

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

**ПРИНЯТО**

решением Учёного совета  
ГОУВПО «ДОННТУ»

протокол № 2 от «31» 03 20 23 года



УТВЕРЖДАЮ:  
Ректор

А.Я. Аноприенко

«31» 03 20 23 года

**ПРОГРАММА  
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Направление подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления / специальности)

Направленность(профиль):

Электрические станции

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

Бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:



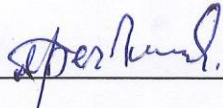
очная, заочная

(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» (профиль «Электрические станции») 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  Гармаш В.С.
3. Доцент кафедры  
«Электрические станции», к.т.н., доцент  Дергилёв М.П.

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

Протокол от «14» 03 20 23 года № 7  
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 20 23 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» (профиль «Электрические станции»).

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 при-

родной 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 ин-

формации, 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;

чайных 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;

- 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;

**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;

- 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;

- 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 объектами электроэнергетических систем;

**уметь:**

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

- 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;

**владеть:**

- методами расчета параметров электрооборудования электрических станций и подстанций;

- 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 «Электрические станции».

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.

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 (листов) 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. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учебник / А. В. Лыкин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. —

363 с. — ISBN 978-5-7782-3037-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91589.html>.

2. Филиппова, Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник / Т. А. Филиппова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 294 с. — ISBN 978-5-7782-3589-2. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91282.html>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Лыкин, А. В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях : учебное пособие / А. В. Лыкин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 115 с. — ISBN 978-5-7782-2202-1. — Текст : электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45212.html>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

#### *Дополнительная литература:*

4. Ананичева, С. С. Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах: учебное пособие / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 176 с. - ISBN 978-5-7996-1784-4. - Текст: электронный // IPR SMART : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/65910.html>.

5. Основы эксплуатации линий электропередачи : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, В. А. Ярош, С. С. Ястребов ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : Параграф, 2019. — 221 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92994.html>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Беляков, Ю. С. Электрические сети и системы электроснабжения потребителей. Ч. II. Дополнительные сведения об электрических сетях : учебное пособие для студ. физ.-техн. фак-та. [Электронный ресурс] / Ю. С. Беляков ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования Петрозавод. гос. ун-т. - Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2015. — 55 с. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. ISBN 978-5-8021-2630-1. <http://ed.donntu.ru/books/17/cd7755.djvu>.

7. Афонин, В.В. Электрические системы и сети. Часть 1 : учебное пособие / В.В. Афонин, К.А. Набатов. — Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. — 80 с. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. ISBN 978-5-8265-1196-1. <http://ed.donntu.org/books/17/cd7752.pdf>.

8. Ананичева, С. С. Модели развития электроэнергетических систем : учебное пособие / С. С. Ананичева, П. Е. Мезенцев, А. Л. Мызин ; под редакцией П. И. Бартоломей. - Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 148 с. - ISBN 978-5-321-02313-6. - Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/65947.html>.

9. Ушаков, В. Я. Современные проблемы электроэнергетики : учебное пособие / В. Я. Ушаков. - Томск : Томский политехнический университет, 2014. - 447 с. - ISBN 978-5-4387-0521-5. - Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/34715.html>.

10. Релейная защита электрооборудования электрических станций, сетей и систем : учебное пособие для СПО / Л. Г. Мигунова, А. И. Земцов, Е. М. Шишков, А. В. Гофман. – Саратов : Профобразование, 2022. – 204 с. – ISBN 978-5-4488-1406-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/116292.html>.

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 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 аудитория №8.514 учебный корпус 8 для проведения лекций, лабораторных работ, курсовых проектов и работ, самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: доска аудиторная, парты, стулья ученические, компьютеры: Intel Pentium Dual Core 2,8 GHz, 2048 Mb dual, 320 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (Samsung 943N, 1280x1024), мультимедийный проектор EPSON, экран). Возможность подключения к сети «Интернет».

2. Лаборатория электрической части электростанций и подстанций №8.513 учебный корпус 8 для проведения лекций, лабораторных занятий, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: лабораторные стенды, доска аудиторная, парты, стулья ученические, компьютер Intel Pentium Dual Core 2,8 GHz, 2048 Mb dual, 320 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (Samsung 943N, 1280x1024), мультимедийный проектор EPSON, экран.

3. Дисплейный класс №8.305н, учебный корпус 8, для проведения лабораторных занятий, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютеры Intel Pentium 4 3Ghz/512M, Core i5 3.6 Ghz (ОС - Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная вер-

сия), SMathStudio-0.98 (бесплатная версия), Mathcad Express (бесплатная версия), LibraCAD 2.1 (бесплатная лицензия), FreeMat (бесплатная лицензия) Digsilent PowerFactory 14.0 (лицензия), мониторы TFT-17'', мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические).

4. Лаборатория № 8.005 учебный корпус 8 для проведения лабораторных занятий, индивидуальных консультаций (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: столы, стулья ученические, лабораторный стенд для исследования микропроцессорных систем релейной защиты и автоматики серии SIPROTEC производства фирмы SIEMENS, солнечная электростанция мощностью 10 кВт с инвертером, модель ветроэнергетической установки на базе асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, сервер HP, компьютеры Intel Core i7 860 2,83 GHz, 4048 Mb single, 750 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (ASUS H242H, 1600x1080).

5. 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.