

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ПРИНЯТО**

решением Учёного совета  
ГОУВПО «ДОННТУ»



А.Я. Аноприенко

протокол № 2 от «31» 03 20 23 года «31» 03 20 23 года

**ПРОГРАММА  
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Направление подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления / специальности)

Направленность(профиль):

Энергоустановки на основе возобновляемых ис-  
точников энергии

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

Бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:




очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Донецк, 2023г.


Программа выпускной квалификационной работы разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом МОН Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 144, на основании учебного плана основной образовательной программы высшего образования ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (направленность(профиль) «Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии») для 2023 года приёма.

**Составители:**

1. Заведующий кафедрой  
«Электрические станции», к.т.н., доцент  Ткаченко С.Н.
2. Доцент кафедры  
«Электрические станции», к.т.н., доцент  Калашников В.И.
3. Доцент кафедры  
«Электрические станции», к.т.н., доцент  Минтус А.Н.

Программа выпускной квалификационной работы **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «14» 03 2023 года № 4

Заведующий кафедрой  С.Н. Ткаченко  
(подпись) (Ф.И.О.)

Программа выпускной квалификационной работы **одобрена учебно-методической комиссией ДОННТУ** по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель  С.Н. Ткаченко  
(подпись) (Ф.И.О.)



## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы является видом государственной итоговой аттестации и проводится с целью установления соответствия результатов освоения обучающимся основной образовательной программы высшего образования требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (направленность(профиль) «Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии»).

К выполнению и защите выпускной квалификационной работы допускаются обучающиеся, успешно завершившие теоретическое обучение и практическую подготовку в соответствии с основной образовательной программой высшего образования ГОУВПО «ДОННТУ».

Для программы бакалавриата выпускная квалификационная работа выполняется в форме дипломной работы.

Трудоемкость выполнения и защиты выпускной квалификационной работы составляет 9 зачётных единиц.

При условии успешной защиты выпускной квалификационной работы выпускнику ГОУВПО «ДОННТУ» присваивается соответствующая квалификация и выдается диплом государственного образца о высшем образовании.

## **2 КОМПЕТЕНЦИИ, ОЦЕНИВАЕМЫЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

По результатам выполнения и защиты выпускной квалификационной работы оценивается уровень сформированности у обучающегося следующих компетенций:

- 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 Донецкой Народной Республики 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 в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и 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);

- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-2).

- способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3).

- способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4).

- способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчётах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности (ОПК-5).

- способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности (ОПК-6).

- готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-1);

- умение моделировать объекты профессиональной деятельности с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования (ПК-2);

- способность участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-3);

- способностью использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов (ПК-4);

- способностью определять параметры оборудования, рассчитывать режимы работы и участвовать в ведении режимов объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

- готовностью определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса по заданной методике (ПК-6).

В результате освоения компетенции УК-1 обучающийся должен:

**знать:**

- методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного

анализа;

**уметь:**

- применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников;

**владеть:**

- методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач.

В результате освоения компетенции УК-2 обучающийся должен:

**знать:**

- виды ресурсов и ограничений, основные методы оценки разных способов решения профессиональных задач;

- действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность;

**уметь:**

- проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, необходимые для ее достижения, анализировать альтернативные варианты;

- использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности;

**владеть:**

- методиками разработки цели и задач проекта;

- методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта;

- навыками работы с нормативно-правовой документацией.

В результате освоения компетенции УК-3 обучающийся должен:

**знать:**

- основные приемы и нормы социального взаимодействия;

- основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии;

**уметь:**

- устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе;

- применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды;

**владеть:**

- простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде.

В результате освоения компетенции УК-4 обучающийся должен:

**знать:**

- принципы построения устного и письменного высказывания на русском и иностранном языках;

- правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации;

**уметь:**

- применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной

формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках;

**владеть:**

- навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении;
- навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках;
- методикой составления суждения в межличностном деловом общении на русском и иностранном языках.

