Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ А.В. Бурмистров
«11» 09 2018 г.

ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки	13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Программа подготовки	электропривод и автоматика
Квалификация выпускника:	магистр
Форма обучения:	очная/очно-заочная/заочная
Институт, факультет	Институт управления, автоматизации и информационных технологий, факультет управления и автоматизации

Кафедра-разработчик рабочей программы: электропривода и электротехники

Казань, 2018 г.

Программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 28.02.2018 г. № 147) по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» и в соответствии с Положением «О государственной итоговой аттестации по образовательным программам бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Разработчик программы: зав. кафедрой ЭЭ,
профессор _____ В. Г. Макаров

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электропривода и электротехники
протокол от 03.09.2018 г. № 1

Зав. кафедрой, проф._____ В. Г. Макаров

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета управления и автоматизации от 10.09.2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор _____ Р.Н. Зарипов

Зав. отделом магистратуры Я. Р. Валитова

1. Цели государственной итоговой аттестации (ГИА)

Целями ГИА являются:

а) систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний, практических, профессиональных умений и навыков выпускников;

б) развитие навыков ведения самостоятельной работы и овладения методикой исследования при решении проблем и вопросов, обозначенных в выпускной квалификационной работе;

в) определение степени готовности выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия уровня его подготовки требованиям ФГОС ВО.

2. Место ГИА в структуре ООП

ГИА является завершающим этапом реализации ООП по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» по профилю подготовки «Электропривод и автоматика» и включает в себя защиту выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты. Общая продолжительность ГИА составляет 6 недель.

3. Компетенции, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы

В результате освоения ООП выпускник, освоивший программу магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» должен обладать следующими компетенциями**:**

универсальными (УК):

УК-1 – способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-2 – способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

УК-3 – способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели;

УК-4 – способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия;

УК-5 – способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;

УК-6 – способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;

общепрофессиональными (ОПК):

ОПК-1 – способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки;

ОПК-2 – способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;

профессиональными (ПК):

ПК-1 – способен осуществлять разработку вариантов структурных схем систем электропривода и выбор наиболее оптимальной;

ПК-2 – способен применять типовые проектные решения систем электропривода;

ПК-3 – способен использовать технические решения передовых отечественных и зарубежных производителей систем электропривода.

4. Требования к выпускным квалификационным работам (ВКР)

4.1 Цели и задачи ВКР

Выпускная квалификационная работа выпускника – это самостоятельная работа обучающегося, отражающая его практическую и теоретическую направленность к выполнению профессиональных задач, определенных ФГОС ВО.

ВКР является заключительным этапом проведения государственных аттестационных испытаний и ставит следующие цели:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний, практических, профессиональных умений и навыков выпускников;
- развитие навыков ведения самостоятельной работы и овладения методикой исследования при решении проблем и вопросов, обозначенных в ВКР;
- определение степени готовности выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия уровня его подготовки требованиям ФГОС ВО.

Для реализации поставленных целей магистр в процессе выполнения ВКР должен решить следующие задачи:

1) обосновать актуальность выбранной темы, ее значимость для науки и практики;

2) изучить и систематизировать теоретико-методологическую литературу, нормативно-техническую документацию, статистические материалы, справочную и научную литературу по выбранной теме;

,3) изучить условия функционирования электроэнергетических систем или электропривода с учетом специфики выбранной темы магистерской диссертации;

4) собрать необходимый материал для проведения теоретических исследований и компьютерного моделирования объекта исследования в соответствии с темой магистерской диссертации;

5) изложить и аргументировать свою точку зрения по дискуссионным вопросам, проблемам, рассматриваемых в ВКР;

6) дать рекомендации по рациональному (оптимальному) построению электроэнергетических систем или систем управления электроприводов с учетом использования энергосберегающих технологий, режимов работы и алгоритмов управления;

7) провести сравнительный анализ полученных результатов с уже известными и сделать выводы.

4.2 Общие требования к ВКР

ВКР *магистра* может быть исследовательского, проектного или комбинированного типа.

ВКР исследовательского типа в качестве основного результата может содержать решение актуальных задач исследования режимов работы электроэнергетических систем или автоматизированных электроприводов с целью повышения их энергетической эффективности, снижения стоимости и эксплуатационных затрат, увеличения надежности и др. в виде методик теоретического исследования.

ВКР проектного типа в качестве основного результата может содержать практические рекомендации по рациональному (или оптимальному) построению электроэнергетических систем или автоматизированных электроприводов, а также рекомендации по обеспечению их рациональных (или оптимальных) режимов работы в виде структурных, функциональных и принципиальных схем, методик расчета, проектирования, компьютерного моделирования и исследования и др.

