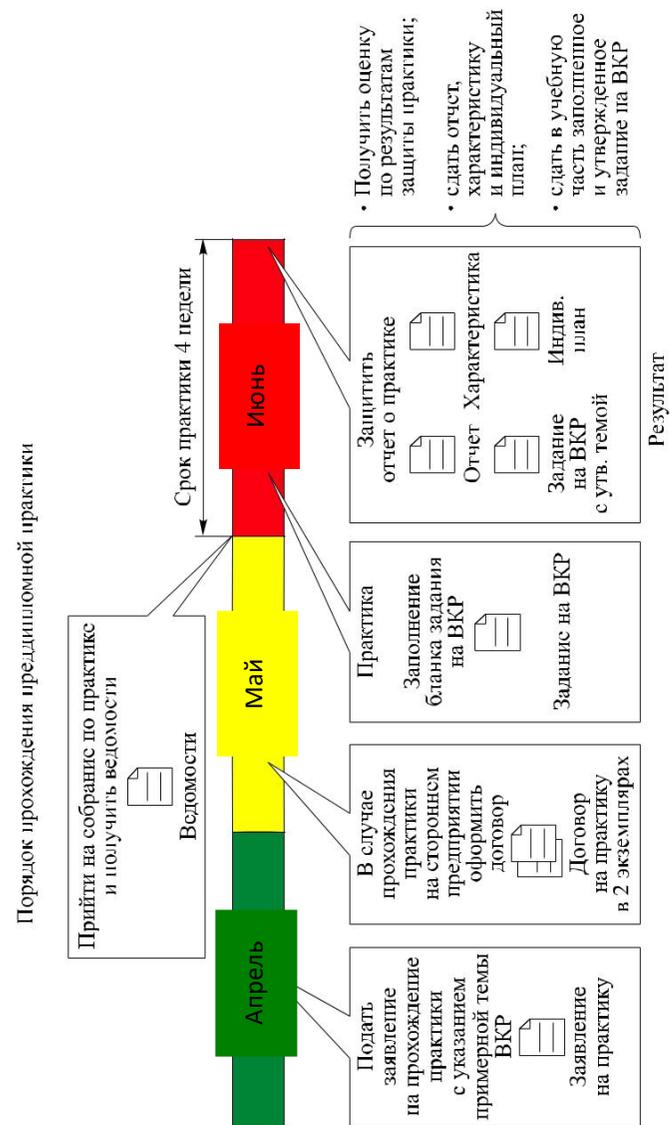
ГОСТ 7.32–2001. Отчет о научно-исследовательской работе.

Структура и правила оформления.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

