

Государственное образовательное учреждение высшего образования  
Луганской Народной Республики  
«Донбасский государственный технический институт»  
Факультет автоматизации и электротехнических систем  
Кафедра радиофизики



УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор

\_\_\_\_\_ А. В. Кунченко

**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств  
(код, наименование направления)

«Компьютерное проектирование систем силовой электроники»  
(магистерская программа/профиль подготовки)

Квалификация бакалавр  
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная/заочная  
(очная/заочная)

Алчевск, 2022

## **1. Общие положения**

Государственная итоговая аттестация выпускника ГОУ ВО ЛНР «Донбасского государственного технического института» является обязательной для обучающихся, осваивающих программу высшего образования вне зависимости от форм обучения и форм получения образования, и претендующих на получение документа о высшем образовании установленного образца.

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовленности обучающегося образовательной организации высшего образования, осваивающего образовательную программу бакалавриата (далее – обучающийся), к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта высшего образования и основной образовательной программы высшего образования (далее – ООП ВО) по соответствующему направлению подготовки, разработанной на основе образовательного стандарта.

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы соответствующей требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств (профиль «Компьютерное проектирование систем силовой электроники»).

## **2. Место ГИА в структуре ООП ВО и ее объем**

Согласно ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств государственная итоговая аттестация в полном объеме относится к обязательной части образовательной программы.

Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств включает защиту выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты. Государственный экзамен в состав ГИА по решению выпускающей кафедры по данной образовательной программе не включен.

Согласно требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств трудоемкость ГИА должна быть предусмотрена в объеме не менее 6 з.е. По данной образовательной программе трудоемкость ГИА составляет 7.5 з.е/ 270 часов.

### **3. Требования к выпускной квалификационной работе**

Выполнение ВКР преследует цель подготовки выпускников для решения профессиональных задач следующих типов:

#### ***научно-исследовательская деятельность:***

- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследования;
- проведение измерений, экспериментов и наблюдений, анализ результатов, составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия;

#### ***проектная деятельность:***

- проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов конструкций электронных средств;
- сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств;
- расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;
- разработка проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Результатом выполнения ВКР должно стать овладение следующими компетенциями:

#### ***Универсальными компетенциями (УК):***

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);
- способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде (УК-3);

- способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (УК-4);
- способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах (УК-5);
- способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);
- способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (УК-7);
- способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов (УК-8);
- способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности (УК-9);
- способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению (УК-10);

***Общепрофессиональными компетенциями (ОПК):***

- способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности (ОПК-1);
- способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных (ОПК-2);
- способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности (ОПК-3);
- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-5);

***Профессиональными компетенциями (ПК):***

***Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский***

- способен строить простейшие физические и математические модели схем и конструкций электронных устройств различного функционального назначения и процессов в них, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1);
- способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик электронных средств различного функционального назначения (ПК-2);

– способен формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях (ПК-3);

***Тип задач профессиональной деятельности: проектный:***

– способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных средств, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-4);

– способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5);

– способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-6);

#### **4. Порядок выполнения ВКР**

Стандартными этапами процесса выполнения ВКР являются:

1. Выбор темы ВКР студентом по согласованию с руководителем.  
2. Формирование технического задания на ВКР (на бланке установленной формы) студентом совместно с руководителем работы и утверждение его на кафедре.

3. Выполнение ВКР:

– работа с источниками научно-технической информации, стандартами и нормативными документами;

– поиск патентной информации;

– выполнение инженерно-технических расчетов;

– выполнение графических работ (чертежей, схем, плакатов и т. д.);

– работа над текстовой частью ВКР и ее оформление.

4. Составление письменного отзыва о ВКР руководителем.

5. Представление выполненной и подписанной руководителем ВКР заведующему кафедрой с целью решения вопроса о допуске студента к защите.

6. Решение вопроса о пробной защите ВКР в установленное время перед комиссией в составе двух-трех преподавателей и специалистов выпускающей кафедры по распоряжению заведующего кафедрой, которая может быть назначена в следующих случаях:

– по представлению руководителя ВКР;

– при появлении мотиваций к дополнительному обсуждению ВКР и самой деятельности выпускника на стадиях как выполнения, так и представления готовой ВКР;

– по заявлению студента.

7. Защита ВКР перед экзаменационной комиссией.

В процессе выполнения ВКР студент должен регулярно (один раз в неделю) отчитываться перед руководителем, о чем руководитель сообщает заведующего кафедрой. В случае невыполнения этого требования без уважительных причин студент может быть отстранен от выполнения ВКР и представлен к исключению за невыполнение учебной программы.

Законченная выпускная квалификационная работа, подписанная обучающимся и консультантами, представляется руководителю. Она должна быть проверена на степень оригинальности и самостоятельности выполнения с использованием системы «Антиплагиат». После просмотра и одобрения выпускной квалификационной работы руководитель подписывает её и вместе со своим письменным отзывом представляет на допуск к защите заведующему выпускающей кафедрой.

Отзыв руководителя составляется в произвольной форме с обязательным освещением следующих вопросов:

- соответствие содержания работы заданию;
- полнота, глубина и обоснованность решения поставленных вопросов;
- степень самостоятельности выпускника, его инициативность, умение обобщать и делать соответствующие выводы;
- способность к проведению экспериментов, умение делать выводы из проведенных экспериментов (если они предусмотрены заданием);
- степень усвоения, способность и умение использовать знания по общепрофессиональным и специальным дисциплинам в самостоятельной работе;
- грамотность изложения записки и качество чертежей;
- вопросы, особо выделяющие работу выпускника;
- недостатки работы;
- возможности практического использования результатов работы;
- общий вывод о подготовленности и способности выпускника к самостоятельной работе, дисциплинированности, организованности;
- другие вопросы по усмотрению руководителя.

ВКР подлежит рецензированию. В качестве рецензентов привлекаются ведущие специалисты производства, научных учреждений и проектных организаций, вузовские работники.