ВКР комбинированного типа в качестве основного результата может содержать как решение актуальных задач исследования режимов работы электроэнергетических систем или автоматизированных электроприводов с целью повышения их энергетической эффективности, снижения стоимости и эксплуатационных затрат, увеличения надежности и др. в виде методик теоретического исследования, так и практические рекомендации по рациональному

(или оптимальному) построению электроэнергетических систем или автоматизированных электроприводов, а также рекомендации по обеспечению их рациональных (или оптимальных) режимов работы в виде структурных, функциональных и принципиальных схем, методик расчета, проектирования, компьютерного моделирования и исследования и др.

ВКР *магистра* должна отвечать следующим требованиям:

- тема ВКР должна быть актуальной;
- тема работы, ее цели и задачи должны быть тесно связаны с решением проблем(ы), обозначенных в исследовании;
- работа должна быть структурирована, отвечать требования логичного, последовательного изложения материала, обоснованности сделанных выводов и предложений;
- и т.д.

В целом структура, содержание, объем работы, последовательность ее выполнения, правила и требования к ее оформлению определены методическими указаниями, подготовленными на выпускающей кафедре.

4.3 Требования к содержанию основной части ВКР

Основная часть ВКР магистра состоит из трех глав, при этом каждая глава – в среднем из двух – трех параграфов. Формулировка глав и параграфов должна быть четкой, краткой и в последовательной форме раскрывать содержание ВКР.

Первую постановочно-обзорную часть ВКР целесообразно начать с характеристики объекта и предмета исследования.

Вторую теоретическую часть следует посвятить обзору и анализу известных методов и способов решения проблем и задач, сформулированных в задании на ВКР. На основании проведенного анализа должен быть обоснован выбор методов теоретического исследования с указанием их достоинств и недостатков. Во второй части могут рассматриваться известные или усовершенствованные в рамках выполняемой ВКР математические модели, методы аналитического исследования и компьютерного моделирования, с помощью которых предполагается решать поставленные задачи.

В третьей исследовательской части могут быть приведены результаты компьютерного моделирования или экспериментального исследования положений и результатов, полученных в теоретической части ВКР. Здесь могут содержаться структурные, функциональные и принципиальные схемы электроэнергетических систем и автоматизированных электроприводов, методики их расчета, проектирования, компьютерного моделирования и экспериментального исследования, технико-экономическое обоснование.

В четвертой части необходимо провести анализ полученных результатов. Если в ВКР, наряду с теоретическими исследованиями, проводилось экспериментальное исследование, то необходимо провести сравнительный анализ совпадения результатов. Целесообразно сравнить полученные результаты с исследованиями других авторов.

4.4 Требования к тематике ВКР

Тематика ВКР разрабатывается выпускающей кафедрой, рассматривается и утверждается на заседании кафедры, а затем утверждается Ученым советом института. Перечень тем ВКР ежегодно обновляется и корректируется. Примерная тематика ВКР приведена в разделе 8.

5. Оценочные средства для проведения ГИА

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

Полный перечень оценочных средств представлен в фонде оценочных средств для ГИА.

6. Информационно-методическое обеспечение ГИА

Для выполнения ВКР в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

6.1 Основная литература

№	Основные источники информации	Кол-во экз.
1.	Поляков А.Е., Чесноков А.В., Филимонова Е.М. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами. – М.: Инфра-М, 2015. – 224 с.	ЭБС «Znanium.com» https://new.znanium.com/catalog/product/506589, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2.	Онищенко Г.Б. Теория электропривода. – М.: Инфра-М, 2015. – 294 с.	ЭБС «Znanium.com» https://new.znanium.com/catalog/product/452841, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3.	Усольцев А.А. Электрические машины. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 420 с.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4.	Встовский А.Л. Электрические машины. – Красноярск: Сиб. федер.ун-т, 2013. – 464 с.	ЭБС «Znanium.com» https://new.znanium.com/catalog/product/492153, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5.	Ушаков В. Я. Современные проблемы электроэнергетики. – Томск: Томский политехн. ун-т, 2014. – 447 с.	ЭБС «Znanium.com» https://new.znanium.com/catalog/product/701886, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
6.	Синюгин В.Ю. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике. – М.: ЭНАС, 2008. – 352 с.	ЭБС «Book.ru» http://www.book.ru/915201, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
7.	Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика (Производство тепловой и электрической энергии): учебник/ Быстрицкий Г.Ф., Гасангаджиев Г.Г., Кожевников В.С. – М.: КноРус, 2016. – 407 с.	ЭБС «Book.ru» http://www.book.ru/918629, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
8.	Семенов Б.Ю. Силовая электроника: профессиональные решения. – М.: СОЛОН-Пр., 2017. – 416 с.	ЭБС «Znanium.com» https://new.znanium.com/catalog/product/1015057, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
9.	Ясницкий Л. Н. Современные проблемы науки: учебное пособие / Л.Н. Ясницкий, Данилевич Т. В. – 4-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 297 с.	ЭБС «Университетская библиотека» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561650, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
10.	Щербаков Е.Ф., Александров Д.С. Электрические аппараты. – М.: Инфра-М, 2015. – 304 с.	ЭБС «Znanium.com» https://new.znanium.com/catalog/product/466595, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.	Основы теории электрических аппаратов / Е.Г. Акимов, Г.С. Белкин, А.Г. Годжелло, В.Г. Дегтярь. – 5-е изд. перераб. и доп. – С.-Петербург: Лань, 2015. – 592 с.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/book/61364, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