В результате освоения компетенции УК-5 обучающийся должен:

**знать:**

- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур в этическом и философском контексте;

**уметь:**

- понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;

**владеть:**

- простейшими методами адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;
- навыками общения в мире культурного многообразия с использованием этических норм поведения.

В результате освоения компетенции УК-6 обучающийся должен:

**знать:**

- основные приемы эффективного управления собственным временем;
- основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни;

**уметь:**

- эффективно планировать и контролировать собственное время;
- использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения;

**владеть:**

- методами управления собственным временем;
- технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков;
- методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни.

В результате освоения компетенции УК-7 обучающийся должен:

**знать:**

- виды физических упражнений;
- роль и значение физической культуры в жизни человека и общества;
- научно-практические основы физической культуры, профилактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни;

**уметь:**

- применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки;
- использовать средства и методы физического воспитания для

профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни;

**владеть:**

- средствами и методами укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

В результате освоения компетенции УК-8 обучающийся должен:

**знать:**

- классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения;

- причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций;

- принципы организации безопасности труда на предприятии, технические средства защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации;

**уметь:**

- поддерживать безопасные условия жизнедеятельности;

- выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций;

- оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению;

**владеть:**

- методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций;

- навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций

В результате освоения компетенции УК-9 обучающийся должен:

**знать:**

- базовые экономические понятия, категории, законы, инструменты социальной политики государства;

- принципы функционирования экономики и экономического развития.

**уметь:**

- применять экономические знания для решения задач профессиональной деятельности.

**владеть:**

- методами принятия экономических решений в процессе профессиональной деятельности.

В результате освоения компетенции УК-10 обучающийся должен:

**знать:**

- нормативные, правовые и этические способы профилактики, предупреждения и пресечения коррупционного поведения.

**уметь:**

- предупреждать конфликт интересов в процессе осуществления профессиональной деятельности.

**владеть:**

- методами правомерно действовать в провокативных ситуациях, пресекая коррупционное поведение.

В результате освоения компетенции ОПК-1 обучающийся должен:

**знать:**

- содержание и способы использования компьютерных и информационных технологий;
- требования к оформлению документации (ЕСКД);

**уметь:**

- применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;
- осуществлять поиск, обработку и анализ информации, выполнять расчеты и представлять результаты расчетов в наглядной графической форме;

**владеть:**

- средствами информационных, компьютерных и сетевых технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации.
- компьютерной техникой, информационными и сетевыми технологиями.

В результате освоения компетенции ОПК-2 обучающийся должен:

**знать:**

- способы и методы решения вычислительных задач с помощью информационных технологий;

**уметь:**

- алгоритмизировать решение задач и реализовывать алгоритмы с использованием программных средств;

**владеть:**

- навыками алгоритмизации при решении задач и реализации алгоритмов с использованием программных средств.

В результате освоения компетенции ОПК-3 обучающийся должен:

**знать:**

- основные понятия математического анализа, аналитической геометрии, линейной и векторной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений;
- физические основы механики, физику колебаний и волн, молекулярную физику и термодинамику, электричество и магнетизм, оптику;
- способы отображения пространственных форм на плоскости;
- основные законы теоретической механики; основы расчетов на прочность при простых деформациях (сжатие, растяжение, изгиб, кручение, сдвиг) и усталости; виды передаточных механизмов;
- методы расчета кинематических и силовых параметров передаточных механизмов, мощности электродвигателя;
- основные физические и химические законы, происходящие в полупроводниках, средства контроля и измерения характеристик полупроводниковых приборов и элементов;
- основы систем электроснабжения (СЭС), принципы построения, конструктивные особенности СЭС, общий алгоритм проектирования систем электроснабжения; приемы и способы обоснования проектных решений и результатов исследований;



- основы общей энергетики, включая основные методы и способы преобразования энергии, технологию производства электроэнергии на различных электростанциях, нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии;

- методы и средства планирования и организации научных исследований, опытно-конструкторских разработок и практических экспериментальных исследований; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации;

- о физических и энергетических явлениях в различных режимах работы статических электрических, магнитных цепей и электротехнических устройств, различных способах их описания на основе математических моделей;