Рецензии представляются в произвольной форме с освещением следующих вопросов:

- соответствие содержания работы заданию;
- соответствие задания и содержания выпускной квалификационной работы основной цели – проверке знаний и степени подготовленности обучающихся по направлению;
- грамотность, полнота, глубина и обоснованность решения поставленных вопросов;
- владение техникой исследования, раскрытия технических вопросов, стиль изложения, качество чертежей и графических приложений;
- актуальность тематики, положительные стороны и недостатки работы, использование новейших достижений науки и техники;
- использование программно-вычислительных комплексов в ходе работы;
- возможности практического использования выпускной квалификационной работы;
- предлагаемая оценка выпускной квалификационной работы;
- другие вопросы по усмотрению рецензента.

## 5. Тематика выпускных квалификационных работ

Тему выпускной квалификационной работы целесообразно сформулировать (хотя бы примерно) в начале 4-го курса (после определения руководителя).

Поскольку областью профессиональной деятельности для бакалавра по направлению 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств с профилем «Компьютерное проектирование систем силовой электроники» является практическая и исследовательская деятельность в сфере силовой электроники и микропроцессорной техники в различных отраслях хозяйства, в процессе подготовки ВКР студент может быть сориентирован на один из предложенных типов ВКР в соответствии с выбранным профилем подготовки:

- выпускная квалификационная работа проектного типа направлена на решение конкретных инженерных задач на основе углубленного изучения актуальных вопросов современного производства;

- выпускная квалификационная работа исследовательского типа представляет собой заключительную часть работы научно-исследовательского, теоретического или экспериментального характера и является самостоятельным исследованием какого-либо актуального вопроса по профилю подготовки и предполагает достаточную теоретическую разработку темы, анализ экспериментов, литературы и других источников по исследуемому вопросу.

Темы ВКР разрабатываются выпускающей кафедрой совместно с промышленными предприятиями, НИИ, конструкторскими бюро, куда направляются выпускники университета.

Тематика работ выбирается в соответствии с реальными задачами производства, современным состоянием и перспективными направлениями развития силовой электроники.

Тема выпускной работы должна быть актуальной, отражать перспективы развития проектирования и технологии ЭС и предоставлять возможность будущему выпускнику проявить свои знания и навыки, работа в обязательном порядке должна иметь выраженную конструкторско-технологическую направленность в соответствии с направлением подготовки студента.

Обучающийся может выбрать тему из предлагаемого перечня или сформулировать самостоятельно (с помощью руководителя) с необходимыми обоснованиями целесообразности ее разработки. При выборе темы целесообразно брать задачу сравнительно узкого плана, чтобы можно было ее глубоко проработать. Среди приоритетных тем следует отметить разработки для нужд металлообрабатывающей, автомобильной, медицинской, пищевой промышленности, энергетики, транспорта и приборостроения.

Некоторые работы могут быть связаны с внедрением микропроцессорной техники на предприятиях службы сервиса, коммунально-бытовых служб, охраны, с созданием лабораторных учебных стендов, современных средств связи.

Из названия темы должно быть ясно, что конкретно разрабатывается в данной работе. Не допускается выполнение работы на отвлеченную тему, например: «Микропроцессорная система управления», должно быть точно указано для чего или для кого ведется разработка («Микропроцессорная система управления установки индукционного нагрева»). Не допускается в названии работы использовать слово Разработка (вместо «Разработка установки индукционного нагрева стальных труб» необходимо — «Установка индукционного нагрева стальных труб»). Название темы выпускной квалификационной работы должно начинаться с имени существительного, например: не «Автоматизированная система управления коллекторным двигателем», а «Система автоматического управления коллекторным двигателем».

Целью большинства ВКР является улучшение качества выпускаемой продукции, внедрение энергосберегающих технологий, придание технологическим объектам новых современных функций, модернизация морально устаревших систем управления техническими объектами.

Конкретизация темы ВКР осуществляется не позднее начала преддипломной практики. Окончательное название темы выпускной квалификационной работы утверждается приказом ректора по ДонГТИ.

## **6. Структура выпускной квалификационной работы и требования к ее содержанию**

ВКР должна содержать примерно 80–100 страниц стандартного печатного текста и кроме теоретической части может содержать практическую (экспериментальную) часть. Приложения в этот объем не включаются.

Структура ВКР представляет собой форму организации научного материала, которая отражает логику исследования и обеспечивает единство и взаимосвязанность всех элементов содержания. Структура ВКР должна соответствовать критериям целостности, системности, связанности и соразмерности (соответствия объема фрагмента текста его научной емкости).

### **Титульный лист.**

Титульный лист является первой страницей ВКР. Он оформляется на стандартном бланке и содержит наименование кафедры, направление подготовки, программу подготовки, название темы, фамилию, имя, отчество студента и его научного руководителя (пример оформления см. в прил. 3). На титульном листе проставляются подписи студента, руководителя, консультантов и рецензента, подтверждающих готовность работы к защите, а также подпись заведующего кафедрой, означающая допуск работы к защите.

### **Список обозначений и сокращений.**

Этот структурный элемент содержит перечень обозначений и сокращений, применяемых в работе. Перечень должен располагаться столбцом. Слева в алфавитном порядке приводят сокращения, условные обозначения, символы, единицы физических величин и термины, справа – их детальную расшифровку.



### **Реферат.**

Реферат размещается на отдельном листе (странице).

Реферат должен содержать:

- сведения о количестве листов (страниц) работы, количестве иллюстраций, таблиц, использованных источников, приложений, листов графического материала;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста работы, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и записываются прописными буквами в строку через запятые.

Текст реферата должен отражать:

- краткое описание объекта исследования или разработки;
- цель работы;
- методы исследования и перечень используемых при исследованиях приборов;
- полученные результаты и их новизну;
- основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики;
- степень внедрения;
- рекомендации по внедрению или итоги внедрения результатов работы;
- область применения;
- экономическую эффективность или значимость работы;
- прогнозные предположения о развитии объекта исследования (разработки);
- дополнительные сведения (особенности выполнения и оформления работы и т. п.).

Если работа не содержит сведений по какой-либо из перечисленных структурных частей реферата, то в тексте реферата она опускается, при этом последовательность изложения сохраняется. Изложение материала в реферате должно быть кратким и точным. Следует избегать сложных грамматических оборотов.

### **Техническое задание**

В каждой работе должна быть разработана тема в соответствии с заданием, утвержденным заведующим кафедрой. Форма технического задания определяется кафедрой. Формулировка темы выпускной квалификационной работы в техническом задании должна полностью соответствовать её формулировке в приказе по вузу.

