

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет автоматизации производственных процессов  
Кафедра электрических машин и аппаратов



УТВЕРЖДАЮ:  
И. о. проректора по учебной работе  
Д.В. Мулов

## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код, наименование направления)

Электрические машины и аппараты  
(магистерская программа)

Квалификация \_\_\_\_\_ магистр  
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная, заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

## **1 Общие положения**

### **1.1 Цель государственной итоговой аттестации**

Государственная итоговая аттестация (ГИА) проводится государственной экзаменационной комиссией в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) «Электрические машины и аппараты» по направлению подготовки *13.04.02* Электроэнергетика и электротехника, разработанной в федеральном государственном образовательном учреждении высшего образования «Донбасский государственный технический университет» (Университет), согласно требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от «28» *февраля 2018* № 147, редакция с изменениями и дополнениями N 1456 от 26.11.2020 г., 8 февраля 2021 г.

В результате освоения программы *магистра* у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, закрепленные в матрице компетенций ОПОП по направлению подготовки *13.04.02* Электроэнергетика и электротехника.

### **1.2 Нормативная база ГИА**

ГИА осуществляется в соответствии с локальными документами Университета:

Положение о выпускных квалификационных работах магистра;

Положение о магистратуре в Университете;

Положение о государственной итоговой аттестации обучающихся, осваивающих основные образовательные программы бакалавриата, специалитета, магистратуры.

В указанных документах определены и регламентированы: общие положения по ГИА; правила и порядок организации, процедура ГИА; обязанности и ответственность руководителя ВКР; результаты ГИА; порядок апелляции результатов ГИА; документация по ГИА.

### **1.3 Общие требования**

К ГИА, допускается обучающийся, успешно и в полном объеме завершивший освоение ОПОП, разработанной Университетом в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

ГИА включает подготовку выпускной квалификационной работы (ВКР) и процедуру защиты ВКР.

Подготовка и защита ВКР осуществляется в 4 семестре. Общая трудоемкость составляет 9,0 зачетных единиц, 324 ч.

## 2 Общее описание профессиональной деятельности выпускников

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу *магистратуры* (далее – выпускники), могут осуществлять профессиональную деятельность по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа «Электрические машины и аппараты»:

01 Образование и наука (в сферах: профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования; научных исследований);

16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики);

17 Транспорт (в сфере проектирования и эксплуатации электротехнического оборудования электрического транспорта);

20 Электроэнергетика (в сферах электроэнергетики и электротехники);

27 Металлургическое производство (в сфере эксплуатации электротехнического оборудования);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: производства волоконно-оптических кабелей; проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем, электротехнических комплексов, систем электроснабжения, автоматизации и механизации производства

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников указаны ниже.

*Научно-исследовательской деятельности*: анализировать состояния и динамику показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований; самостоятельно выполнять исследования; разрабатывать планы и программы проведения исследований; способностью проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов техники; проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений.

*Технологическая деятельность*: оценка экономической эффективности технологических процессов, инновационно-технологических рисков при внедрении новой техники и технологий; разработка мероприятий по эффективному использованию энергии и сырья; выбор методов и способов обеспечения экологической безопасности производства.

*Педагогической деятельности*: выполнение функций преподавателя при реализации образовательных программ в образовательных организациях.

*Организационно-управленческой деятельности*: управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка; управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности; адаптация современных версий систем

управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов, осуществление технического контроля и управления качеством.

*Проектная деятельность:* разработка и анализ обобщенных вариантов решения проблемы; прогнозирование последствий принимаемых решений; нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности; планирование реализации проекта; оценка технико-экономической эффективности принимаемых решений.

*Эксплуатационная деятельность:* способностью к проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.

*Конструкторская деятельность:* расчеты и конструирование элементов и узлов объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием; подтверждение решений с использованием моделирования объектов профессиональной деятельности; контроль качества объектов профессиональной деятельности.

Объектами профессиональной деятельности выпускника являются:

электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая технологию их производства, ремонта, управления и регулирования;

электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы управления потоками энергии;

электромагнитные системы и устройства механизмов, технологических установок и электротехнических изделий, первичных преобразователей систем измерений, контроля и управления производственными процессами;

электрическая изоляция электротехнических устройств, кабельные изделия и провода, электрические конденсаторы, материалы и системы электрической изоляции электрических машин, трансформаторов, кабелей, электрических конденсаторов;

силовая часть электрического привода механизмов и технологических комплексов в различных отраслях;

обеспечения электромагнитной совместимости оборудования;

электротехнологические установки и процессы, установки и приборы электронагрева;

электрическое и энергетическое хозяйство и сети предприятий, организаций и учреждений;

электрооборудование низкого и высокого напряжения;

потенциально опасные технологические процессы и производства;

нормативно-техническая документация и системы стандартизации;

персонал.

### 3 Планируемые результаты освоения ОПОП

В результате освоения ОПОП у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные компетенции, установленные ФГОС ВО, а также профессиональные компетенции, установленные образовательной программой магистратуры, сформированные на основе профессиональных стандартов, а также на основе анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, обобщения отечественного и зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли.