- структуру и основные виды обеспечения САПР, математические модели объектов проектирования, методы оптимизации, используемые в САПР;

- принцип действия современных систем управления и особенности протекающих в них процессов;

- схемы и параметры, принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности основного электротехнического и коммутационного оборудования электростанций и подстанций;

- классификацию ЭЭС, теоретические основы анализа режимов электрических сетей, основных характеристик режимов электрических сетей и их связь с процессами управления режимами;

- основные физические процессы, протекающие в газообразном, жидком и твердом диэлектрике при воздействии высокого напряжения, влияние свойств материала на прочностные характеристики изоляционной конструкции, конструктивное исполнение изоляции ВЛ, оборудования станций и подстанций;

- назначение, требования, принципы выполнения, характеристики, схемы, элементную базу, номенклатуру выпускаемых промышленностью устройств релейной защиты и автоматики, управления аварийными режимами, устанавливаемых на объектах электроэнергетических систем;

**уметь:**

- применять методы математического анализа при решении инженерных задач;

- использовать навыки аналитического и численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений и систем;

- на практике применять знание физических законов к решению учебных, научных и научно-технических задач;

- находить аналогии между различными явлениями природы и техническими процессами;

- моделировать кинематику простых передач;

- рассчитывать на прочность простые стержневые конструкции, механические передачи, валы, подшипники, муфты; проектировать типовые передаточные механизмы;

- применять, эксплуатировать и производить выбор электронных аппаратов, пользоваться современными средствами измерения и персональными компьютерами;

- обосновывать полученные результаты экспериментальных исследований и принятые проектные решения при проектировании систем электроснабжения;
- объяснять физические принципы работы электрических машин, циклов получения тепловой и электрической энергии;
- оформлять проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы проведения экспериментов, изучать процессы в электротехнических системах на их математических моделях и путем постановки научных экспериментов;
- составлять и решать уравнения электрических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах при питании от источников постоянного и переменного тока, исходя из основных законов и теорем электротехники;
- использовать современную вычислительную технику для решения простейших задач проектирования, пользоваться современными программными средствами и оболочками для построения простых баз данных и реализации основных алгоритмов проектирования;
- использовать полученную в результате обучения теоретическую и практическую базу для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, структурных схем, построения их характеристик и моделирования;
- определять параметры электрических аппаратов, машин, оборудования электрических станций и подстанций на основе возобновляемых источников энергии;
- анализировать технологические процессы в ЭЭС в соответствии с их назначением, исполнением, схемами соединения, составом оборудования, свойствами и характеристиками элементов, использовать технико-экономические методы и алгоритмы их проектирования;
- выбирать конструкцию изоляции ВЛ и оборудования станций и подстанций, рассчитывать критическую напряженность возникновения короны на проводах и выбирать провода ВЛ, проводить проверку изоляционных свойств электроматериала и конструкции в целом;
- осуществлять разработку принципиальных и монтажных схем устройств релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем на основе возобновляемых источников энергии;

**владеть:**

- математическими методами решения профессиональных задач, основными приемами обработки экспериментальных данных; исследования, аналитического и численного решения алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений;
- методами проведения физического эксперимента и математической обработки полученных результатов, научиться их анализировать и обобщать; составлять отчет о своей работе с анализом результатов;
- способами и приемами изображения предметов на плоскости, одной из графических систем;
- методиками расчета на прочность и надежность деталей типовых

передаточных механизмов;

- компьютерными технологиями графического представления объектов;
- методами расчета параметров полупроводниковых элементов, навыками описания основных явлений в полупроводниковых приборах и электронных схемах, постановкой прикладных задач для экспериментальных и расчетных исследований конкретных схем электрического профиля;
- методами расчета параметров систем электроснабжения и выбора электрооборудования;
- методами расчета, конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем на основе возобновляемых источников энергии;
- навыками исследовательской работы;
- математическим аппаратом планирования экспериментом; разработкой проектов календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов;
- навыками в количественном оценивании изменений электромагнитных переменных, прогнозировании функционирования электрической цепи или электротехнического устройства при изменении этих переменных, а также управляющих и возмущающих воздействий; в формулировании требований к анализу простейших электромагнитных устройств, владения методами определения их характеристик и параметров;
- навыками проектирования систем электроснабжения с применением наиболее распространенных программных комплексов Компас-график;
- методиками анализа и синтеза систем автоматического управления;
- методами расчета параметров электрооборудования электрических станций и подстанций;
- принятия инженерных решений: в нормальных и аварийных режимах и ситуациях в электрических сетях на основе возобновляемых источников энергии;
- при применении способов и устройств для оптимизации режимов; защиты от аномальных режимов, их локализации и ликвидации, при наладке и проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- навыками работы с нормативными и справочными документами;
- методами расчета параметров устройств релейной защиты и автоматики.