Техническое задание должно быть составлено на русском языке.

После утверждения ТЗ вносить в него изменения и дополнения не разрешается. Указываются не более 10 основополагающих технических параметров проектируемого устройства, дополнительные технические параметры могут быть введены в текстовую часть соответствующих разделов работы.

## **Оглавление**

Перечень наименований всех основных разделов с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти разделы. Материалы, представляемые в электронном формате (CD, DVD – диски, др.) (при наличии), должны быть перечислены в оглавлении с указанием номеров страниц, вида носителя, наименования документа и формата соответствующего файла.

## **Введение.**

Введение, как и все разделы, начинается с новой страницы. Данный раздел не должен носить абстрактный характер. Для обоснования актуальности выполненной выпускной квалификационной работы приводятся реальные аргументы в пользу значимости решаемой в ВКР проблемы (для заказчика или региона, для развития области исследования и т. д.). Здесь же кратко необходимо указать, какие учёные, институты, исследовательские центры и коллективы, предприятия, организации работали над исследуемой или решаемой в ВКР проблемой и по каким направлениям, какие проблемы остались нерешёнными. Далее формулируется цель работы, которая обычно созвучна с названием ВКР и отражает основной вклад студента в решение проблемы. Затем осуществляется обоснование выбора объекта и предмета исследования.

Объект исследования и предмет: явление, процесс, технология, область научных изысканий или производственных проблем, в пределах которых студент выполняет ВКР. Объектами исследования могут быть системы закономерностей, связей и отношений, технологические процессы, явления различной природы, виды деятельности в рамках сформулированной проблемы. Предмет исследования — это конкретная задача исследования объекта.

Научная или практическая новизна — указывается личный вклад студента в решение поставленной задачи.

Практическая значимость результатов ВКР — указывается в каких областях научной или практической деятельности, и каким образом могут быть использованы результаты, приведённые в ВКР. Рекомендации должны быть конкретными и носить адресный характер. Реализация и апробация работы — раздел должен отражать результаты, достигнутые в процессе выполнения работы: где и какие разработки применяются или приняты для использования; когда и на каких конференциях, симпозиумах и семинарах автором (авторами) были представлены результаты по теме ВКР.

## **Основная часть.**

Основная часть состоит из технических разделов и раздела охраны труда. В разделе по охране труда студенты должны провести анализ разрабатываемого прибора или устройства на предмет его экологичности и безопасности при проектировании, монтаже и эксплуатации.

Широкий спектр профильной подготовки бакалавров в области промышленной электроники включает многообразие вариантов выполнения ВКР. Содержание технических разделов должно соответствовать всем пунктам технического задания и удовлетворять требованиям, изложенным в настоящих методических указаниях. В основу ВКР могут быть положены курсовые проекты

по дисциплинам, изучаемым в теоретических курсах с расширенным техническим заданием и содержанием рекомендуемых ниже подразделов:

**а) при проектировании устройств силовой электроники и управляющей техники:**

1. Постановка задачи проектирования:

- актуальность проектирования данного объекта;
- обзор аналогичных устройств, реализующих подобные задачи, по материалам научно-технической литературы, включая патентную информацию;
- сравнительный анализ аналогов по структурным или функциональным схемам на основании выбранных критериев оценки.

2. Разработка структурной или функциональной схемы объекта и описание алгоритма работы.

3. Разработка принципиальной схемы объекта (устройства):

- а) силовая часть;
- б) схема управления;
- в) дополнительные блоки (блок питания собственных нужд, обратной связи, защиты, контроля и т. д.).

Примечание: если устройство (объект) многофункционально, то отдельные блоки могут быть представлены на функциональном уровне.

4. Расчет параметров и выбор элементов в соответствии с техническими условиями (ТУ):

- а) силовая часть;
- б) схема управления;
- в) дополнительные блоки (блок питания собственных нужд, обратной связи, защиты, контроля и т. д.).

Примечание: при выборе элементной базы ссылка на справочную литературу обязательна.

5. Моделирование объекта проектирования (отдельных блоков, узлов):

- а) выбор среды моделирования, позволяющей наиболее полно отразить специфику проектируемого объекта;
- б) обоснование принятых допущений;
- в) составление математической модели объекта;
- г) получение требуемых характеристик (параметров элементов схемы, и т. д.).

6. Конструкторский раздел (печатная плата, монтажная схема, объемная конструкция блока).

7. Экспериментальная часть (приводятся схемы эксперимента, перечень используемых измерительных приборов).

Примечания:

- конструкторский и экспериментальный разделы выполняются в тех случаях, если они предусмотрены ТЗ.
- результаты эксперимента подтверждаются протоколом испытаний.

**б) при разработке микропроцессорных средств автоматизации и управления:**

1. Конкретизация технического задания:

- описание объекта управления (состав, режимы работы);

- актуальность проектирования микропроцессорного устройства;
- описание механических и климатических условий работы устройства, массогабаритных, энергетических, технологических, стоимостных требований (при необходимости).

## 2. Системное проектирование микропроцессорного устройства:

- анализ известных прототипов устройства и обоснование выбора оптимального варианта;
- формализация функций, выполняемых объектом управления;
- разделение функций на реализуемые:
  - а) аппаратным;
  - б) программным способом;
- определение архитектуры, состава компонентов (исполнительные элементы, датчики, интерфейсные элементы, микропроцессор) и основных характеристик устройства при данном способе построения;
- обоснование разрядности обрабатываемых данных, исходя из заданных требований по точности, и выбор средств аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов;
- выбор типа микропроцессора с учетом необходимой разрядности, быстродействия, экономичности потребления, температурного диапазона работы, наличия на кристалле необходимых интерфейсных средств.