6.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

№	Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1.	Муравьев В.М. Электрические машины: сборник тестовых задач. – М.: МГАВТ, 2010. – 40 с.	ЭБС «Znanium.com» https://new.znanium.com/catalog/product/404479, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2.	Грунтович Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2018. – 271 с.	ЭБС «Znanium» https://new.znanium.com/catalog/product/947807, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3.	Шаталов А. Ф., Воротников И.Н., Мастепаненко М.А., Шарипов И.К. Моделирование в электроэнергетике. – Ставрополь: Ставропольск. гос. Аграрн. ун-т, 2014. – 140 с.	ЭБС «Znanium.com» https://new.znanium.com/catalog/product/514263, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4.	Шаталов А. Ф., Воротников И.Н., Мастепаненко М.А., Шарипов И.К. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике. – Ставрополь: Ставропольск. гос. аграрн. ун-т, 2014. – 64 с.	ЭБС «Znanium.com» https://new.znanium.com/catalog/product/515122, доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5.	Терехов В. М., Осипов О. И. Системы управления электроприводов: Учебник для ВУЗов – М: Академия, 2005. – 304с.	30 экз. в УНИЦ КНИТУ
6.	Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. – 272 с.	31 экз. в УНИЦ КНИТУ
7.	Розанов Ю. К., Соколова Е. М. Электронные устройства электромеханических систем. – М.:Академия, 2006. – 272 с.	26 экз. в УНИЦ КНИТУ

6.3. Электронные источники информации

Для выполнения ВКР рекомендуется использование следующих электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ. – http://ruslan.kstu.ru/;
2. ЭБС «ЮРАЙТ». – http://www.biblio-online.ru/;
3. Научная электронная библиотека –http://elibrary.ru;
4. ЭБС «Znanium.com» – www.znanium.com;
5. ЭБС «IPRbooks» – http://www.iprbookshop.ru;
6. ЭБС «Лань» – http://e.lanbook.com;

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Учебно-научный информационный центр

6.4 Дополнительные электронные источники информации

Официальные сайты ведущих мировых производителей электротехнического, энергетического и электромеханического оборудования: *www.siemens.ru, www.mitsubishi-electric.ru, www.danfoss.ru, www.vacon.ru, www.vacon-drivers.ru, www.schnider-electric.ru, www.controltechniques.ru, www.belimo.ru, www.semikron.ru* и др.

7. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы

7.1 Перечень рекомендуемых тем ВКР

Примерная тематика ВКР:

1. Электромеханическая система с автогенераторной схемой управления.
2. Преобразователь механической энергии в тепловую.
3. Применение теории обобщенной электрической машины к трехфазному асинхронному двигателю.
4. Учет нелинейности магнитопровода в математической модели трехфазного асинхронного двигателя.
5. Учет потерь в стали в математической модели трехфазного асинхронного двигателя.
6. Анализ управляемости асинхронного электропривода.
7. Анализ наблюдаемости токов ротора асинхронного электропривода.
8. Анализ чувствительности асинхронного электропривода.
9. Идентификация параметров асинхронного двигателя.
10. Идентификация параметров и процессов асинхронного двигателя.
11. Оптимальное управление токами асинхронного электропривода по критерию энергосбережения.
12. Векторное управление асинхронным электроприводом с учетом нелинейности магнитопровода.
13. Векторное управление асинхронным электроприводом с формированием требуемого темпа изменения переменных.
14. Бездатчиковое определение частоты вращения в асинхронном электроприводе.
15. Электроснабжение индивидуального жилого дома с применением альтернативного источника энергии.
16. Исследование системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель.
17. Электропривод с нейронно-сетевым регулятором.
18. Обеспечение системной надежности качества электроэнергии на предприятиях с непрерывным технологическим процессом.
19. Анализ энергетической эффективности тепловых насосов.
20. Обеспечение гарантированного питания в системе собственных нужд электростанций и подстанций.
21. Анализ способов возбуждения синхронных генераторов тепловых электрических станций.
22. Анализ работы систем электроснабжения.
23. Асинхронный электропривод с многоуровневым инвертором напряжения.
24. Исследование влияния преобразователя частоты на компенсирующие устройства.
25. Исследование электромагнитной совместимости преобразователя частоты.
26. Исследование электромагнитной совместимости высоковольтных преобразователей частоты.
27. Влияние высших гармоник выходных напряжений преобразователя частоты на потери энергии в электродвигателе.