В результате освоения компетенции ОПК-4 обучающийся должен:

**знать:**

- о физических и энергетических явлениях в различных режимах работы статических электрических, магнитных цепей и электротехнических устройств, различных способах их описания на основе математических моделей; основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин;
- основные понятия электроники, основные физические принципы работы электронных технических устройств; принципы построения электронных схем;

- конструктивное исполнение, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики трансформаторов, электрических двигателей, генераторов и преобразователей;

**уметь:**

- составлять и решать уравнения электрических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах при питании от источников постоянного и переменного тока, исходя из основных законов и теорем электротехники;

- собирать и настраивать простейшие электронные схемы основных функциональных узлов; рассчитывать параметры электрических схем;

- выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы;

- определять параметры электрических аппаратов применять, эксплуатировать и производить выбор электронных аппаратов;

**владеть:**

- навыками в количественном оценивании изменений электромагнитных переменных, прогнозировании функционирования электрической цепи или электро-технического устройства при изменении этих переменных, а также управляющих и возмущающих воздействий; в формулировании требований к анализу простейших электромагнитных устройств, владения методами определения их характеристик и параметров.

В результате освоения компетенции ОПК-5 обучающийся должен:

**знать:**

- классификацию электротехнических материалов; их основные свойства; физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации, их взаимосвязь со свойствами; назначение основных характеристик, служащих для оценки пригодности материалов при их использовании в электротехнике;

**уметь:**

- оценить поведение материалов при воздействии на них различных эксплуатационных факторов и возможные отказы или отклонения в нормальной работе электротехнических устройств и приборов по вине материалов; правильно выбрать материал, исходя из условий работы, назначить его обработку с целью получения требуемой структуры и служебных свойств;

**владеть:**

- навыками выбора конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности; проведения профилактических испытаний электротехнических материалов; контроля за состоянием и эксплуатацией оборудования.

В результате освоения компетенции ОПК-6 обучающийся должен:

**знать:**

- основные методы и средства измерений, источники возникновения измерений, основы организации погрешностей поверки средств измерений, методы оценки и расчета погрешностей измерений;

**уметь:**

- осуществлять мероприятия по организации измерений основных

электрических и неэлектрических величин, эффективно использовать современные аналоговые и цифровые средства измерительной техники, квалифицированно выбирать наиболее эффективные методы и средства при организации измерений и испытаний, выбирать тип и класс точности прибора в зависимости от поставленных измерительных задач, определять погрешность средств измерений и результатов измерений;

**владеть:**

- методиками организации измерений основных электрических величин, методами эффективного использования современных аналоговых и цифровых средств измерительной техники, методиками квалифицированного выбора наиболее эффективных методов и средств при организации измерений и испытаний, методиками выбора типов и классов точности приборов в зависимости от поставленных измерительных задач, методами определения погрешности средств измерений и результатов измерений.

В результате освоения компетенции ПК-1 обучающийся должен:

**знать:**

- основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путём подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований;

**уметь:**

- использовать основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путём подбора, изучения и анализа отечественных и зарубежных литературных и патентных источников по тематике исследований;

**владеть:**

- навыками и приемами подбора, изучения и анализа отечественных и зарубежных литературных и патентных источников по тематике исследований.

В результате освоения компетенции ПК-2 обучающийся должен:

**знать:**

- методику и способы использования стандартных пакетов прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для моделирования объектов профессиональной деятельности;

**уметь:**

- использовать стандартные пакеты прикладных программ и средства автоматизированного проектирования для моделирования объектов профессиональной деятельности;

**владеть:**

- навыками использования стандартных пакетов прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для моделирования объектов профессиональной деятельности.