## 3. Структурно-алгоритмическое проектирование микропроцессорного устройства:

- разработка структурных схем (электрической, кинематической, гидравлической, пневматической и др.) устройства для выбранного варианта реализации (при необходимости);
- формализация задачи аппаратных и программных средств;
- разработка алгоритма работы аппаратных средств (при необходимости);
- разработка схемы алгоритма прикладной программы с разбиением ее на функциональные модули (подпрограммы);
- при использовании вычислительных алгоритмов необходимо рассчитать погрешность, связанную с накапливающейся ошибкой округления (усечения) промежуточных результатов, на основании которых сформулировать требования к разрядности микропроцессора (при необходимости);
- при функционировании микропроцессорного устройства в режиме замкнутой системы автоматического управления необходимо осуществить моделирование этого режима с определением статических и динамических характеристик устройства, на основании которых сформулировать требования к быстродействию микропроцессора (при необходимости).

## 4. Функционально-логическое проектирование микропроцессорного устройства.

## 5. Разработка принципиальных схем конструктивных блоков:

- разбиение устройства на блоки по конструктивному признаку (плата микроконтроллера, блок питания и т. п.);
- разработка принципиальных схем блоков с перечнями элементов в соответствии с ГОСТом;

- расчет параметров элементов принципиальной схемы (номинальная величина, погрешность, мощность, дрейф нулевого уровня, погрешности коэффициента передачи и т. п.).

#### 6. Разработка прикладных программ:

- подготовка исходного текста прикладных программ;
- трансляция исходного текста программ, формирование листинга с подробным комментарием;
- автономная отладка программных модулей путем эмуляции с помощью отладочных средств. Фиксация результатов отладки для конкретных тестовых примеров как результатов эксперимента;
- разработка и отладка программных модулей для автономного тестирования аппаратной части микропроцессорной системы (при необходимости);
- методика интеграции программных и аппаратных средств микропроцессорной системы при работе в реальном времени (при необходимости);
- испытание микропроцессорной системы (при необходимости).

#### 7. Конструкторско-технологическое проектирование микропроцессорного устройства:

- разработка топологии одной из печатных плат (схемы расположения элементов и схемы печатного монтажа) желательно с применением какой-либо системы САПР и соответствующих конструкторских чертежей в соответствии с ГОСТом (при необходимости);
- разработка общей конструкции устройства или отдельного блока желательно с применением какой-либо системы САПР и соответствующих конструкторских чертежей в соответствии с ГОСТом (при необходимости).

#### **в) при автоматизации технологических процессов и производств:**

1. Постановка задачи по автоматизации объекта управления. Цель работы. Актуальность. Новизна. Функции, выполняемые объектом управления. (Объектом управления может являться: технологический процесс, передвижной комплекс, обрабатывающий центр и т. д.)

#### 2. Разработка требований к системе управления объектом:

- выявление контролируемых параметров;
- анализ условий эксплуатации;
- разработка функциональной спецификации;
- определение функций диспетчера, которые необходимо автоматизировать и определение функций, которые система должна выполнять автоматически.

#### 3. Обзор известных технических решений по материалам научно-технической литературы и патентной документации.

#### 4. Анализ достоинств и недостатков известных технических решений.

5. Выбор и обоснование одного из подходов к решению поставленной задачи:

#### 5.1. Создание системы автоматического управления на основе логики:

- логики жесткой либо программируемой (в данном случае корректнее говорить о создании схемы управления на основе логики);

- разработка алгоритма работы схемы управления;
- разработка принципиальной схемы управляющего автомата (рекомендуется реализация автомата с жёсткой логикой с обоснованием выбора типа — автомат Мура, либо автомат Мили);
- разработка узлов сопряжения управляющего автомата с объектом управления. Выбор схем сопряжения (интерфейсов). Расчёт электрических параметров элементов принципиальной схемы;
- отладка цифрового автомата на эмуляторе.
- разработка печатной платы схемы цифрового автомата либо проверка на эмуляторе работы всей принципиальной схемы.

5.2. Создание системы автоматического управления с использованием процедурного подхода:

- разработка дерева вызова процедур;
- разработка на языке проектирования программных процедур одной ветви дерева вызова процедур. Выбранная ветвь должна определять работу главного технологического процесса объекта управления (процедуры нижнего уровня дерева вызова процедур должны представлять собой реализацию расчётных формул параметров технологического процесса на языке проектирования);
- разработка архитектуры системы управления. Разделение процедур на процедуры верхнего уровня (выполняемые компьютером) и процедуры среднего уровня (выполняемые контроллерами);
- выбор (обоснование выбора) контроллера (контроллеров) и блоков периферии. Выбор датчиков и исполнительных элементов;
- разработка узлов сопряжения контроллера с объектом управления (с датчиками и с исполнительными элементами). Выбор схем сопряжения (интерфейсов). Расчёт электрических параметров элементов принципиальной схемы;
- реализация процедуры на конкретном языке программирования для компьютера, либо реализация конкретной функции в программной среде контроллера.

5.3. Применение искусственного интеллекта для решения поставленной задачи.

- сбор, подготовка и нормализация данных для обучения сети;
- выбор топологии сети;
- экспериментальный подбор характеристик и параметров сети;
- обучение сети;
- проверка адекватности обучения, корректировка параметров, окончательное обучение;
- вербализация сети.

Выпускная квалификационная работа может представлять собой и автоматизированную (а не автоматическую) систему управления. В этом случае работа фактически сводится к созданию автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора. В этом случае пункты 5.1–5.3 могут выглядеть следующим образом:

- выбор SCADA-системы, либо среды проектирования АРМа;
- создание мнемосхемы системы;

- создание связей элементов мнемосхемы с аппаратнопрограммными блоками системы;
- расчет времени реакции системы управления на сигнал с наиболее удаленного элемента объекта управления;
- расчет времени реакции системы управления на наиболее приоритетный сигнал;
- разработка мероприятий по повышению быстродействия системы;
- программная реализация модели системы управления или создание макетного образца;
- анализ полученных результатов, выводы.

#### **Заключение (выводы).**

Раздел должен содержать анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований и опытно-конструкторских работ, проведенных студентом при выполнении ВКР, рекомендации по их практическому использованию. Вывод не должен быть простым повторением ранее приведенных в работе данных, а должен представлять собой их обобщение. При наличии исследовательской гипотезы в заключение должно содержаться развернутое и мотивированное обоснование ее доказанности. В заключение не должно содержаться цитат и прочих текстовых заимствований.

