



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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«31» мая 2022 г

Кафедра «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.4.5
«ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ»

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

2.4.5. Энергетические системы и комплексы

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 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы».

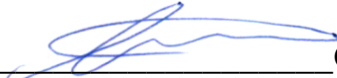
Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

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 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы», 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 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы».

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» (ЭССЭ)

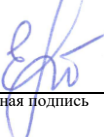
протокол № 7 от " 30 " мая 2022г.


Заведующий кафедрой «ЭССЭ»

К.Т.Н, доц.  Севостьянов А.А.
подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:


И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации

 Трубочкина Е.Л. «30» мая 2022 г
личная подпись расшифровка подписи дата

	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

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	4
2	Программа кандидатского экзамена по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы»	4
3	Дополнительная программа	8
	Приложение. Пример оформления дополнительной программы	9

	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 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы»;
- 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 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы»

Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы», с опорой на дисциплины, связанные с особенностями анализа общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в целом и их основного и вспомогательного оборудования.

2.1 Энергетика в современном мире


Основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации.

Основные природные энергетические ресурсы мира и его основных регионов. Характеристики направлений их использования.

Главные особенности мирового энергетического баланса и развития электрификации по основным регионам. Особенности существующего состояния энергетики мира и их перспективы в первой половине XXI века.

Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России. Основные изменения в области производства и передачи природных энергетических ресурсов, их переработки. Потребления электрической и тепловой энергии, прямого расхода топлива.

Основные объективные тенденции развития энергетики и электрификации в России и за рубежом. Пропорции развития энергетики и электрификации, энерговооруженность труда. Структура конечного потребления энергии. Структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов. Роль нетрадиционных видов энергии в энергетическом балансе, основные направления энергосбере-

	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

жения: Тенденция создания децентрализованных источников энергоснабжения, критерии эффективности.

Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения. Методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии. Энергетическая стратегия России до 2020г.

Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов. Особенности развития крупных систем и комплексов в электроэнергетической, газоснабжающей, тепло-снабжающей и нефтеснабжающей отраслях, в ядерной энергетике и угольной промышленности. Создание энергетических комплексов.


Проблема экономии ресурсов и средств в энергетике. Главные технические пути решения проблемы. Использование возобновляемых источников энергии, потенциал энерго- и ресурсосбережения.

2.2 Комплексные проблемы энергетики

Основные комплексные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в Единую электроэнергетическую систему. Характерные графики электрической и тепловой нагрузок; методы выбора топливной базы электростанций и энергетических комплексов в увязке с оптимизацией общего энергетического баланса страны; комплексный выбор структуры электрических мощностей, типы электрических станций, и их размещение; схемы электрических связей (совместно с выбором общей схемы топливно-энергетических связей в стране). Показатели качества энергии.

Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета. Особенности выбора комбинированной и раздельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, ядерного горючего и возобновляемых источников энергии; влияние на эти решения особенностей схем энергоснабжения и топливоснабжения. Теплофикационные, теплоснабжающие системы и методы выбора оптимальных параметров; энергетические балансы предприятий, основы нормирования расходов топлива, и энергии. Выбор схем энергоснабжения территориально-производственных комплексов, промышленных центров, крупных предприятий.

Экологические проблемы энергетики Влияние энергетических объектов на окружающую среду. Виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы. Технические возможности снижения вредных выбросов в атмосферу и почву.

	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	

2.3 Термодинамика теплоэнергетических установок

Общая методика термодинамического анализа циклов теплоэнергетических установок. Общие методы повышения термодинамической эффективности циклов.

Паровые теплоэнергетические установки. Повышения эффективности циклов паротурбинных установок конденсационного типа. Показатели эффективности ТЭЦ и энергосистемы в целом. Особенности реальных циклов паротурбинных установок.

Газотурбинные установки (ГТУ). Простейшие циклы ГТУ, работа сжатия в компрессоре и ее уменьшение, сложные циклы ГТУ.

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Общие принципы действия поршневых ДВС, термодинамический анализ циклов ДВС. Принципы действия реактивных двигателей их циклы.

Комбинированные теплоэнергетические установки. Общие принципы комбинирования циклов, циклы парогазовых установок. Сложные высокотемпературные циклы с использованием ГТУ, МГД-генераторов, топливных элементов и т.п.