Перечень освоенных компетенций при выполнении ВКР приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень освоенных компетенций при выполнении ВКР

| Код                              | Наименование компетенций согласно ОПОП   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|----------------------------------|--|--|
| <b>Универсальные компетенции</b> |  |  |
| УК-1                             | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий                                 | УК-1.1. Выполняет поиск необходимой информации, ее критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи<br>УК-1.2. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет ее декомпозицию на отдельные задачи<br>УК-1.3. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи                            |
| УК-2                             | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла  | УК-2.1. Участвует в управлении проектом на всех этапах жизненного цикла  |
| УК-3                             | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели                                     | УК-3.1. Демонстрирует понимание принципов командной работы (знает роли в команде, типы руководителей, способы управления коллективом)<br>УК-3.2. Руководит членами команды для достижения поставленной задачи  |
| УК-4                             | Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия | УК-4.1. Осуществляет академическое и профессиональное взаимодействие, в том числе на иностранном языке<br>УК-4.2. Переводит академические тексты (аннотации, обзоры, статьи и т.д.) с иностранного языка или на иностранный язык<br>УК-4.3. Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации |
| УК-5                             | УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия   | УК-5.1. Демонстрирует понимание особенностей различных культур и наций<br>УК-5.2. Выстраивает социальное взаимодействие, учитывая общее и особен-  |

| Код                                     | Наименование компетенций согласно ОПОП  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|---|---|--|
| УК-6                                    | Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки   | ное различных культур и религий<br>УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания<br>УК-6.2. Определяет приоритеты личностного роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |   |  |
| ОПК-1                                   | ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки   | ОПК-1.1. Формирует цели и задачи исследования<br>ОПК-1.2. Определяет последовательность решения задач<br>ОПК-1.3. Формирует критерии принятия решения  |
| ОПК-2                                   | ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы   | ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи<br>ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов<br>ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы   |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |   |  |
| ПК-1                                    | Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, создавать и анализировать модели, прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности | ПК-1.1. Осуществляет организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок<br>ПК-1.2. Проводит анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений<br>ПК-1.3. Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений<br>ПК-1.4. Применяет актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний<br>ПК-1.5. Оформляет результаты научно-исследовательский и опытно-конструкторских работ<br>ПК-1.6. Знает актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний |
| ПК-2                                    | Способен разрабатывать технические решения для электротехнических комплексов, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании, техноло-  | ПК-2.1. Способен разрабатывать технические решения для электротехнических комплексов<br>ПК-2.2. Умеет разрабатывать и исполь-  |

| Код  | Наименование компетенций согласно ОПОП   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|------|--|--|
|      | гической подготовке производства и эксплуатации систем электропривода  | зовать средства автоматизации при проектировании технологической подготовке производства и эксплуатации систем электропривода  |
| ПК-3 | ПК-3. Способен организовывать и выполнять работы по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту, испытаниям и модернизации объектов профессиональной деятельности на основе знаний об особенностях функционирования их основных элементов и устройств, результатов диагностирования, а также правил технического обслуживания и ремонта | <p>ПК-3.1. Организует и выполняет работы по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту объектов профессиональной деятельности, обеспечивает их бесперебойную работу</p> <p>ПК-3.2. Управляет деятельностью по эксплуатации и ремонту объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.4. Способен модернизировать объекты профессиональной деятельности на основе знаний об особенностях функционирования их основных элементов и устройств, результатов диагностирования, а также правил технического обслуживания и ремонта</p> |
| ПК-4 | Способен к реализации различных видов учебной работы   | <p>ПК-4.1. Знает особенности научно-педагогической деятельности</p> <p>ПК-4.2. Умеет разрабатывать план занятий, осуществлять подготовку и проводить занятия</p> <p>ПК-4.3. Владеет методологическими и прикладными знаниями</p>   |

## 4 Требования к ВКР

4.1 ВКР *магистра*, по направлению подготовки/специальности *13.04.02 Электроэнергетика и электротехника* представляет собой самостоятельное логически завершенное исследование, связанное с решением целей и задач основной ОПОП, и демонстрирующее умение ее автора самостоятельно решать поставленную перед ним практическую задачу, формулировать соответствующие выводы и аргументировать свою точку зрения.

4.2 ВКР выполняется в виде *выпускной квалификационной работы магистра*.

4.3 Цели ВКР:

определение соответствия уровня теоретических знаний и практических умений обучающегося требованиям ФГОС ВО;

установление степени готовности выпускника к самостоятельному выполнению профессиональных задач в рамках своего направления подготовки.

4.4. Задачи ВКР:

формирование и развитие способностей для успешного выполнения своих профессиональных обязанностей;

расширение и систематизация теоретических и практических знаний;

подготовка к дальнейшей профессиональной деятельности в условиях непрерывного образования и самообразования.

4.5 Условия и сроки выполнения ВКР устанавливаются выпускающей кафедрой электрических машин и аппаратов на основании локальных документов Университета, приведенных в п.1.2.

4.6 Темы ВКР формируются выпускающей кафедрой электрических машин и аппаратов после обсуждения на заседаниях кафедры. Выпускнику может предоставляться право выбора темы ВКР в порядке, установленном выпускающей кафедрой электрических машин и аппаратов, с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки. Тема ВКР имеет междисциплинарный характер.