В результате освоения компетенции ПК-3 обучающийся должен:

**знать:**

- схемы и параметры, принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности основного электротехнического и коммутационного оборудования электростанций и подстанций;

- классификацию ЭЭС, теоретические основы анализа режимов



электрических сетей, основных характеристик режимов электрических сетей и их связь с процессами управления режимами;

- основные физические процессы, протекающие в газообразном, жидком и твердом диэлектрике при воздействии высокого напряжения, влияние свойств материала на прочностные характеристики изоляционной конструкции, конструктивное исполнение изоляции ВЛ, оборудования станций и подстанций;

- назначение, требования, принципы выполнения, характеристики, схемы, элементную базу, номенклатуру выпускаемых промышленностью устройств релейной защиты и автоматики, управления аварийными объектах электроэнергетических систем на основе возобновляемых источников энергии;

**уметь:**

- определять параметры электрических аппаратов, машин, оборудования электрических станций и подстанций;

- анализировать технологические процесса в ЭЭС в соответствии с их назначением, исполнением, схемами соединения, составом оборудования, свойствами и характеристиками элементов, использовать технико-экономические методы и алгоритмы их проектирования;

- выбирать конструкцию изоляции ВЛ и оборудования станций и подстанций, рассчитывать критическую напряженность возникновения короны на проводах и выбирать провода ВЛ, проводить проверку изоляционных свойств электроматериала и конструкции в целом;

- осуществлять разработку принципиальных и монтажных схем устройств релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем;

**владеть:**

- методами расчета параметров электрооборудования электрических станций и подстанций на основе возобновляемых источников энергии;

- навыками принятия инженерных решений: в нормальных и аварийных режимах и ситуациях в электрических сетях; при применении способов и устройств для оптимизации режимов; защиты от локализации и ликвидации, при наладке аномальных режимов, их и проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования;

- навыками работы с нормативными и справочными документами;

- методами расчета параметров устройств релейной защиты и автоматики.

В результате освоения компетенции ПК-4 обучающийся должен:

**знать:**

- виды и методы измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем;

- характеристики средств измерений, методы уменьшения погрешности и неопределенности измерений;

- способы обработки и представления результатов измерений;

- принципы устройства, работы и применения средств информационно-измерительной техники;

- способы оценки режимов и параметров электротехнических и электроэнергетических объектов средствами информационно-измерительной техники;

**уметь:**

- проводить измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов;

**владеть:**

- навыками использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологического процесса электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов.

В результате освоения компетенции ПК-5 обучающийся должен:

**знать:**

- методы расчета параметров оборудования объектов профессиональной деятельности;
- методы расчета режимов работы объектов профессиональной деятельности;
- методы диагностики объектов профессиональной деятельности

**уметь:**

- определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности;
- рассчитывать и анализировать режимы объектов профессиональной деятельности;
- выполнять наладку и осуществлять диагностику объектов профессиональной деятельности;

**владеть:**

- навыками обеспечения заданных параметров режимов работы оборудования и систем объектов профессиональной деятельности.
- навыками диагностики и наладки объектов профессиональной деятельности.

В результате освоения компетенции ПК-6 обучающийся должен:

**знать:**

- режимы функционирования электрических станций, возобновляемых источников энергии, а также электроэнергетических систем и их параметры;
- требования к установившимся и переходным режимам работы электрических станций, возобновляемых источников энергии, а также электроэнергетических систем;

**уметь:**

- оценивать предельно-допустимые границы отклонения режимных параметров функционирования электрических станций, возобновляемых источников энергии, а также электроэнергетических систем;
- анализировать параметры установившихся и переходных режимов работы электрических станций, возобновляемых источников энергии, а также электроэнергетических систем;

**владеть:**

- навыками организационных, технических и методических мероприятий по обеспечению эффективных режимов технологического процесса генерации, распределения и потребления электрической энергии.