#### **Список использованной литературы.**

Библиография в выпускной работе размещается в соответствии с установленными правилами и состоит из перечня литературы и других источников, использованных при написании. Список использованных источников должен включать фундаментальную, учебную литературу, научно-технические издания, статьи в научных журналах, ссылки на Internet-источники. Рекомендуются использовать литературу, изданную за последние 5 лет. Допускаются ссылки на фундаментальные монографии и пособия, изданные ранее.

#### **Приложения.**

В приложениях к пояснительной записке в бакалаврской работе включаются дополнительные материалы:

- перечни элементов к электрическим схемам;
- листинги разработанных компьютерных программ;
- результаты расчетов на ЭВМ большого объема.

Приложения также могут содержать громоздкие таблицы, сложные схемы, алгоритмы решения задач или моделирования, математические выкладки, весят облегченном овладении текстом основной части.

#### **Графическая документация ВКР.**

Для защиты ВКР готовится и презентационная часть:

- в виде графической документации на форматах А1;
- дополнительно может быть и в виде демонстрационных слайдов.

Графический материал выпускной работы бакалавра должен быть представлен в виде чертежей и плакатов, отражающих основные положения и результаты. Состав и объем графического материала определяется руководителем ВКР. Рекомендуемый объем графического материала составляет 4 – 5 листов формата А1. При использовании чертежей меньшего

формата они размещаются на листы А1 по несколько чертежей на лист без разрезания листов.

Ориентировочный перечень иллюстративно-графического материала к выпускной квалификационной работе:

**а) при проектировании устройств силовой электроники и управляющей техники:**

- схемы электрические структурные (функциональные):
- а) прототипов;
- б) разработанного устройства;
- схема электрическая принципиальная разработанного устройства или его составных частей (при наличии оригинальных решений);
- модель, формулы, результаты моделирования;
- схема эксперимента;
- статические (регулируемые, нагрузочные, входные) и динамические характеристики устройства (расчетные и экспериментальные);
- печатные платы, сборочные чертежи устройства (отдельных блоков);

**б) при разработке микропроцессорных средств автоматизации и управления:**

- схема электрическая структурная или функциональная;
- схемы электрические принципиальные с перечнем элементов;
- схема соединений (при необходимости);
- схема расположения элементов (микросхем и др.) на одной из плат и схема печатного монтажа (желательно с использованием пакета САПР) (при необходимости);
- блок-схема алгоритма прикладной программы;
- листинг результата трансляции прикладной программы с комментариями (как демонстрационный материал);
- иллюстративный лист с основными формулами и соотношениями, поясняющими алгоритм работы устройства, или результатами экспериментальных исследований.

**в) при автоматизации технологических процессов и производств:**

- структурная схема объекта управления;
- мнемосхема системы;
- структурная схема системы управления.
- дерево вызова процедур;
- нейронная сеть;
- блок-схема алгоритмов работы системы управления;
- основные экраны формы АРМа;
- функциональная или принципиальная электрические схемы системы управления;
- результаты экспериментов.

**7. Дополнительные рекомендации по содержанию работы**

В качестве основы для ВКР может быть принят какой-либо ранее выполненный студентом курсовой проект или работа (КР). В любом случае, если за основу ВКР принимается КР, то она должна быть расширена,



поставленная задача усложнена, чтобы обеспечить более весомые результаты при ее решении.

В качестве основы для ВКР может быть принята также, например, статья в научно-техническом журнале или отчеты по НИР, выполненные руководителем ВКР. В этом случае за основу для ВКР принимается только часть (фрагмент) рассматриваемой научной статьи или НИР. Например, выделяется какой-либо отдельный фрагмент и в ВКР дается научно-практическое рассмотрение этой задачи.

В тех случаях, когда студент не имеет возможности ознакомиться с объектом исследования на производстве, необходимо изучить его по литературным источникам и там же найти необходимые характеристики и конкретные параметры объекта.

Часто можно также использовать существующее математическое описание объекта, которое, при этом, необходимо значительно аппроксимировать, чтобы можно было использовать для компьютерных исследований известные студенту по курсовым работам программы. Все принятые студентом аппроксимации должны быть при этом тщательно физически обоснованы.

Полученные характеристики модернизированного в соответствии с новыми идеями ВКР объекта должны сравниваться с существующими. На основании этого сравнения должны быть сделаны выводы о достоинствах и недостатках разработанного в ВКР решения.

Причины обнаруженных студентом недостатков в предложенном решении должны быть объяснены. Например, часто причиной недостаточно высоких экономических показателей является отсутствие в промышленности современных технологических механизмов.

## **8. Правила оформления ВКР**

Оформление ВКР должно соответствовать требованиям, предъявляемым к рукописям, направляемым в печать, ее оформление во многом должно соответствовать ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления». Основные различия пояснены ниже в данном документе.

Записка должна отвечать требованиям ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам», однако, выполнять рамки и основные надписи на листах записки не следует. Листы ВКР должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327-60 «Бумага и изделия из бумаги. Потребительские форматы» и быть из белых сортов бумаги. Первый лист ВКР является титульным листом. ВКР должна быть выполнена любым печатным способом. Текст печатают на одной стороне листа через полтора интервала. Рекомендуется использовать гарнитуру шрифта TimesNewRoman с кеглем 14.

Текст следует оформлять, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, левое и нижнее – 20 мм. Разрешается использовать возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя различные начертания шрифта (наклонный, жирный, подчеркивание). Вне зависимости от способа выполнения ВКР

качество написанного текста и оформления иллюстраций, таблиц, должно удовлетворять требованию их четкого изображения.

### **9. Порядок защиты выпускной квалификационной работы**

К защите ВКР допускаются студенты, представившие выпускную квалификационную работу. Если руководитель и/или заведующий кафедрой не считают возможным допустить ВКР к защите, то данный вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием студента и руководителя, что отмечается в протоколе заседания кафедры.

Форма публичного выступления устанавливается кафедрой «Радиофизика» по согласованию с Председателем государственной экзаменационной комиссии. Представление иллюстративного материала к публичной защите осуществляется в виде:

- плакатов и чертежей;
- раздаточного материала с иллюстрациями;
- использованием проекционной техники;
- использованием компьютерной презентации.

Последовательность защиты ВКР:

1. Секретарь экзаменационной комиссии объявляет фамилию, имя, отчество студента, название темы выпускной квалификационной работы, руководителя, рецензента и предоставляет слово студенту.