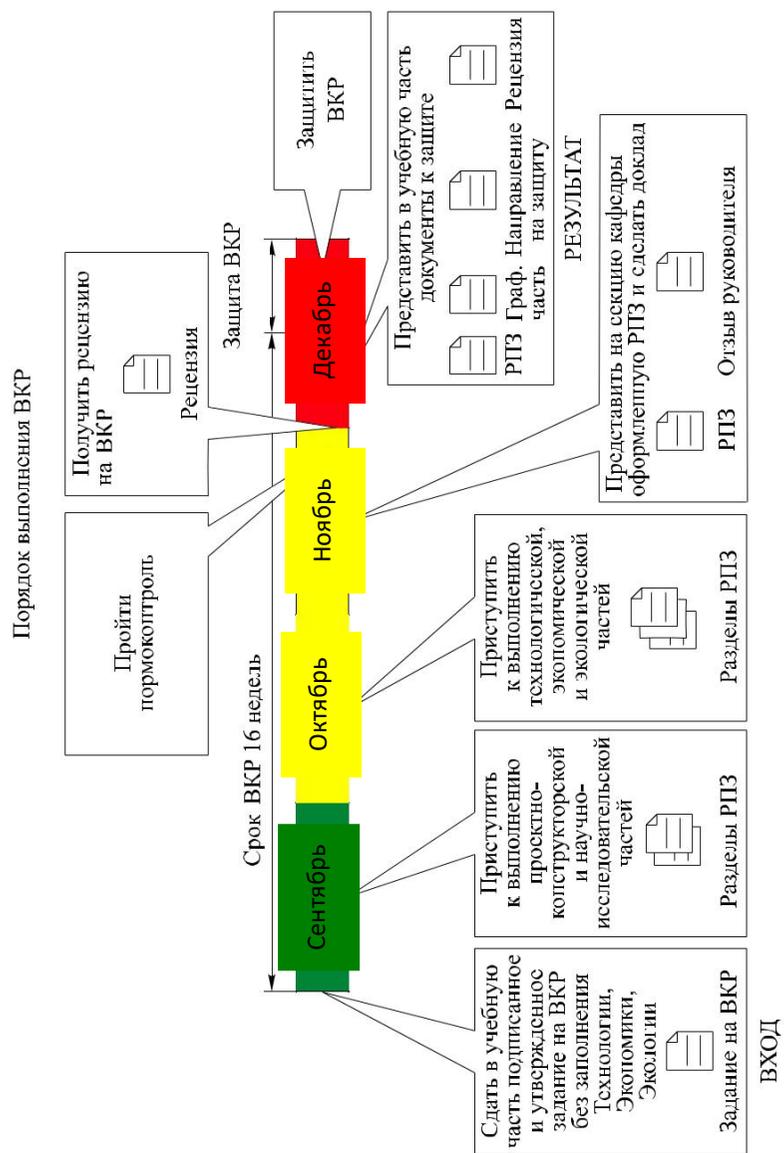
### Приложение 1

#### Порядок прохождения преддипломной практики



## Приложение 2

### Порядок выполнения выпускной квалификационной работы



## Приложение 3

Форма титульного листа выпускной квалификационной работы

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Воронежский государственный технический университет  
 Факультет радиотехники и электроники  
 Кафедра радиоэлектронных устройств и систем  
 Специальность «Радиоэлектронные системы и комплексы»

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема дипломного проекта, дипломной работы \_\_\_\_\_

#### Пояснительная записка

Разработал(а)	_____	_____
	Подпись, дата	Инициалы, фамилия
Зав.кафедрой	_____	_____
	Подпись, дата	Инициалы, фамилия
Руководитель	_____	_____
	Подпись, дата	Инициалы, фамилия
Консультанты:	_____	_____
	Подпись, дата	Инициалы, фамилия
	_____	_____
	Подпись, дата	Инициалы, фамилия
	_____	_____
	Подпись, дата	Инициалы, фамилия
Нормоконтроль провел	_____	_____
	Подпись, дата	Инициалы, фамилия

Воронеж

## Приложение 4

### Задание на выпускную квалификационную работу

Воронежский государственный технический университет  
Факультет радиотехники и электроники  
Кафедра радиоэлектронных устройств и систем  
Специальность «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Студент группы \_\_\_\_\_  
(индекс группы)

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

### З А Д А Н И Е

на выпускную квалификационную работу

1. Тема дипломного проекта, дипломной работы \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

утверждена распоряжением по факультету № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

2. Технические условия \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Содержание (разделы, графические работы, расчеты и проч.) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### 4. Проектно-конструкторская часть

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Консультант \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата) (ФИО)

### 5. Технологическая часть

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Консультант \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата) (ФИО)

### 6. Организационно-экономическая часть

\_\_\_\_\_

Консультант \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата) (ФИО)

### 7. Охрана труда и экология

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Консультант \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата) (ФИО)

### 8. Оформление выпускной квалификационной работы

8.1 Расчетно-пояснительная записка на \_\_\_ листах формата А4.

8.2 Перечень графического материала (плакаты, схемы, чертежи и т. п.)  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г.

В соответствии с учебным планом ВКР выполнить в полном объеме  
в срок до « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата) (ФИО)

Студент \_\_\_\_\_  
(Подпись, дата) (ФИО)

*Примечание.* Задание оформляется в двух экземплярах; один выдается студенту, второй хранится на кафедре.



## Приложение 7

### Памятка рецензенту

#### РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

\_\_\_\_\_

(наименование темы)

студента (-ки) факультета «Факультета радиотехники и электроники» кафедры «Радио-электронных систем и устройств» Воронежского государственного технического университета

\_\_\_\_\_

(ФИО студента)

Рецензент \_\_\_\_\_

(ученое звание и ученая степень)

\_\_\_\_\_

(ФИО рецензента)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Дипломный проект студента (-ки) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Рецензия должна содержать:

- оценку степени новизны выполнения ВКР;
- грамотности применения известных технических решений;
- достоверности расчетных обоснований самостоятельных разработок;
- качества выполнения графической части ВКР, соответствия конструкторских и тех-нологических материалов требованиям, предъявляемым к технической документации;
- формулировку выявленных общих недостатков и достоинств работы;
- рекомендации по дифференцированной оценке ВКР.

Также необходимо указать: научно-теоретический уровень ВКР, связь организационно-экономической части и вопросов безопасности труда с остальными частями проекта.

В заключение отметить:

- соответствие выполненного объема работ заданию;
- актуальность ВКР;
- техническую грамотность проекта и тщательность его оформления.

Дать дифференцированную оценку ВКР по четырехбалльной шкале:

«неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Расплывчатые формулировки, например, «заслуживает положительной оценки», и т. д. недопустимы!

