



СК-РП-15.1-04-22

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

Программа кандидатского экзамена

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«12» мая 2022 г.

Кафедра «Электрооборудование, электропривод и автоматика»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.4.2
«ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ»

Область науки:

2. Технические науки

Группа научных специальностей:

2.4. Энергетика и электротехника

Наименование отрасли науки, по которой
присуждаются ученые степени:

технические науки

Научная специальность

2.4.2. Электротехнические комплексы и
системы

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Программа предназначена для методического сопровождения процесса подготовки аспирантов (соискателей) к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Электрооборудование, электропривод и автоматика» (ЭПА)

протокол № 5 от "12" мая 2022г.

Заведующий кафедрой «ЭПА»

д.т.н., доц.  Дарьенков А.Б.
подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации

 Трубочкина Е.Л. «12» мая 2022 г.
личная подпись расшифровка подписи дата

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	4
2	Программа кандидатского экзамена по специальности 2.4.2 «Электро- технические комплексы и системы»	4
3	Дополнительная программа	9
	Приложение. Пример оформления дополнительной программы	10

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

1 Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине состоит из двух частей:

- 1) основная программа по специальности, разработанной в соответствии с паспортом научной специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы»;
- 2) дополнительной программы, разрабатываемой аспирантом (соискателем).

Экзаменационные билеты должны включать 2-3 вопроса из основной программы и 1-2 вопроса из дополнительной программы.

2 Программа кандидатского экзамена по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы»

Данная программа составлена на основании дисциплин направления 2.4 «Энергетика и электротехника», связанных с особенностями проектирования и эксплуатации электротехнических комплексов и систем с учетом перспектив их развития, анализом системных свойств и связей, физических, математических, имитационных и компьютерных моделей. Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

2.1 Теория электропривода

Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты).

Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.

Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.

Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне и торможении электропривода с учетом процессов в рабочем механизме.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-ПП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или не линейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.

Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения.

Основные характеристики приборных систем электроприводов.

Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы.

Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.

2.2 Автоматическое управление электроприводом

Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей. Синтез систем с контактными и бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы.

Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.

Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.

Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями. Системы с машинами двойного питания. Структура управления специальным приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.д.). Управление электроприводами с линейными двигателями.

Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.

Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного дей-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-ПП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

ствия. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах. Применение микропроцессоров и микро-ЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.

Надежность и техническая диагностика электроприводов.

2.3 Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования

Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям). Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др.

Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.

Контактные и бесконтактные узлы электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).

2.4 Электротехнические комплексы систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и электрифицированного транспорта

Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени (по отраслям). Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.

Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.

Выбор систем и схем электроснабжения. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям). Сокращение числа трансформации и выбор числа трансформации. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.

Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям). Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.

Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.

Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.

Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям). Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.

Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств.

Заземление электроустановок, молниезащита промышленных и транспортных сооружений, жилых и культурно-бытовых зданий.

Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок.

Электрический баланс в системах электроснабжения городов, промышленных предприятий и подвижных объектов. Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения. Нормирование энергопотребления.

2.5 Список литературы

Основная литература

1. Фролов Ю.М. Регулируемый асинхронный электропривод : Учеб.пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. - 2-е изд.,стер. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2018. - 462 с.

2. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов- М.: Издательский дом МЭИ, 2015. -373 с.

3. Онищенко Г.Б. Теория электропривода: Учебник/ Г.Б. Онищенко – М.:ООО «Образование и исследование», 2013. – 352 с.

4. Никитенко Г.В. Электропривод производственных механизмов: Учеб.пособие / Г. В. Никитенко. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар : Издательство «Лань», 2013. - 208 с.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-ПП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

5. Онищенко Г.Б. Электрический привод: Учебник/ Г.Б. Онищенко – М.: «Академия», 2006. – 288с.

6. Булкин А.Е. Автоматическое регулирование энергоустановок. М.: Изд.дом МЭИ, 2009. – 245 с.

7. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. – М.: Альянс, 2008. – 496с.

8. Электроника и микропроцессорная техника : Учебник / В. И. Калашников, С. В. Нефедов ; Под ред. Г.Г.Раннева. - М. : Изд.центр "Академия", 2012. - 368 с.

9. Системы электроснабжения: учебник для вузов / Г.Я. Вагин, А.Л. Куликов, А.Б. Лоскутов, Е.Н. Соснина. – Нижегородский гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019. – 462 с.

10. Силовое оборудование тяговых подстанций железных дорог. ОАО «РЖД» - М.: «Трансиздат», 2004. – 384 с.

11. Электроснабжение и электрооборудование жилых и общественных зданий / В.И. Григорьев, Э.А. Киреева, А.П. Минтюков и др. М.: Энергоатомиздат, 2003.

12. Правила устройства электроустановок: 7-е изд. М.: ИЦ ЭНАС, 2011 – 552 с.

13. Герман Л.А., Субханвердиев К.С., Герман В.Л. Автоматизация электроснабжения тяговой сети переменного тока: учебное пособие. Н. Новгород. – Сам-ГУПС в Н. Новгороде, 2019. – 234 с.

14. Электротехнический справочник. Т. 4. Использование электрической энергии / под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 696 с.

15. Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б., Севостьянов А.А. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие. Нижегородский гос. техн. ун-т. Нижний Новгород, 2004. – 214 с.