2. Обучающийся выступает с докладом (сообщением), в котором излагает основные положения ВКР. Желательно, чтобы студент излагал содержание своей работы свободно, не читая письменного текста доклада.

3. После доклада члены ГЭК задают студенту вопросы по теме его работы, раздаточному материалу и презентации, на которые он должен жать полезные ответы. Вопросы (в письменной или устной форме) могут задавать как члены комиссии, так и другие присутствующие на защите выпускной квалификационной работы преподаватели. Количество вопросов, задаваемых студенту при защите, не ограничивается. Вопросы могут быть заданы только по теме ВКР.

4. Секретарь экзаменационной комиссии зачитывает отзыв руководителя ВКР.

5. Обучающийся дает ответы на замечания руководителя ВКР.

6. Секретарь экзаменационной комиссии зачитывает рецензию на ВКР.

7. Студент дает ответы на замечания рецензента. При подготовке ответов на вопросы и замечания рецензента студент имеет право пользоваться своей работой. Ответы на вопросы должны быть убедительны, теоретически обоснованы, а при необходимости подкреплены цифровым материалом. Следует помнить, что ответы на вопросы, их полнота и глубина влияют на оценку по защите ВКР, поэтому ответы необходимо тщательно продумывать.

8. Председатель ГЭК объявляет об окончании защиты ВКР.

9. Члены ГЭК по окончании защит текущего дня на закрытой дискуссии обсуждают результаты защит ВКР и принимают решение об их оценках.

10. Итоги защиты оглашаются публично, сразу после завершения закрытого заседания ГЭК. По результатам защиты ГЭК решает вопрос о присвоении студенту квалификации бакалавра по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» и выдачи диплома. Решение принимается большинством голосов членов ГЭК, оформляется протоколом и объявляется студенту в тот же день.

## 10. Критерии оценивания ВКР

Государственная экзаменационная комиссия присваивает квалификацию и выставляет итоговую оценку выпускной работы по результатам выступления претендента. При этом оценивается грамотность построения речи, степень владения профессиональной терминологией, умение квалифицированно отвечать на вопросы, полнота представления иллюстративных материалов, выступления и уровень представления материалов. При формировании заключения об уровне представленной работы и подготовке бакалавра комиссия ориентируется на мнения экспертов, учитывая мнения руководителя и рецензента.

При выставлении итоговой оценки качества работы и защиты, в отличие от руководителя и рецензента, государственная экзаменационная комиссия более жестко регламентирована по времени. В соответствии с этим, критерии при выставлении итоговой оценки, должны быть более формализованы и согласованы с оценками руководителя работы и рецензента.

Показатели, характеризующие освоение компетенций (УК, ОПК, ПК), составляющих комплекс компетенций, определение степени освоения которого позволяет дать общую интегральную оценку сформированности компетенций всей образовательной программы, связаны с подготовкой и результатами защиты выпускной квалификационной работы. Эти показатели оцениваются путем анализа набора следующих параметров:

- постановка общенаучной проблемы, оценка ее актуальности, обоснование задач исследования;
- научная достоверность и критический анализ собственных результатов. Корректность и достоверность выводов;
- использование специальной научной литературы, нормативно-правовых актов, материалов преддипломной практики;
- творческий подход к разработке темы;
- научный уровень доклада, степень освещенности в нем вопросов темы исследования, значение сделанных выводов и предложений для темы квалификационной работы;
- степень профессиональной подготовленности, проявившаяся как в содержании выпускной квалификационной работы, так и в процессе её защиты;
- чёткость и аргументированность ответов выпускника на вопросы, заданные ему в процессе защиты.

Критерии оценивания степени достижения вышеуказанных компетенций и шкала, по которой оценивается степень их освоения, ниже расшифрованы по каждому показателю.

### Критерии шкалы оценивания выпускной квалификационной работы

| №<br>пп | Шкала<br>оценивания      | Критерии оценивания   |
|---------|--------------------------|---|
| 1       | Отлично                  | Выставляется на выпускную квалификационную работу, которая носит инновационный и/или исследовательский характер, имеет грамотно изложенный обзор литературы, логичное, последовательное изложение результатов исследования с соответствующими выводами и обоснованными предложениями. Работа должна иметь положительные отзывы научного руководителя и рецензента.  |
| 2       | Хорошо                   | Выставляется на выпускную квалификационную работу, которая носит инновационный и/или исследовательский характер, имеет грамотно изложенный обзор литературы, логичное, последовательное изложение результатов исследования с соответствующими выводами, но имеет недостаточный уровень анализа результатов. Работа должна иметь положительные отзывы научного руководителя и рецензента.  |
| 3       | Удовлетво-<br>рительно   | Выставляется на выпускную квалификационную работу, которая носит инновационный и/или исследовательский характер, но имеет поверхностный анализ результатов исследования, невысокий уровень теоретического обзора рассматриваемой темы, просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные предложения и выводы. В отзывах научного руководителя и рецензента имеются особые замечания по содержанию работы. |
| 4       | Неудовлетво-<br>рительно | Выставляется на выпускную квалификационную работу, которая не содержит анализа проведенных исследований, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях выпускающей кафедры. В работе нет выводов или они носят декларативный характер. В отзывах научного руководителя и рецензента имеются серьезные критические замечания.   |

### Критерии шкалы оценивания процедуры защиты выпускной квалификационной работы

| №<br>пп | Шкала<br>оценивания | Критерии оценивания   |
|---------|---------------------|---|
| 1.      | Отлично             | Доклад четко и верно структурирован, логичен, полностью отражает суть работы;<br>доклад изложен уверенно, докладчик хорошо увязывает текст доклада с экспозиционным материалом, активно комментирует его;<br>даны исчерпывающие ответы на все вопросы.  |
| 2.      | Хорошо              | Доклад отражает суть работы, но имеет погрешности в структуре;<br>доклад изложен достаточно уверенно, лимит времени соблюден, докладчик ссылается на экспозиционный материал, но недостаточно его комментирует;<br>даны ответы на большинство вопросов.   |
| 3.      | Удовлетворительно   | Доклад неправильно структурирован, не в полной мере отражает суть работы;<br>речь сбивчивая, неуверенная, докладчик мало ссылается на экспозиционный материал, не укладывается в лимит времени;<br>не может ответить на часть дополнительных вопросов.  |
| 4.      | Неудовлетворительно | Доклад нелогичен, неструктурирован, не раскрывает задач работы, содержит существенные ошибки;<br>при защите квалификационной работы выпускник затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, при ответе допускает существенные ошибки, плохо ориентируется в экспозиционном материале. |

### Проведение ГИА для лиц с ОВЗ

Проведение ГИА для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ осуществляется с учетом рекомендованных условий обучения для инвалидов и лиц с ОВЗ. В таком случае требования к процедуре проведения и подготовке итоговых испытаний должны быть адаптированы под конкретные ограничения возможностей здоровья обучающегося, для чего должны быть предусмотрены специальные технические условия.

## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### Основная литература

1. Мелешин, В.И. Транзисторная преобразовательная техника : монография / В.И. Мелешин. М. : Техносфера, 2006. – 632 с. : ил.
2. Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника : учебник для студ. вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Высшая школа, 2004. – 792 с.
3. Челноков, В.Е. Физические основы работы силовых полупроводниковых приборов / В.Е. Челноков, Ю.А. Евсеев. М. : Энергия, 1973. 280 с. : ил.
4. Толстов, Ю.Г. Теория электрических цепей : учеб. пособие для студ. радиотехн. спец. вузов / Ю.Г. Толстов, А.А. Теврюков. М. : Высшая школа, 1971. – 296 с.
5. Матханов, П.Н. Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи : учебник для студ. электротехн. и радиотехн. спец. вузов / П.Н. Матханов. М. : Высшая школа, 1981. – 334 с. : ил.
6. Степаненко, И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем / И.П. Степаненко. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Энергия, 1977. – 672 с.
9. Руденко, В.С. Основы преобразовательной техники : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Промышленная электроника" / В.С. Руденко, В.И. Сенько, И.М. Чиженко. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Высшая школа, 1980. – 424 с.
10. Забродин, Ю.С. Промышленная электроника : учебник для студ. энерг. и электротехн. спец. вузов / Ю.С. Забродин. М. : Высшая школа, 1982. – 496 с.
11. Темников, Ф.Е. Теоретические основы информационной техники : учеб. пособие для студ. вузов / Ф.Е. Темников, В.А. Афонин, В.И. Дмитриев. 2-е изд., испр. и доп. М. : Энергия, 1979. – 512 с. : ил.

### Дополнительная литература

1. Епифанов, Г.И. Физические основы микроэлектроники : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Коструирование и производство радиоаппаратуры" / Г.И. Епифанов. М. : Советское радио, 1971. – 376 с.
2. Степаненко, И.П. Основы микроэлектроники : учеб. пособие для студ. вузов обуч. по спец. "Полупроводники и диэлектрики" и "Полупроводниковые и микроэлектронные приборы" / И.П. Степаненко. М. : Советское радио, 1980. 424 с.
3. Гольденберг, Л.М. Импульсные и цифровые устройства : учебник для электротех. институтов связи / Л.М. Гольденберг. М. : Связь, 1973. – 496 с.
4. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника : Halbleiterschaltungstechnik : пер. с нем. : [справочное руководство] / У. Титце, К. Шенк. М. : Мир, 1983. – 512 с.
5. Полупроводниковые выпрямители / под ред. Ф.И. Ковалева, Г.П. Мостковой. М. : Энергия, 1967. – 680 с.
6. Розанов, Ю.К. Основы силовой преобразовательной техники : учебник для техникумов / Ю.К. Розанов. М. : Энергия, 1979. – 392 с.
7. Ефимов, И.Е. Микроэлектроника : проектирование, виды микросхем, функциональная микроэлектроника : учеб. пособие для студ. приборостроит. спец. вузов / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь, Ю.И. Горбунов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Высшая школа, 1987. – 416 с.

8. Single Phase AC Induction Motor Reference Design. Designer Reference Manual. Freescale Semiconductor, Inc., 2003. ([www.freescale.com](http://www.freescale.com)).
9. 3-Phase SR Motor Control with Hall Sensors Reference Design. Designer Reference
10. Manual. Freescale Semiconductor, Inc., 2003. ([www.freescale.com](http://www.freescale.com)).
11. A Miner's Lamp Using MC9S08QG4. Application Note AN3601. Freescale Semiconductor, Inc., 2008. ([www.freescale.com](http://www.freescale.com)).
12. Demonstration Model of fuzzyTECH® Implementation on M68HC12. Application Note AN1295/D. Freescale Semiconductor, Inc., 2004. ([www.freescale.com](http://www.freescale.com)).
13. PICDEM™ MC LV Development Board. User's Guide. Microchip Technology, Inc., 2006. ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)).
14. dsPICDEM™ SMPS Buck Development Board. User's Guide. Microchip Technology, Inc., 2006. ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)).
15. Anti-Pinch Window Lift Control Module. User's Guide. Microchip Technology, Inc., 2006. ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)).
16. Stepper Motor Reference Design Kit. User's Guide. Silicon Laboratories, Inc., 2006.
17. ([www.silabs.com](http://www.silabs.com)).
18. IGBT Power Module Evaluation Kit — ST7MC Control Board. User Manual. STMicro-electronics, 2007. ([www.st.com](http://www.st.com)).
19. Designing a TMS320F280x Based Digitally Controlled DC-DC Switching Power Supply. Application Report. Texas Instruments, Inc., 2005. ([www.ti.com](http://www.ti.com)).
20. TMS320C200™ Digital Signal Controllers. Technology for Innovators™. Texas Instruments, Inc., 2007.
21. Черных, И.В. SimPowerSystems: Моделирование электротехнических устройств и систем в Simulink. <http://matlab.exponenta.ru/simpower/default.php>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
Интернет, необходимых для прохождения ГИА

1. Сайт дистанционного обучения ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ»  
<http://moodle.dstu.education>
2. Научная библиотека ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ»  
<http://library.dstu.education>
3. Электронно-библиотечная система ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова»  
<http://ntb.bstu.ru>
4. ЭБС Издательства "ЛАНЬ" <http://e.lanbook.com>
5. Цифровая библиотека IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru>
6. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru>
7. Российская Государственная Библиотека <https://diss.rsl.ru>
8. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»  
<https://cyberleninka.ru>
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY  
<https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

## 12. Условия реализации

Организационно-методическими формами реализации образовательной программы (прохождение Государственной итоговой аттестации) является контактная и бесконтактная самостоятельная работа. Реализация ГИА требует наличия компьютерного оборудования, а также специализированного оборудования.