Атомные теплоэнергетические установки. Особенности выбора циклов АЭС. Термодинамические циклы АЭС на жидком (паровом), и газовом теплоносителях.

Холодильные машины и тепловые насосы энергетики. Циклы газовых компрессорных термотрансформаторов. Циклы паровых холодильных установок и тепловых насосов. Перспективы использования тепловых насосных установок в составе энергетических комплексов при совместной выработке электроэнергии и тепла.

Циклы теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии.


Солнечные установки. Океанические ТЭС. Геотермальные ТЭС. Термоядерные электрические станции.

2.4 Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов

Методические основы комплексного выбора схем и оптимальных параметров основных теплоэнергетических установок. Влияние режима использования энергетических систем на оптимальные решения. Показатели надежности работы энергетических установок и систем. Способы обеспечения заданной надежности. Выбор оптимальных решений с использованием критерия надежности.

Методы выбора оптимальных систем прямого получения электроэнергии, их термодинамическая, энергетическая и технико-экономическая оценка. Основы энергетического и комплексного использования водных ресурсов. ГЭС в составе энергетических систем. Гидроаккумулирующие электростанции. Основы выбора оптимальных параметров ГЭС.

Комплексные методы выбора запасов топлива (для многолетнего и сезонного регулирования топливоснабжения), резервов энергетических мощностей, газохрани-

	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	

лиц, водохранилищ. Понятие расчетной обеспеченности электро- тепло и топливо-снабжения и основы их выбора.

Технические и экономические основы использования возобновляемых источников энергии (геотермальной, ветровой, солнечной и т.п.).

2.5 Методы системных исследований в энергетике и их приложения

Классификация больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах. Особенности систем энергетики и энергетических комплексов как объектов исследования и управления.

Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами энергетики. Основы применяемых математических методов.

Концепция построения автоматизированных систем управления в энергетике и их характерные особенности. Основы сочетания формализованных методов с активной ролью человека.

Системные исследования, математические и физические модели, средства вычислительной техники как научный инструмент современных исследований в энергетике.

Методы технико-экономических расчетов в энергетике. Расчет технико-экономических показателей добычи (производства), транспорта и использования различных видов топлив и энергии, роль замыкающих затрат на топливо и энергию, методы технико-экономических расчетов в энергетике для непрерывно развивающихся систем и при использовании неоднозначной исходной информации. Комплексное использование топлива с одновременной выработкой электроэнергии и другой ценной товарной продукции как реальный путь снижения их стоимости конечного продукта.


2.6 Список литературы

1. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью / под ред.: Фортова В.Е. и Макарова А.А. М.: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 2012. 235 с.

2. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика / В.В. Елистратов. – 3-е изд., доп. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 424 с.

3. Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика: учеб. пособие. – М.: КНОРУС, 2016. – 296 с.

4. Возобновляемая энергетика: учебное пособие / Дарьенков А.Б., Соснина Е.Н., Серебряков А.В., Шалухо А.В. – Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2017. – 214 с.

	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

5. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина; ИНЭИ РАН-Московская школа управления СКОЛКОВО – Москва, 2019. – 210 с.

6. Бессель В.В., Кучеров В.Г., Мингалеева Р.Д. Изучение солнечных фотоэлектрических элементов. Учебно-методическое пособие, Москва, 2016.

7. Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями. Томский политехнический университет, 2015. – 128 с.

8. Экологическая оценка возобновляемых источников энергии (уч. пособие).- СПб.: Лань, 2017.–236 с. Пачурин Г.В. Соснина Е.Н. Маслеева О.В. Крюков Е.В.

9. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – С.1408.

10. Курбацкий В.Г. Применение новых информационных технологий в решении электроэнергетических задач/ В.Г. Курбацкий, Н.В. Томин // Системы. Методы. Технологии. №1 – 2009 – С. 113-119.

11. Массель Л.В. Разработка многоагентных систем распределенного решения энергетических задач с использованием агентных сценариев // Известия Томского политехнического университета Т. 326. № 5, 2015. – С. 45-53.

12. Буров В.Д. Тепловые электрические станции: учебник для вузов. / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, СВ. Цанева. – 3-е изд., стереот. – М.: Изд. дом МЭИ, 2009. – 466 с.