4.7 Для подготовки ВКР назначается научный руководитель и, при необходимости, консультанты. ВКР выполняется обучающимся самостоятельно.

4.8 В ВКР на основе теоретической подготовки решаются конкретные практические задачи, выносимые на публичную защиту.

4.9 К ВКР с точки зрения её содержания и изложения предъявляются следующие требования:

– тема ВКР должна быть актуальной;

проблемы имеют открытый характер, а именно, содержат дискуссионные, недостаточно исследованные вопросы;

- выбор предмета исследования, методы его исследования и материал для исследования должны обеспечивать объективность результатов;
- постановка задач должна быть конкретной, вытекать из современного состояния исследуемого вопроса и обосновываться анализом соответствующих научных работ;
- изложение хода и результатов исследования должно иллюстрироваться материалами, подтверждающими обоснованность суждений;
- результаты исследования, изложенные в заключении, должны иметь теоретическую и практическую значимость, сопровождаться рекомендациями по их использованию в практике;
- материал должен излагаться логично, быть доказательным и убедительным;
- работа должна иметь четкую структуру, написана научным языком, оформлена в соответствии с установленными требованиями;
- работа может быть выполнена на русском или одном из изучаемых иностранных языков; язык, на котором пишется ВКР, выбирается по согласованию с научным руководителем;
- объем пояснительной записки работы, включая библиографические ссылки и приложения, должен составлять не менее 50 страниц и не более 200 страниц машинописного текста (средний объем 80 – 100 с.);
- для защиты ВКР магистрант должен подготовить мультимедийную часть, которая состоит из 5 – 15 слайдов, освещающих основное содержание квалификационной работы и иллюстрирующих содержание доклада.

4.10 ВКР состоит из нескольких разделов со следующим порядком следования:

- титульный лист;
- задание;
- аннотация;
- содержание;
- введение;
- общая часть (количество разделов и их содержание определяется темой и задачами, которые должны быть решены в ВКР);
- охрана труда и производственная безопасность;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения (протоколы испытаний математической модели или реального объекта), схемы, графики, рисунки, практические рекомендации и т.п. – по необходимости).

Титульный лист (стандартный бланк) является первой страницей ВКР, служит источником информации, необходимой для идентификации темы, автора, руководителя, места и времени написания работы и поиска документа. Оформляется по типовой форме и должен содержать ряд реквизитов, подписи автора, научного руководителя, рецензента и заведующего кафедрой.

В задании формулируется тема, разделы, которые должен разработать обучающийся при выполнении магистерской работы и оформляется по установленной форме.

Аннотация начинается со сведений об объеме работы, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве использованных источников. Аннотация содержит ключевые слова и краткое содержание работы.

Содержание включает название разделов и подразделов в полном соответствии с их названиями, приведенными в работе, указываются страницы, на которых эти названия размещены.

Введение отражает актуальность выбранной темы, степень её разработанности, теоретическую или практическую значимость, предмет исследования, цель и задачи, избранные методы исследования, элементы научной новизны, основные положения, выносимые на защиту, структуру и апробацию работы.

Общая часть магистерской работы включает теоретические и методологические аспекты, раскрывающие состояние вопроса, предполагаемые методы исследования. Содержание определяется дипломником и его руководителем, исходя из удобства представления результатов работы.

Охрана труда и производственная безопасность – задание выдает консультант кафедры охраны труда и промышленной безопасности.

Выводы должны в краткой форме отразить результаты выполнения поставленной задачи.

Список использованных источников помещается после выводов и представляет собой сведения об информационных источниках (литературных, электронных и др.), использованных при написании ВКР магистранта.

Приложения – следует помещать материалы (рисунки, таблицы, алгоритмы, программы расчета и т.д.), размер которых больше А4.

4.11 ВКР подлежат рецензированию. Порядок рецензирования устанавливается на основании локальных документов Университета, приведенных в п.1.2.

Отзыв рецензента должен включать в себя оценку:

- актуальности темы;
- глубину и объективность анализа имеющейся литературы по теме исследования;
- соответствия работы теме ВКР;
- полноты раскрытия темы;

– убедительности и обоснованности выводов и результатов работы, возможностей их применения на практике;

– соответствия оформления ВКР действующим стандартам.

4.12 Защита ВКР проводится на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии в соответствии с графиком защит ВКР, разработанном выпускающей кафедрой.

4.13 Требования к оформлению ВКР:

4.13.1 Параметры текстового редактора (формат Word):

поля: верхнее, нижнее – 2,0 см, левое – 2,0 см, правое – 1,5 см;

шрифт Times New Roman, размер 14 пт.;

междустрочный интервал – 1,5;

выравнивание по ширине;

абзацный отступ – 1,25 см.

4.13.2 Требования к оформлению основной части ВКР при ее выполнении с использованием пакета MathCad:

– перед и после формулы ставить пустую строку;

– после каждой формулы выводить численные данные величин, входящих в расчетную формулу;

– если величина, используемая в расчетах, встречается впервые, необходимо дать ее описание и ссылку на используемый источник.