Дополнительная литература

1. Калашников В.И. Электроника и микропроцессорная техника / В.И. Калашников, С. В. Нефедов; под ред. Г.Г. Раннева –М. : Издательский центр «Академия», 2012 – 368 с.

2. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев – 4-ое изд., доп. – М.: Высш.шк., 2006. – 799 с.

3. Смирнов Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники: учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов – 2 изд., испр. СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2013. - 496 с.

4. Силовая электроника: Учеб. пособие для бакалавров/ Г.С.Зиновьев. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 668с.

5. Основы силовой электроники: Учеб. пособие / Г.С.Зиновьев. – 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. – 671с.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

6. Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем. СПб.: БХВ- Петербург, 2015.

7. Дарьенков А.Б. Синхронный электропривод газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций / А.Б. Дарьенков, С.Е. Степанов, В.Г. Титов; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород, 2013. - 159 с.

3 Дополнительная программа

Дополнительная программа, самостоятельно составляемая аспирантом (соискателем), включает в себя титульный лист, не менее 15 вопросов по теме диссертации и не менее 15 источников литературы. Дополнительная программа должна быть подписана научным руководителем и согласована с деканом факультета подготовки специалистов высшей квалификации. Пример оформления дополнительной программы приведен в Приложении.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления дополнительной программы

Минобрнауки России

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА**

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФСВК

_____ Р.Ш. Бедретдинов

«__» _____

Дополнительная программа

к кандидатскому экзамену

по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Дополнительная программа экзамена по специальности

1. Технологические схемы машиностроительных предприятий.
2. Основные потребители электроэнергии на машиностроительных предприятиях.
3. Режимы электропотребления машиностроительных предприятий.
4. Цели и задачи нормирования потребления электроэнергии.
5. Объекты нормирования электропотребления и структура норм.
6. Выбор единиц нормирования.
7. Методы разработки норм расхода электроэнергии.
8. Цели и задачи проведения энергетических обследований машиностроительных предприятий.
9. Экономия энергоресурсов путем совершенствования систем энергоснабжения.
10. Экономия энергоресурсов путем совершенствования их энергоиспользования.
11. Экономия электроэнергии путем совершенствования систем электроснабжения.
12. Экономия электроэнергии путем совершенствования электропотребления.
13. Методики выбора энергоресурсосберегающих технологий и оборудования.
14. Метод экспертной технической оценки энергоресурсосберегающих технологий и оборудования.
15. Технико-экономическое обоснование выбора энергоресурсосберегающих технологий и оборудования.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

Список литературы

1. Экономия энергоресурсов в промышленных технологиях. Справочно-методическое пособие / Г.Я. Вагин, Л.В. Дудникова и др. - Н. Новгород: НГТУ, НИЦЭ, 2001. – 134 с.
2. Основные положения по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве. – М.: Атомиздат, 1980. – 16 с.
3. Энергоаудит и нормирование расходов энергоресурсов: Сборник методических материалов; Учебное пособие / НГТУ, НИЦЭ. - Н. Новгород, 1998. – 220 с.
4. Хорьков С.А., Колесников Ю.С. Нормирование потребления электрической энергии на промышленном предприятии. – Энергоэффективность: опыт, проблемы решения, 2004, №1-2. –С. 29-35.
5. Вагин Г.Я., Петрицкий С.А. Методы нормирования расходов электроэнергии на машиностроительных предприятиях // Промышленная энергетика, 2007, №12. – С. 92-98.
6. Бойко Ф.К. Исследование режимов потребления электроэнергии в промышленности и оптимизация систем промышленного электроснабжения. - Дис. ... д-ра техн.наук. - Павлодар, 1979. - 309 с.
7. Вагин Г.Я., Кузнецов И.А., Петрицкий С.А. Исследование энергопотребления литейных цехов // Научно-техническая конференция "Актуальные проблемы электроэнергетики": тезисы докладов. - Нижний Новгород, НГТУ, 2007 г. С. 112-119.
8. Вагин Г.Я. К вопросу о нормировании расходов топливно-энергетических ресурсов на промышленных предприятиях // Промышленная энергетика. 2007. №3. –С. 15-20.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

9. Эффективное использование электроэнергии / Под ред. К. Смита. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 297 с.
10. Экономика в электроэнергетике и энергосбережение посредством рационального использования электротехнологии. Пер. с немецкого. –СПб.: Энергоатомиздат, 1998. –368 с.
11. Михайлов В.В., Гудков Л.В., Терещенко А.В. Рациональное использование топлива и энергии в промышленности. –М.: Энергия, 1978. –224 с.
12. Рей Д. Экономия энергии в промышленности: Справочное пособие. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 203 с.
13. Карасев Ю.А., Рябцев Н.И. Основные направления энергосбережения на машиностроительных предприятиях // Промышленная энергетика, 2004, №8. С. 16- 20.
14. Бааке Э., Йорн У., Мюльбауэр А. Энергопотребление и эмиссия CO₂ при промышленном технологическом нагреве. Пер. с немецкого. – Essen: Vulkan-Verlag, 1997. – 173 с.
15. Степанов В.С. Анализ энергетического совершенства технологических процессов. Новосибирск: Наука; Сибир. отделение, 1984. – 273 с.

Научный руководитель

д.т.н., профессор

Г.Я. Вагин