### **3 ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Темы ВКР определяются выпускающей кафедрой. Тема работы должна соответствовать направлению подготовки направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и профилю подготовки «Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии».

Выбор темы дипломной работы рекомендуется делать с учетом:

- вероятного направления будущей производственной деятельности;
- реальности осуществления разрабатываемых решений;
- имеющейся возможности получения материалов от организаций, на которых проходит преддипломная практика.

Тематика типовой дипломной работы по профилю «Электрические станции» –проектирование электрической части электрических станций и объектов возобновляемой энергетики, проектирование релейной защиты и автоматики энергообъектов электрических станций и возобновляемых источников энергии.

Рекомендуется следующая примерная тематика выпускных квалификационных работ:

1. Совершенствование системы программного управления ориентированием фотоэлектрического модуля.
2. Исследование системы регулирования электропривода с фаззи-регулятором.
3. Применение позиционного электропривода для системы ориентирования фотоэлектрического модуля.
4. Исследование технологического регулятора уровня подогревателя высокого давления энергоблока № 12 Старобешевской ТЭС.
5. Исследование систем энергосбережения средствами регулируемого электропривода.
6. Исследование технологического регулятора уровня в конденсаторе турбины энергоблока № 12 Старобешевской ТЭС.
7. Повышение точности отработки электроприводом управляющих гармонических воздействий.
8. Интеллектуальные системы программного управления возобновляемыми источниками энергии.
9. Система управления автономной фотоэлектрической установкой.
10. Разработка микропроцессорной системы регулирования температуры на базе отладочного комплекта.
11. Исследование автономной системы электропитания на базе солнечного генератора.
12. Математическая модель солнце-следающей системы.
13. Системы управления накопителями энергии.
14. Системы управления водородными установками.
15. Методы увеличения выработки мощности фотоэлектрических установок.

## 16. Исследование режимов работы ветрогенераторных установок.

Тема дипломной работы отражается в заявлении студента на имя ректора, подтверждается решением кафедры и окончательно закрепляется в приказе по университету.

Требования к содержанию и структуре выпускной квалификационной работы устанавливаются выпускающей кафедрой по согласованию с учебно-методической комиссией по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Общими требованиями являются: актуальность избранной темы; четкость построения, логическая последовательность представления материала; необходимая глубина проработки и полнота освещения вопросов; корректность изложения материала с учетом принятой научной терминологии; достоверность полученных результатов и обоснованность выводов; оформление работы в соответствии с методическими указаниями кафедры.

Примерная структура пояснительной записки бакалаврской дипломной работы должна быть следующей: титульный лист; задание на ВКР; реферат; содержание; введение; перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов; разделы, поясняющие содержательную часть; заключение, список использованных источников и приложения.

Графический материал ВКР может содержать чертежи, схемы и другие материалы, в наибольшей степени отражающие сущность разработки и предлагаемых технических решений. При этом должна обеспечиваться взаимосвязь отдельных частей графического материала с содержательной частью пояснительной записки. Конкретный перечень листов графического материала (чертежей) определяется руководителем ВКР. Для защиты ВКР рекомендуется представить от 6 до 8 листов графического материала, который должен наглядно демонстрировать результаты работы студента и содержать информацию, достаточную для защиты основных положений.

Пояснительная записка выполняется с использованием печатающих (графических) устройств на одной стороне листа бумаги формата А4 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Пояснительная записка должна быть сброшюрована, переплетена и представлена к государственной аттестации. Требования к оформлению пояснительной записки регламентируются методическими рекомендациями к выполнению ВКР и должны соответствовать действующим стандартам и ЕСКД.

Демонстрационная (презентативная) часть ВКР выполняется в комбинированном виде, который предусматривает демонстрационный материал (презентации), подготовленный в программе Microsoft Power Point (файл с расширением .ppt подается на любом носителе информации) и 5 комплектов бумажных копий демонстрационных слайдов презентации формата А4, которые предоставляются непосредственно членам ГАК.

Требования к оформлению пояснительной записки и графической части ВКР регламентируются методическими рекомендациями к выполнению ВКР и должны соответствовать действующим стандартам и ЕСКД.