Оформление графиков изменения величин, исследуемых в работе, допускается оформлять в соответствии с возможностями пакетов прикладных программ, применяемых для проведения математического исследования, или возможностей измерительной аппаратуры, при проведении объектов (реальных электрических машин и аппаратов или их опытных образцов).

Расширенное содержание разделов приводится в соответствующих методических указаниях к выполнению ВКР с учетом особенностей объекта исследования.

## 5 Фонд оценочных средств для проведения ГИА

### 5.1 Тематика ВКР

При выборе темы необходимо учитывать ее актуальность, практическую значимость для учреждений, организаций и предприятий, где были получены первичные исходные данные для подготовки выпускной квалификационной работы.

При выборе темы целесообразно руководствоваться опытом, накопленным при написании бакалаврской ВКР, курсовых работ, подготовки рефератов и докладов для выступления на семинарах и практических занятиях, конференциях, что позволит обеспечить преемственность научных и практических интересов.

Название темы выпускной квалификационной работы должно быть кратким, отражать основное содержание работы. В названии темы нужно указать объект и / или инструментарий, на которые ориентирована работа. В работе следует применять новые технологии и современные методы.

Примерная тематика ВКР:

1. Разработка предложений по модернизации отрезка серии асинхронного двигателя серии (типа) с учетом влияния зубцовых гармоник.
2. Разработка предложений по модернизации отрезка серии асинхронного двигателя серии (типа) с улучшенными пусковыми характеристиками.
3. Разработка предложений по модернизации отрезка серии асинхронного двигателя серии (типа) с улучшенными энергетическими характеристиками.
4. Разработка предложений по модернизации отрезка серии асинхронного двигателя серии (типа) с повышенной перегрузочной способностью.
5. Разработка предложений по модернизации отрезка серии асинхронного двигателя серии (типа) с пониженной тепловой нагрузкой при работе в повторно-кратковременном режиме с частыми пусками.
6. Исследование влияния геометрии зубцовой зоны ротора на характеристики асинхронного взрывобезопасного двигателя с медной обмоткой ротора.
7. Исследование теплового режима токоведущего контура низковольтного контактора.
8. Исследование системы векторного управления асинхронным двигателем определенного типа.
9. Повышение экономичности асинхронного комбайнового двигателя в динамических режимах работы.
10. Исследование ресурсосберегающих свойств контактора с управляемой коммутацией.
11. Исследование системы частотного полярного управления асинхронным двигателем заданного типа.

12. Исследование функциональных свойств и параметров надежности панели температурно-токовой защиты электродвигателей мостового магнитно-грейферного крана в условиях металлургического производства.

13. Исследование влияния числа ступеней пускового реостата на тепловую нагрузку фазного асинхронного двигателя заданного типа.

14. Исследование влияния управляемой коммутации на процесс износа контактов.

15. Исследование допустимой нагрузки двигателя заданного типа в режимах S1, S2, S3, S4 и S6.

16. Исследование технологических параметров электромеханического дезинтегратора для помола хрупких материалов.

17. Исследование параметров управляемой коммутации низковольтного контактора заданного типа.

18. Исследование асинхронного привода с индукционными резисторами в цепи ротора.

19. Модернизация вакуумного контактора заданного типа с синхронным размыканием контактов.

20. Исследование возможности использования медных обмоток короткозамкнутых роторов в мощных высоковольтных асинхронных двигателях заданного типа.

21. Разработка критерия для оценки процесса генерирования коммутационных перенапряжений вакуумным контактором.

22. Исследование нагрева заготовок в многоиндукторных нагревательных установках.

23. Математическое моделирование режимов работы шнекового электромеханического преобразователя энергии.

24. Исследование процесса электромагнитного измельчения материалов в электромеханическом дезинтеграторе.

25. Исследование двигателя типа ВАО2-280L2 в номинальном повторно-кратковременном режиме с частыми пусками.

26. Исследование целесообразности применения управляемой коммутации в низковольтных контакторах.

27. Оптимальное частотное управление асинхронным двигателем заданного типа.

28. Исследование эксплуатационных характеристик двигателя серии ВАО2 при частотном управлении.

29. Исследование влияния числа ступеней пускового реостата на тепловую нагрузку двигателя.

30. Улучшение технико-экономических показателей асинхронного взрывобезопасного двигателя вариацией электромагнитных нагрузок без изменения его поперечного сечения.

31. Исследование влияния соотношения главных размеров двигателя заданного типа на показатели повторно-кратковременного режима с частыми пусками.

32. Исследование процесса износа контактов вакуумного контактора при дрейфе времени упреждения.

В зависимости от исходных данных и предприятий все студенты обеспечиваются индивидуальным заданием для выполнения ВКР.

## 5.2 Критерии оценивания

Результаты подготовки и защиты выпускной квалификационной работы оцениваются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка за ВКР выставляется государственной экзаменационной комиссией. При выставлении оценки учитываются следующие критерии:

- достижение поставленной цели и степень обоснованности полученных результатов поставленных задач;
- доклад и мультимедийная информация;
- отзыв научного руководителя;
- рецензия;
- ответы на вопросы.