Подготовку к ГИА обучающиеся проходят в лаборатории преобразовательной и микропроцессорной техники кафедры РФ (ауд. 203 третьего учебного корпуса), лаборатории научно-исследовательской работы кафедры РФ (ауд. 205 третьего учебного корпуса), компьютерном классе (ауд. 207 третьего учебного корпуса), лаборатории силовой электроники и автоматизированных систем управления (ауд. 211 третьего учебного корпуса), лаборатории электронных устройств и аналоговой схемотехники (ауд. 213 третьего учебного корпуса).

Оборудование лаборатории преобразовательной и микропроцессорной техники и научно-исследовательской работы кафедры РФ:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- ПТК Intel Celeron;
- Столы монтажные;
- Паяльная станция;
- Термостат;
- Осциллограф цифровой;
- Источник питания;
- Осциллограф С1-93;
- Генератор;
- Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118;
- Измерительный мост;
- Сверлильный станок;
- Клеммный адаптер для 68 контактов;
- Универсальный тестер-стенд для наладки плат;
- Ампервольтметр ТЛ-4М;
- ПТК AMD AthlonX2 255;
- ПТК AMD AthlonX2 250;
- ПТК Celeron420;
- ПТК AMD Athlon 64×2 Dual Core5200+;
- ПТК AMD Sempron140 2.71;
- Демонстрационная плата DM183021;
- Отладчик MPLAB ICD2;
- Демонстрационная плата DM-00020;
- Адаптер AC002013, AC300020, AC300021;
- Отладочный комплект Anadigm Designer;
- Отладочная плата Altera DE2 (ПЛИС);
- Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112;



- Источник питания универсальный;
- Вольтметр универсальный В7-16А;
- Мост универсальный измерительный Е7-4;
- Стенды лабораторные УМ-16;
- Стенды лабораторные УМ-11М;
- Стенды лабораторные для исследования автономных инверторов тока, автономных инверторов напряжения, импульсных источников питания, схем на полупроводниковых ключах;
- Микро-тренажер МТ1804;
- Регистратор электронный.

Оборудование компьютерного класса каф. РФ (аудитория 207, третьего учебного корпуса):

- ПТК AMD AthlonX2 255 (4 шт.);
- С/б Sempron 140 2.71 (1 шт.), монитор Hanns'g (1 шт.);
- ПТК Intel Celeron E3300 2,5 ГГц (3 шт.);
- ПТК AMD Athlon 64×2 360 (1 шт.);
- ПТК AMD Athlon (1 шт.);
- ПТК Intel Celeron 1.60 GHz (1 шт.);
- ПТК AMD Athlon 64×2 5200+ (1 шт.);
- ПТК IntelCore 2Duo E7500 (1 шт.);
- лабораторная мебель: столы, стулья (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя.

Оборудование лаборатории силовой электроники и автоматизированных систем управления кафедры РФ:

- Агрегат ТЕРЧ-200/23АН-1-2УХ-Ч1-82 (1 шт.);
- Электропривод ЭКТ2Д (1 шт.)
- Генератор сигналов Г-36А (6 шт.);
- Прибор Л2-56А – измеритель характеристик п/п приборов малой и большой мощности (1 шт.);
- Прибор для исследования АЧХ (1 шт.);
- Вольтметр универсальный В7-35 (7 шт.);
- Осциллограф С1-93 (6 шт.);
- Осциллограф С1-83 (1 шт.);
- Универсальный исследовательский лабораторный стенд (7 шт.);
- Универсальный исследовательский стенд (7 шт.);
- Приборы измер. К4822 (6 шт.).

Оборудование лаборатории электронных устройств и аналоговой схемотехники кафедры РФ:

- Учебно-лабораторные стенды OpAMP (6 шт.);
- Универсальная лабораторная установка ЛОЭ-1А (2 шт.);
- Частотомер (5 шт.);
- Осциллограф цифровой (1 шт.);
- ПТК Intel Celeron 2,5 ГГц (5 шт.);
- Вольтметр цифровой (5 шт.);

- Вольтметр универсальный В7-16А (3 шт.);
- Генератор сигналов (5 шт.);
- Осциллограф С1-83 (5 шт.);
- Измеритель Н-параметров транзисторов Л22/1 (5 шт.);
- Измеритель параметров полупроводниковых приборов Л2-43 (1 шт.);
- Измеритель параметров мощных транзисторов Л2-42 (1 шт.);
- Измеритель добротности Е4-7 (1 шт.);
- Измеритель добротности Е4-11 (1 шт.);
- Испытатель транзисторов и диодов Л2-54 (4 шт.);
- Испытатель цифровых интегральных схем Л2-60 (5 шт.);
- Измеритель нестабильности параметров В8-8 (1 шт.);
- Универсальный измеритель L.C.R. Е7-11 (3 шт.);
- Измеритель RLC Е7-12 цифровой (1 шт.);
- Ваттметр Д5067 (2 шт.).

Обучающиеся имеют доступ в аудитории института с 8 до 16 часов, в том числе, для выполнения индивидуальных заданий и самостоятельной работы.

**Лист согласования рабочей программы ГИА**

Разработали:

Доцент кафедры РФ  
(должность)

  
(подпись)

Афанасьев А.М.  
Ф.И.О.)

Доцент кафедры РФ  
(должность)

  
(подпись)

Пепенин Р.Р.  
Ф.И.О.)

Ст.преп. кафедры РФ  
(должность)

  
(подпись)

Ушаков В.И.  
Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись)

Афанасьев А.М.  
Ф.И.О.)

Протокол заседания кафедры РФ № 2 от 15.09.2022 г.

Декан факультета АЭС

  
(подпись)

Карпук И.А.  
Ф.И.О.)

Согласовано:

Председатель  
методической комиссии  
по направлению

  
(подпись)

Афанасьев А.М.  
Ф.И.О.)

Начальник  
учебно-методического отдела

  
(подпись)

Коваленко О.А.  
Ф.И.О.)