ВКР является самостоятельной работой студента и за все сведения, изложенные в работе, использование фактического материала и другой информации, обоснованность (достоверность) выводов и защищаемых положений автор ВКР несет персональную ответственность.

Порядок подготовки выпускной квалификационной работы и процедура её защиты регламентируется Положением о государственной итоговой аттестации выпускников ГОУВПО «ДОННТУ».

## **4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

### **4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций**

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе ;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать



нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;

- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Критерии оценивания результатов защиты выпускной квалификационной работы**

Оценка выпускной квалификационной работы производится членами государственной аттестационной комиссии по результатам публичной защиты с учетом качества представленной пояснительной записки и графического материала, а также представленной рецензии.

Основными критериями при оценке выполнения и защиты ВКР являются:

- актуальность и важность выбранной темы ВКР для науки и производства (сумма баллов от 1 до 5);

- выполнение ВКР по заказу производства, либо по предложению вуза в соответствии с научными направлениями выпускающей кафедры (сумма баллов от 1 до 5);

- полнота раскрытия темы ВКР: соответствие темы ее содержанию; структурированность работы, логика построения и качество стилистического изложения; обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов, содержащихся в ВКР, их научное и практическое значение; степень самостоятельности выполнения ВКР и уровень аргументированности суждений при изложении темы; объем и глубина проработки темы: проведение экспериментальных, лабораторных и производственных испытаний; количество и полнота охвата информационных библиографических источников, использование иностранной литературы в оригинале, международных стандартов по теме исследования; использование пакетов прикладных программ; наличие концептуального, комплексного, системного подхода; качественный уровень обобщения и анализа информации; научно-технический уровень результатов ВКР, эффективность предлагаемых решений, возможность их практической реализации; апробирование результатов исследования: выступления на конференциях, научных семинарах, наличие опубликованных научных статей по теме исследования, патентов на полезные модели (изобретения), актов, справок о внедрении результатов исследования (интервал баллов от 5 до 50);

- качество оформления ВКР: соответствие объема ВКР рекомендуемым требованиям внутривузовских стандартов; соответствие оформления таблиц, графиков, формул, ссылок, рисунков, правил цитирования, библиографических ссылок и списка использованной литературы требованиям внутривузовских образовательных стандартов и ГОСТов (сумма баллов от 1 до 10);

- уровень грамотности и степень понимания обсуждаемых вопросов при защите ВКР: представление работы (содержательность доклада и презентации; наличие раздаточных и иллюстративных материалов; умение профессионально представлять результаты исследования с соблюдением правил профессиональной этики), понимание и адекватность ответов на вопросы и замечания рецензента, демонстрация при ответах углубленной фундаментальной и профессиональной подготовки (сумма баллов от 5 до 30).

Оценивание результатов защиты выпускной квалификационной работы производится по государственной шкале, балльной шкале и шкале ECTS в соответствии со следующей шкалой:

Итоговая оценка, баллы	0-59	60-69	70-74	75-79	80-89	90-100
Оценка по государственной шкале	Неудовлетворительно	Удовлетворительно		Хорошо		Отлично
Оценка по шкале ECTS	F	E	D	C	B	A

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

### Основная литература

1. Лукутин, Б. В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями : учебное пособие / Б. В. Лукутин, И. О. Муравлев, И. А. Плотников. — Томск : Томский политехнический университет, 2015. — 120 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55208.html>
2. Пархоменко, Ю. Н. Физика и технология приборов фотоники: солнечная энергетика и нанотехнологии : учебное пособие / Ю. Н. Пархоменко, А. А. Полисан. — 2-е изд. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2014. — 183 с. — ISBN 978-5-87623-848-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/117369.html>
3. Тремясов, В. А. Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения [Электронный ресурс]: монография / В. А. Тремясов, К. В. Кенден. — Электрон. текстовые данные — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 208 с. — ISBN 978-5-7638-3539-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84181.html>
4. Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. Н. Удалов. — Электрон. текстовые данные — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 460 с. — ISBN 978-5-7782-2358-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47686.html>. — ЭБС «IPR books».
5. Янсон, Р. А. Ветроустановки : учебное пособие по курсам «Ветроэнергетика», «Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников энергии», «Введение в специальность» / Р. А. Янсон ; под редакцией М. И. Осипов. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2007. — 37 с. — ISBN 5-7038-2919-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/30930.html>