Критерии оценивания результатов подготовки и защиты ВКР представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии оценивания результатов подготовки и защиты ВКР

| Оценка           | Характеристика работы и процедуры защиты ВКР  |
|------------------|---|
| Оценка «отлично» | Выпускная квалификационная работа оформлена в полном соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД, имеет практический характер. Содержание выпускной квалификационной работы раскрывает заявленную тему, а в выводах содержится решение поставленных во введении задач. Все части работы органически взаимосвязаны и на основе изучения значительного объёма источников информации представлен самостоятельный анализ фактического материала и сделаны самостоятельные выводы, приведенные рекомендации и разработки хорошо аргументированы. На защите выпускной квалификационной работы студент демонстрирует глубокие знания вопросов темы, свободно и правильно излагает материал, решает практические задачи, владеет современными методами проектирования, во время доклада использует наглядный материал и легко отвечает на поставленные вопросы. Выпускная квалификационная работа имеет положи- |

| Оценка                          | Характеристика работы и процедуры защиты ВКР   |
|---------------------------------|--|
|                                 | тельную рецензию. Отзыв руководителя о работе студента над выпускной квалификационной работой положительный.   |
| Оценка<br>«хорошо»              | Выпускная квалификационная работа имеет практический характер, материал изложен грамотно и последовательно, с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными предложениями. При защите выпускной квалификационной работы студент показывает знания вопросов темы. Правильно излагает материал, решает практические задачи, а во время доклада использует наглядный материал и без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы. Выпускная квалификационная работа имеет положительную рецензию. Отзыв руководителя о работе студента над выпускной квалификационной работой положительный. |
| Оценка<br>«удовлетворительно»   | Выпускная квалификационная работа носит практический характер, базируется на практическом материале, но анализ выполнен поверхностно. В работе просматривается последовательность изложения материала. Представлены необходимые предложения по совершенствованию предмета исследования. При защите выпускной квалификационной работы студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не даёт полного аргументированного ответа на заданные вопросы. В рецензии имеются серьёзные замечания к содержанию работы. Отзыв руководителя положительный.                                     |
| Оценка<br>«неудовлетворительно» | Выпускная квалификационная работа условно допущена к защите руководителем и выпускающей кафедрой с указанием замечаний по содержанию работы. Студент на защите не может аргументировать выводы, привести подтверждение принятым решениями, не отвечает на поставленные вопросы, плохо владеет темой работы. В рецензии имеются серьёзные замечания к содержанию работы. Отзыв руководителя отрицательный.  |

### 5.3 Контрольные вопросы для оценки результатов выполнения ВКР

При защите ВКР выпускник должен дать ответы на вопросы, касающиеся разрабатываемого объекта, целей и способов решения задач.

*Примерный перечень вопросов:*

1. Какие задачи были решены в ВКР?
2. Какие особенности в работе двигателя, предназначенного для скребкового и ленточного конвейера в сравнении с двигателем вентилятора и как это влияет на тепловую нагрузку двигателя и его надежность?
3. Каким путем обеспечивается расчет нескольких вариантов двигателей: с разными диаметрами, с токами обмоток статора, с разными воздушными зазорами?
4. Типы математических моделей двигателей. Какие данные определяют выбор математической модели?

5. Какие критерии принимались при оптимизации параметров исследуемого объекта (электродвигателя, электронного или электрического аппарата)??

6. Как влияет наличие шлица в пазах ротора на его активное и индуктивное сопротивление?

7. Какими способами можно задать в среде MathCad аналитически данные, приведенные в пособиях в виде таблиц?

8. Как влияют энергетические показатели на габариты машины?

9. Объясните зависимость индуктивного сопротивления от тока?

10. Какие показатели относятся к электромагнитным нагрузкам и почему происходит увеличение КПД двигателя при их снижении?

11. Как из матрицы результатов исследования нескольких объектов выделить данные для каждого?

12. Математическая модель на основе уравнений Парка-Горева учитывает влияние эффекта вытеснения тока на параметры двигателя?

13. Что выступает в роли ограничений при оптимизации?

14. Зачем определялась скорость нарастания температуры обмотки?

15. Что такое провал контактов?

16. Какими параметрами характеризуется контактная пара?

17. Что такое критический зазор?

18. Чем определена допустимая геометрия шин для контактора?

19. Какое напряжение (род и величина) подводится к катушке?

20. Принцип действия контактора и имеет ли он защиты?

21. Чем обеспечивается повышенная износостойкость контактора и как вы ее исследовали в ВКР?

22. Влияние короткозамкнутого витка на процессы в электромагните, какими проведенными исследованиями вы можете подтвердить выводы?

23. Как влияет на контактор величина номинального тока и напряжения?

24. Для чего применяется вакуумная камера в контакторе?

25. При потере вакуума будет ли режим аварийным и если да, то что предотвращает аварию контактора? Исследовали вы этот режим?

26. Какие отличительные особенности спроектированного контактора позволяют использовать его в составе пускателя?

27. Если перед пуском у контактора произошла разгерметизация одного контакта, как это отразится на процессе пуска двигателя?

28. На какие режимы работы рассчитан данный контактор?

29. Высшие гармоники, природа их возникновения и какие существуют способы их подавления?

30. Частотное управление короткозамкнутым асинхронным двигателем и чем ограничивается диапазон регулирования частоты?