28. Проблемы пуска электродвигателей в различных условиях.
29. Исследование двухфазного асинхронного электропривода.
30. Анализ характеристик двухфазных автономных инверторов напряжения.
31. Идентификация электропривода с использованием нейронно-сетевых алгоритмов.

8 Процедура оценивания результатов освоения образовательной программы

Процедура оценивания результатов освоения образовательной программы включает в себя оценку уровня сформированности профессиональных компетенций студента при защите выпускной квалификационной работы.

8.1 Оценивание результатов освоения ООП на защите ВКР

Процедура оценивания результатов освоения образовательной программы включает в себя оценку уровня сформированности профессиональных компетенций студента при защите выпускной квалификационной работы.

При защите выпускной квалификационной работы оценивается:
- содержание выпускной квалификационной работы,
- оформление работы,
- презентация выпускной квалификационной работы на защите,
- ответы на вопросы.

Результаты защиты выпускной квалификационной работы фиксируются в баллах. Общее количество баллов (100 баллов) складывается из:
- 50 баллов (50% от общей оценки) оценка за содержание ВКР,
- 20 баллов за оформление ВКР,
- 20 баллов за доклад и презентацию выпускной квалификационной работы,
- 10 баллов за ответы на вопросы.

Результаты защиты выпускной квалификационной работы заносятся членами государственной экзаменационной комиссии в листы экзаменатора. При обсуждении результатов защиты по каждому студенту заслушивается мнение всех членов государственной экзаменационной комиссии, коллегиально определяется уровень сформированности компетенций студента и выставляется оценка.

После окончания защиты выпускной квалификационной работы заполненные и подписанные членами государственной экзаменационной комиссии листы экзаменатора сдаются секретарю государственной экзаменационной комиссии.

Оценка результатов защиты выпускной квалификационной работы проводится с применением следующих критериев оценивания компетенций:

№ п/п	Наименование компетенции (группы компетенций)	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Максимальный балл	Примечание
1.	Универсальные компетенции УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6; общепрофессиональные компетенции ОПК-1, ОПК-2; профессиональ-	Содержание выпускной квалификационной работы **50 баллов**	Соответствие структуры и содержания работы требованиям ФГОС и метод. Рекомендаций (УК-1, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1)	5	
			Полнота и актуальность библиографических источников и электронных источников информации (УК-4, УК-5)	5	

	ные компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-3		Соответствие результатов ВКР поставленным цели и задачам (УК-1, УК-3)	5	
			Полнота и глубина раскрытия теоретической базы работы, тематики ВКР в целом (ПК-1, ПК-2, ПК-3)	10	
			Практическая направленность работы(ПК-1)	5	
			Самостоятельность подхода в раскрытии темы, наличие собственной точки зрения (УК-2, УК-6)	5	
			Правильность выполнения расчетов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3)	10	
			Обоснованность выводов (ПК-1, ПК-2, ПК-3)	5	
2.		Оформление ВКР **20 баллов**	Соответствие оформления работы требованиям методических рекомендаций	5	
			Объем работы соответствует требованиям методических рекомендаций	5	
			В тексте работы есть ссылки на источники и литературу	5	
			Список источников и литературы актуален и оформлен в соответствии с требованиями методических рекомендаций	5	
3.	Профессиональные компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-3	Содержание, качество доклада и оформление презентации **20 баллов**	Содержание и качество доклада (ПК-1, ПК-2, ПК-3)	10	
			Полнота и соответствие содержания презентации содержанию ВКР (ПК-1, ПК-2, ПК-3)	10	
4.	Профессиональные компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-3	Ответы на дополнительные вопросы **10 баллов**	Полнота, точность, аргументированность ответов (ПК-1, ПК-2, ПК-3)	10	
	ВСЕГО:			**100**	

При оценивании результатов защиты выпускной квалификационной работы применяются следующие шкалы:

Баллы	Оценка	Уровень сформированности компетенций
87 – 100	Отлично	высокий
73 – 87	Хорошо	хороший
61 – 72	Удовлетворительно	достаточный
до 60	Неудовлетворительно	недостаточный