### **Дополнительная литература:**

6. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / составители В. Е. Губин [и др.]. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 152 с. — ISBN 978-5-4387-0907-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/96109.html>
7. Тлеуов, А. Х. Основы использования возобновляемых источников энергии. Кн.2: гелио- и ветроэнергетика : учебное пособие для вузов / А. Х. Тлеуов, А. А. Тлеуова, И. А. Пястолова. — Астана : Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, 2018. — 271 с. — ISBN 978-9965-824-01-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128055.html>

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

1. Методические рекомендации к выполнению выпускной квалификационной работы : для обучающихся направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрические станции» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электрических станций ; сост. С. Н. Ткаченко, М. П. Дергилёв. — Донецк : ДОННТУ, 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. Доступ через личный кабинет студента.

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>;

ЭБС IPR BOOKS - <http://www.iprbookshop.ru/>.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

1. Учебная лаборатория № 8.210в, учебный корпус 8, для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - «Лекционная». Компьютер: системный блок Р 4 2,8 GHz / 2x256 Mb / HDD 40Gb; монитор 17" TFT View Sonic VA 703B; монитор Samsung SyncMaster 940N TFT 19". ОС: Microsoft Windows XP; OpenOffice 4.1.4; Adobe Reader X 10.1.0; MatLab R 2010a; WinRAR 3.80 (пробная версия); Google Chrome 49.0.2623. Мультимедийный проектор TOSHIBA TLP. Имеется возможность доступа к сети «Интернет». Специализированная мебель: экран Draper Luma, доска мобильная 2-стор. ТК-TEAM, шкаф для одежды,

столы, стулья.

2. Учебная лаборатория № 8.208а, учебный корпус 8, для проведения практических и лабораторных занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – «Лаборатория управления возобновляемыми источниками энергии и электроприводами». Экспериментальный стенд для исследования режимов работы ветрогенераторов; лабораторная установка для исследования топливного водородного элемента NP50; стенд для испытания электроприводов; 3-х фазный выпрямитель SIMOREG; преобразователь частоты SIMOVERT; асинхронный электродвигатель 1000Вт.; электродвигатель постоянного тока 1000Вт.; цифровой осциллоскоп; преобразователь MICROMASTER 440 4кВт. Компьютеры: системный блок (2шт.) P 4 2,8GHz / 2x256Mb / HDD 40Gb; системный блок P 4 2,8GHz / 2x256Mb; 1Gb / HDD<sub>1</sub> 80Gb; HDD<sub>2</sub> 250Gb; системный блок P 4 2,8GHz / 2x256Mb; 1Gb / HDD<sub>1</sub> 40Gb; HDD<sub>2</sub> 250Gb; монитор Samsung SyncMaster 795DF (4шт.). ОС: Microsoft Windows XP; OpenOffice 4.1.4; Adobe Reader X 10.1.0 / Adobe Reader 8.1.3 / Adobe Reader X; MatLab; WinRAR 4.11 (пробная версия); Google Chrome 49.0.2623/Mazilla 30.0. Принтер HP LJ 5000. Имеется возможность доступа к сети «Интернет». Проектор Liesegang, мультимедийный переносной проектор EPSON. Специализированная мебель: киноэкран, доска классная стеклянная, шкафы, столы, стулья.

3. Учебная лаборатория № 8.214, учебный корпус 8, для проведения практических и лабораторных занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – «Лаборатория управления автономными возобновляемыми источниками энергии». Стенд «Фотоэлектрическая установка». Компьютер: системный блок IP Dual-Core G2120 3,1GHz / HDD 1Tb / DDR3 2x4096Mb; монитор 20"Philips 206V3. ОС: Microsoft Windows 7; OpenOffice 4.1.4; Adobe Reader X; WinRAR 5.30 (пробная версия); Google Chrome 52.0.2743.116. Мультимедийный переносной проектор EPSON. Имеется возможность доступа к сети «Интернет». Специализированная мебель: переносной экран Mistral, шкафы, столы, стулья.

4. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.