31. Сколько режимов работы стандартизовано и при рассмотрении каких требуется учитывать пусковые токи и почему?
32. Какие размеры электрической машины относятся к главным и как они влияют на энергетические характеристики.
33. Какие характеристики относятся к электромагнитным и как они зависят от главных геометрических размеров?
34. Как зависит процесс пуска фазного двигателя от активного и индуктивного пускового сопротивления в цепи ротора?
35. От чего зависит выбор закона регулирования частоты и напряжения при частотном управлении?
36. Чем отличаются системы частотного управления асинхронным двигателями при различных законах изменения частоты и напряжения?
37. Специальные электрические машины и принципы их действия согласно теме ВКР (дезинтегратор, индукционные вулканизаторы, высокочастотные индукционные комплексы, индукционные плавильные печи, полифункциональные электромеханические преобразователи энергии и т.д.)
38. Какие элементы САПР были разработаны в ВКР и их алгоритмы.
39. В чем особенности алгоритма и программы исследования теплового режима токоведущего контура.
40. Какой пакет прикладных программ применялся для исследования процессов и какие допущения приняты в программе?
41. Чем отличается система векторного управления от скалярного?
42. Что такое управляемая коммутация и как она влияет по показателю резервоэнергосбережения?
43. Какими параметрами определяется надежность панели температурно-токовой защиты?
44. Каким способом исследовалась надежность панели температурно-токовой защиты?
45. Каким способом в установке создается вращающееся магнитное поле и почему металл в ковше начинает перемешиваться?
46. Конструкция электромеханического дезинтегратора, и на каких физических явлениях основывается его принцип действия?
47. Как материал и размеры элементов, с помощью которых происходит измельчение материалов в дезинтеграторе, влияют на процесс помола?

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение ГИА

### 6.1 Рекомендуемая литература

#### *Основная литература*

1. Копылов, И. П. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 828 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11700-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518151> (дата обращения: 10.05.2024)
2. Евсиков, А. А. Автоматизированный электропривод с частотным управлением : учебное пособие / А. А. Евсиков, В. А. Коковин, А. П. Леонов. — Дубна : Гос. ун-т «Дубна», 2020. — 121 с. — ISBN 978-5-89847-592-5. Текст : электронный // ФП ГУД [сайт]. — URL: [http://www.uniprotvino.ru/images/publications/ump\\_atp/atp\\_em\\_14.pdf](http://www.uniprotvino.ru/images/publications/ump_atp/atp_em_14.pdf)
3. Сипайлова, Н. Ю. Электрические и электронные аппараты. Проектирование : учебное пособие для вузов / Н. Ю. Сипайлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 167 с. — ISBN 978-5-534-17165-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/532491> (дата обращения: 11.04.2023)
4. Озерова Г.П. Информационные технологии: Mathcad: для студентов инженерных специальностей очной и заочных форм обучения: учебно-методическое пособие / Инженерная школа ДВФУ. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2020 – 1 CD. [63 с.]. – Систем. требования: Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог. – ISBN 978-5-7444-4776-2. – Текст: электронный. Режим доступа [dvfu.ru/upload/medialibrary/aa4/Озерова Г.П. ...](http://dvfu.ru/upload/medialibrary/aa4/Озерова Г.П. ...)

#### *Нормативные ссылки*

1. Обновленные правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии. Приказ Минэнерго России от 12.08.2022 № 811: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=433499>
2. ГОСТ Р 54413-2011. Машины электрические вращающиеся. Часть 30. Классы энергоэффективности односкоростных трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором (код IE): [gost.ruscable.ru](http://gost.ruscable.ru)
3. ГОСТ 18709-73. Машины электрические вращающиеся средние. Установочно-присоединительные размеры: <https://rags.ru/gosts/gost/41671/>
4. ГОСТ ИЕС 60034-5-2011. Машины электрические вращающиеся. Часть 5. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин (Код IP): <https://internet-law.ru/gosts/gost/52284/>
5. ГОСТ 22782.0-81. Электрооборудование взрывозащищенное. Общие технические требования и методы испытаний: <https://internet-law.ru/gosts/gost/22697/>
6. ГОСТ 24754-2013. Электрооборудование рудничное нормальное: <https://internet-law.ru/gosts/gost/57201/>
7. ГОСТ 8865-93. Системы электрической изоляции. Оценка нагревостой-

кости и классификация: <https://internet-law.ru/gosts/gost/38326/>

8. ГОСТ ИЕС 60034-14-2014. Машины электрические вращающиеся. Часть 14. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотами вала 56 мм и более: <https://internet-law.ru/gosts/gost/59846/>

9. ГОСТ ИЕС 60034-9-2014. Машины электрические вращающиеся. Часть 9. Пределы шума: <https://rags.ru/gosts/gost/59850/>

10. ГОСТ 12.2.020-76. Система стандартов безопасности труда. Электрооборудование взрывозащищенное. Классификация. Маркировка: <https://internet-law.ru/gosts/gost/33837/>

11. Правила устройства электроустановок. — 7-е изд. — М.: ЭНАС, 2006. — 552 с: [https://pue-7.ru/pue\\_7.pdf](https://pue-7.ru/pue_7.pdf)

### *Дополнительная литература*

1. Энергетическая система России: прогноз на 2023-2028 годы. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://conomy.ru/analysis/articles/1020>

2. Статистический Ежегодник мировой энергетики 2023. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-consumption-statistics.html>.