Объем рецензии не более 1–2 страниц. Выделенное курсивом удалить.

\_\_\_\_\_  
(Должность, степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

\_\_\_\_\_  
(расшифровка)

## Приложение 8

### Примеры формулировки тем дипломных работ

1. Исследование характеристик ТЕМ- рупоров с нерегулярным законом продольного распределения погонных параметров.

2. Оптимизация характеристик нерегулярного ТЕМ- рупора в сверхширокой полосе частот.

3. Синтез ТЕМ- рупора с оптимизированными в сверхширокой полосе частот входными характеристиками.

4. Анализ входных характеристик и направленных свойств пирамидального ТЕМ- рупора.

5. Разработка и исследование сверхширокополосных щелевых антенн бегущей волны.

6. Анализ зависимости характеристик сверхширокополосных щелевых антенн бегущей волны от формы профиля щели.

7. Синтез сверхширокополосных щелевых антенн бегущей волны на основе их квазистатической и строгой электродинамической моделей.

8. Оптимизация входных характеристик сверхширокополосной щелевой антенны бегущей волны с использованием генетического алгоритма.

9. Разработка и исследование сверхширокополосной щелевой антенны бегущей волны с управляемой поляризационной чувствительностью.

10. Оптимизация конструкции диэлектрического обтекателя с целью повышения эффективности сверхширокополосной щелевой антенны бегущей волны.

11. Алгоритм компенсации систематической ошибки пеленгов основанный на основе метода наведенных электродвижущих сил.

12. Исследование характеристик вибраторной логопериодической антенны, входящей в состав кольцевой антенной решетки.

13. Исследование сверхширокополосного щелевого излучателя бегущей волны как элемента кольцевой радиопеленгаторной антенной решетки.

14. Исследование кольцевой антенной решетки из пирамидальных ТЕМ- рупоров.

15. Разработка и исследование радиопеленгаторной линейной антенной решетки с элементами Вивальди.

16. Исследование и компенсация влияния металлического кожуха на пеленгационные характеристики линейной антенной решетки из элементов Вивальди.

17. Методика компенсации искажений пеленгов, вызванных рассеянием волн на корпусе носителя вибраторной антенной решетки.

18. Разработка и исследование итерационного метода решения задач дифракции электромагнитных волн на металлических объектах.

19. Оптимизация размещения элементов радиопеленгаторной антенной решетки мобильного базирования с учетом дифракционных искажений.

20. Исследование пеленгационной характеристики кольцевой антенной решетки бортового базирования.

21. Исследование возможности упрощения электродинамической модели самолета – носителя радиопеленгаторной антенной решетки.

22. Исследование направленных свойств плоского биконического вибратора над металлическим экраном.

23. Разработка и исследование сверхширокополосной измерительной антенны на основе комбинации плоского и объемного биконусов.

24. Разработка и оптимизация параметров широкополосных печатных антенных решеток с веерной и игольчатой диаграммами направленности.

25. Разработка и исследование линейной модификации спирали Архимеда.

26. Исследование архимедовской спиральной антенны с внутренней модуляцией излучающих проводников.

27. Исследование возможности использования аналитических функций комплексного переменного для аппроксимации поля вблизи рассеивателя.

28. Исследование аппроксимации пространственного распределения поля вблизи антенной системы мобильного радиопеленгатора с помощью ряда Лорана.

29. Исследование метода вспомогательных источников поля для учета влияния корпуса носителя на характеристики радиопеленгаторной антенной решетки.

30. Исследование эффективности использования интеграла Кирхгофа для формирования «виртуальной» антенной решетки вблизи произвольного рассеивателя.

31. Исследование метода синтеза радиопеленгаторной антенной решетки на основе аппроксимации поля вблизи корпуса ее носителя.

32. Повышение точности пеленгования за счет оптимизации выбора координат элементов «виртуальной» антенной решетки.

33. Снижение систематической погрешности радиопеленгаторов за счет представления рассеянного поля системой блестящих точек.

34. Исследование эффективности метода «виртуальной» антенной решетки при изменении геометрии корпуса носителя мобильного радиопеленгатора.

35. Исследование физико-математической модели «виртуальной» антенной решетки вблизи трехмерного рассеивателя.

36. Совершенствование точностных и энергетических характеристик мобильных комплексов радиоконтроля путем оптимизации структуры и параметров их антенных систем.

37. Разработка и исследование антенной системы мобильного радиопеленгатора с повышенным энергетическим потенциалом и возможностью приема волн с произвольной поляризацией.