3. Влияние высших пространственных гармоник поля на процесс пуска асинхронного двигателя. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://bstudy.net/993396/tehnika/vliyanie\\_vyssih\\_prostranstvennyh\\_garmonik\\_poly\\_a\\_protssess\\_puska\\_asinhronnogo\\_dvigatelya](https://bstudy.net/993396/tehnika/vliyanie_vyssih_prostranstvennyh_garmonik_poly_a_protssess_puska_asinhronnogo_dvigatelya)

4. Сипайлова, Н. Ю. Вопросы проектирования электрических аппаратов : учебное пособие / Н. Ю. Сипайлова. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 168 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34657.html>

5. Крицштейн, А. М. Электрические и электронные аппараты : учебное пособие / А. М. Крицштейн. — 2-е изд. перераб. и доп. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 154 с. — ISBN 978-5-9795-1690-5. — Текст : электронный // Научная библиотека УлГТУ : [сайт]. — URL: <http://lib.ulstu.ru/venec/disk/2017/156.pdf>

6. Гольдберг, О. Д. Инженерное проектирование и САПР электрических машин : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Электромеханика" напр. подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / О. Д. Гольдберг, И. С. Свириденко ; под ред. О.Д. Гольдберга. — М. : Академия, 2008. — 560 с. : ил. + прил. — ( Высшее профессиональное образование ) . — ISBN 978-5-7695-4088-2. — Текст // Научная библиотека ДонГТУ : [сайт]. — URL: [http://library.dstu.education/list.php?IDlist=Q\\_2](http://library.dstu.education/list.php?IDlist=Q_2)

7. Гольдберг, О. Д. Проектирование электрических машин : учеб. пособие / О. Д. Гольдберг, Я. С. Гурин, И. С. Свириденко. — М.: Высш. шк., 1984. — 431 с Библиотека ДонГТУ 13 экз

8. Трубицина, Н. А. Проектирование электрических машин: учебно-методическое пособие к лабораторным работам / Н. А. Трубицина, А. Е. Кочин;. — Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2015. — 44 с.: ил. — Текст : электронный // РОСЖЕЛДОР : [сайт]. — URL:

[https://www.rgups.ru/site/assets/files/120580/trubitcina\\_n.a.\\_proektirovanie\\_elektrich.\\_mashin.\\_k\\_lab.\\_rab.\\_2015.pdf](https://www.rgups.ru/site/assets/files/120580/trubitcina_n.a._proektirovanie_elektrich._mashin._k_lab._rab._2015.pdf)

9. Копылов И. П. Проектирование электрических машин : учеб. пособие для вузов / И.П. Копылов, Ф. А. Горяинов, Б. К. Клоков. — М. : Энергия, 1980. — 496 с Библиотека ДонГТУ 127 экз.

10. Меньшенин, С. Е. Проектирование электрических машин: учебное пособие по дисциплине «Электрические машины» / С. Е. Меньшенин. — Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2016. — 88 с. — Текст : электронный // Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова [сайт]. — URL: [https://siurgtu.ru/sveden/files/MU\\_130302\\_Elektricheskie\\_mashiny\\_MU\\_k\\_KR.pdf](https://siurgtu.ru/sveden/files/MU_130302_Elektricheskie_mashiny_MU_k_KR.pdf)

11. Изюмов, А. А. Компьютерные технологии в науке и образовании : учебное пособие / А. А. Изюмов, В. П. Коцубинский. — Томск : Эль Контент, 2012. — 150 с. — ISBN 978-5-4332-0024-1. — Текст : электронный // Мосоковский городской университет МГПУ [сайт]. — URL: [https://sdo.mgpu.ru/pluginfile.php?file=/49935/mod\\_page/content/10/ИКТ%20в%20науке%20и%20образовании%20%281%29.pdf](https://sdo.mgpu.ru/pluginfile.php?file=/49935/mod_page/content/10/ИКТ%20в%20науке%20и%20образовании%20%281%29.pdf)

12. Гурин, Я.С. Проектирование серий электрических машин [Текст]: учеб, пособие / Я.С. Гурин, Б.И. Кузнецов. — М.: Энергия, 1978. — 480 с. Библиотека ДонГТУ 23 экз.

13. Фомичев, Н. И. Автоматизированные системы научных исследований : учеб. пособие / Н. И. Фомичев. — Ярославль. : Изд-во Яросл. гос. ун-та, 2001. — 112 с. — ISBN 5-8397-0156-4. — Текст : электронный // Ярославская корпоративная библиотечная сеть : [сайт]. — URL: <http://lib.yar.ru/yarcln/edoc/yarsu/pdf/190100.pdf>

14. Загряцкий, В. И. Комбайновые двигатели / В. И. Загряцкий, Л. Б. Ландкоф, Б. В. Савин. — Кишинев : Штиинца, 1985. — 135 с. с ил. Режим доступа [rusneb.ru>catalog/000199\\_000009\\_001296152/](http://rusneb.ru/catalog/000199_000009_001296152/) (дата обращения 14.05.2024).

15. Савельев, А. В. Проектирование электромеханических аппаратов автоматики с применением ЭВМ / А. В. Савельев; под ред. С. Ю. Рыжова. — М: Изд-во МЭИ, 1998. — 75 с [https://www.studmed.ru/view/savelev-av-proektirovanie-elektromehaniческих-apparatov-avtomatiki-s-primeneniem-evm\\_60b2dcefbb.html](https://www.studmed.ru/view/savelev-av-proektirovanie-elektromehaniческих-apparatov-avtomatiki-s-primeneniem-evm_60b2dcefbb.html)

16. Сахаров, П. В. Проектирование электрических аппаратов (Общие вопросы проектирования) : учебное пособие для студентов электротехнических вузов. / П. В. Сахаров. — М. : Энергия, 1971. — 560 с. — Текст Библиотека ДонГТУ 81 экз

17. ОАО "Электрокомплекс". Низковольтный вакуумный контактор КТ12Р37. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.electrocomplex.ru>

18. Лачин, В. И. Электроника : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки 220200 "Автоматизация и управление" / В. И. Лачин, Н. С. Савелов. — 7-е изд. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 704 с. : ил. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-222-14809-9. — Текст // Режим доступа [reallib.org>reader?file=544774](http://reallib.org/reader?file=544774) Дата обращения – 10.04.2024

19. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, — 2010. — 280 с. — ISBN 978-5-397-00849-5. — Текст : электронный // Сайт академика РАО Новикова А.М. : [сайт]. — URL: <http://anovikov.ru/books/mni.pdf>

20. Дьяков, А. Ф. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник для вузов / А. Ф. Дьяков, Б. К. Максимов, Р. К. Борисов, И. П. Кужекин, А. Г. Темников, А. В. Жуков ; под ред. чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, проф. А. Ф. Дьякова. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 544 с. — ISBN 978-5-383-00973-4.— Текст : электронный // Лаборатория ЭМС инноваций : [сайт]. — URL: <https://www.emctestlab.ru/upload/iblock/f3c/tp2rs4qxgr5yvgaxv4fdoqh1lift9q8v.pdf>

21. Озерова, Г. П. Информационные технологии: Mathcad: для студентов инженерных специальностей очной и заочных форм обучения: учебно-методическое пособие / Г. П. Озерова. — Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2020. — 63 с. — ISBN 978-5-7444-4776-2. — Текст : электронный. URL: <https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/aa4/Озерова%20Г.П.%20Информационные%20технологии.%20Mathcad.pdf>

### ***Учебно-методическое обеспечение***

1. Методические указания к выполнению семестровых практических заданий по дисциплине «Взрывобезопасное электрооборудование / Сост. В.Г.Стройников ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2021 г. – 21 с..

2. Методические указания «Программа и методические указания к выполнению семестровых практических заданий по дисциплине: «Техническая диагностика электромеханических устройств и систем» / Сост. В.Г.Стройников ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2021 г. – 16 с.

3. Методические указания и программа к выполнению семестровых практических заданий по дисциплине "Надежность электрооборудования" / Сост. В.Г.Стройников ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2021 г. – 55 с.

4. Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине "Основы создания электромеханических устройств"» / Сост. В.Г.Стройников ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2021 г. – 28 с.

5. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электроснабжение промышленных установок»/ Сост. В.Г.Стройников ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2021 г. – 194 с.

### **6.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная библиотека ДонГТУ – [library.dstu.education](http://library.dstu.education)

2. Электронная библиотека БГТУ им. Шухова – <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>

3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

5. Электронная библиотека "Астраханский государственный университет"

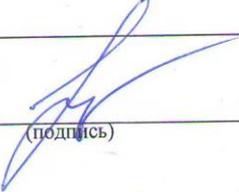
– <https://biblio.asu.edu.ru>

6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) <https://www.gosnadzor.ru/>



## Лист согласования программы ГИА.

Разработал:

|   |   |                              |
|---|---|------------------------------|
| Доцент кафедры ЭМА<br>(должность)                       | <br>(подпись) | Комаревцева Л.Н.<br>(Ф.И.О.) |
| Доцент кафедры ЭМА<br>(должность)                       | <br>(подпись)  | Овчар А.П.<br>(Ф.И.О.)       |
| Доцент кафедры ЭМА<br>(должность)                       | <br>(подпись)  | Морозов Д.И.<br>(Ф.И.О.)     |
| Ст.преподаватель До-<br>цент кафедры ЭМА<br>(должность) | <br>(подпись)  | Верхола А.В.<br>(Ф.И.О.)     |
| (должность)   | (подпись)   | (Ф.И.О.)                     |

Протокол № 12 заседания кафедры  
электромеханики им. А.Б.Зеленова

от 16.05 2024 г.

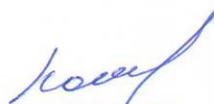
И.о. декана факультета АПП

  
(подпись)

Д.И.Морозов  
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической  
комиссии по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и  
Электротехника, профиль  
«Электрические машины и аппараты»

  
(подпись)

Л.Н. Комаревцева  
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

  
(подпись)

О.А. Коваленко  
(Ф.И.О.)

## Лист регистрации изменений программы ГИА

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений |                           |
| ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:  | ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ: |
| Основание:  |                           |
| Подпись лица, ответственного за внесение изменений                              |                           |