38. Разработка и исследование антенных решеток, состоящих из электрических вибраторов возбуждаемых щелевыми линиями с потерями на излучение.

39. Синтез и анализ кольцевых радиопеленгаторных антенных решеток, состоящих из несимметричных ТЕМ- рупоров.

40. Сверхширокополосная антенная система комплекса пеленгования источников радиоизлучения УКВ и СВЧ диапазонов волн с произвольной поляризацией.

41. Исследование многолитерных излучающих структур на основе несимметричных ТЕМ- рупоров.

42. Синтез согласующего полоскового трансформатора для сверхширокополосной антенны СВЧ диапазона.

43. Совершенствование алгоритмов сверхразрешения некоррелированных источников радиоизлучения путем учета искажений структуры измеряемого поля.

44. Исследование алгоритма сверхразрешения коррелированных источников радиоизлучения.

45. Разработка и исследование печатных радиопоглощающих структур с сосредоточенными диссипативными элементами.

46. Исследование возможности улучшения направленных свойств антенны Вивальди с помощью печатной линзы из электрически малых рассеивателей.

47. Использование искусственного диэлектрика для улучшения согласования печатного биконического вибратора.

48. Проектирование и исследование печатных антенных решеток из сверхширокополосных вибраторов.

49. Проектирование нерегулярного ТЕМ- рупора с линзой из искусственного диэлектрика.

50. Управляемый искусственный диэлектрик с синтезируемой поверхностью отражения электромагнитных волн СВЧ диапазона.

51. Исследование возможности использования цилиндров с анизотропным характером проводимости для упрощения модели искусственного диэлектрика.

52. Проектирование антенны с диаграммообразующей схемой в виде плоской линзы Лüneберга на полосковых линиях передачи.

53. Исследование антенны с диаграммообразующей схемой на основе плоской линзы Лüneберга в виде набора радиально ориентированных диэлектрических лепестков.

54. Исследование систем функционального моделирования радиолокационных станций обнаружения цели.

55. Проектирование лабораторных установок масштабного моделирования локационных систем обнаружения и сопровождения цели по угловым координатам.

56. Проектирование корреляционного приемника фазоманипулированных сигналов кода Баркера на базе микроЭВМ.

57. Проектирование оптимального фильтра сигнала ЛЧМ локационной станции на базе микроЭВМ.

58. Исследование параметров ионосферы на методом статистической обработки наблюдения параметров сигналов спутников GPS/ГЛОНАСС.

60. Разработка аппаратуры радиомониторинга на базе SDR приемников.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	
<b>1. Подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы</b>	
Преддипломная практика .....	
<b>2. Подготовка выпускной квалификационной работы .....</b>	
Структура и содержание разделов выпускной квалификационной работы .....	
Организация работы над выпускной квалификационной работой.....	
Основные требования к оформлению расчетно-пояснительной записки и графической части.....	
<b>3. Защита выпускной квалификационной работы.....</b>	
<b>4. Материально-техническое и информационное обеспечение выпускной квалификационной работы.....</b>	
Материально-техническое обеспечение выпускной квалификационной работы .....	
Информационное обеспечение выпускной квалификационной работы.....	
<b>Литература.....</b>	
Радиолокационные системы и комплексы .....	
Радионавигационные системы и комплексы .....	
Антенные системы и устройства .....	
Лазерные информационные системы и комплексы .....	
ГОСТы.....	
<b>Приложения.....</b>	
Приложение 1. Порядок прохождения преддипломной практики.....	
Приложение 2. Порядок выполнения выпускной квалификационной работы .....	
Приложение 3. Титульный лист расчетно-пояснительной записки .....	
Приложение 4. Задание на дипломный проект .....	
Приложение 5. Календарный план.....	
Приложение 6. Направление на защиту.....	
Приложение 7. Памятка рецензенту .....	
Приложение 8. Примеры формулировки тем дипломных работ.....	

Учебное издание

**Балашов** Юрий Степанович  
**Володько** Александр Владиславович  
**Пастернак** Юрий Геннадьевич  
**Федоров** Сергей Михайлович

### Методические указания к подготовке выпускной квалификационной работы

Редактор  
Корректор  
Художник  
Компьютерная верстка

Оригинал-макет подготовлен в редакционно-издательском отделе ВГТУ, г. Воронеж

Подписано в печать ... Формат 60×90/16. Усл. печ. л. ,. Тираж экз. Изд. № . Заказ

Редакционно-издательский отдел ВГТУ. 394026, Воронеж, Московский пр-т, 14  
<http://www.vorstu.ru/vstu/str/rio/>

Отпечатано в участке оперативной полиграфии ВГТУ.  
394026, Воронеж, Московский пр-т, 14