13. Уваров А.Ю. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А.Ю. Уваров, Э. Гейбл, И.В. Дворецкая и др.; под редакцией А. Ю. Уварова, И Д. Фрумина. – М: Изд. дом Высшей шк. экономики, 2019. – 342 с.

14. Охлопкова О.А. Тепловая электростанция (ТЭЦ): учеб. пособие/ О.А. Охлопкова – М.:МАРХИ, 2019. – 70 с.

15. Возобновляемая энергетика 2030: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития / Проскуракова Л.Н., Ермоленко Г.В. – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 96 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 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы

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. Определение и структурные элементы локальной системы электроснабжения
2. Особенности и проблемы электроснабжения автономных потребителей
3. Показатели качества электрической энергии в системах электроснабжения автономных потребителей
4. Построение годовых упорядоченных графиков электрической нагрузки
5. Источники энергии в системе генерирования локальной системы электроснабжения
6. Преимущества и недостатки возобновляемой энергетики перед традиционной
7. Принципы государственной поддержки развития возобновляемой энергетики в России
8. Типы ветровых и солнечных энергоустановок
9. Выработка мощности ветровыми и солнечными энергоустановками
10. Вопросы совместного использования разнохарактерных возобновляемых источников энергии
11. Критерии принятия решений при выборе возобновляемых источников энергии
12. Систематические и несистематические риски в локальных системах электроснабжения с ВИЭ
13. Характеристика риска непостоянства энергоносителя в локальных системах электроснабжения с ВИЭ
14. Вопросы выбора резервных источников для электроснабжения автономных потребителей
15. Отрицательное воздействие возобновляемых источников энергии на окружающую среду

	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. Безруких П.П., Дегтярев В.В. и др. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива /показатели по территориям М.: "ИАЦ Энергия", 2007. - 272 с.
2. Безруких, П.П. Ветроэнергетика. Справочное и методическое пособие. –М: Энергия, 2010. -315с.
3. Вагин, Г.Я., Соснина, Е.Н. Системы электроснабжения: учебно-методическое пособие для студентов дистанционной формы обучения. –Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012. -143с.
4. Федосеева Е.А., Крупеня Д.В., Булатов В.Р. Анализ применения тепловых насосов в мире. Электроэнергетические комплексы и системы, 2020, с. 54-58.
5. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. А. да Роза. Перевод с англ. под редакцией С.П.Малышенко, О.С.Попеля , 2010, с. 704.
6. Воропай, Н.И., Стычинский, З.А. Возобновляемые источники энергии: Теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Магдебург 2010
7. Березкин М.Ю., Синюгин О.А. Экономико-географические особенности развития возобновляемой энергетики // Окружающая среда и энерговедение. №1, 2020. С. 4 – 18.
8. Дорошин А.Н., Виссарионов В.И., Малинин Н.К. Многофакторный анализ эффективности энергокомплексов на основе возобновляемых источников энергии для энергообеспечения автономного потребителя./ Вестник МЭИ. 2011, №2.
9. Копытин И., Попадько А. Водородные стратегии крупнейших Европейских энергетических компаний. Современная Европа, 2021, №4, с. 83-94.

	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	

10. Лоскутов А.Б. Технология бесперебойного электроснабжения потребителей на основе комплексного использования новых и возобновляемых источников энергии/ А.Б. Лоскутов, А.П. Антропов, Е.Н. Соснина, А.И. Чивенков// Актуальные проблемы электроэнергетики: материалы научно-технической конференции. –Н.Новгород: НГТУ, 2010. –С.141-144.
11. Попель, О.С. Возобновляемые источники энергии: состояние и перспективы развития / О.С. Попель, В.Л. Туманов // Альтернативная энергетика и экология АЭЭ. 2007. №2.
12. Бердин В., Кокорин А., Поташников В., Юлкин Г. Развитие ВИЭ в России: потенциал и практические шаги // Экономическая политика. 2020. Т. 15. №2. С. 106 – 135.
13. Антонов Н.В., Евдокимов М.Ю., Шилин В.А. Возобновляемая энергетика за рубежом и в регионах России // Географическая среда и живые системы. 2020. №1. С. 85-99.
14. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2017 г. № 1209-р об утверждении Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2035 года.
15. Ветроэнергетические установки. Расчет параметров компонентов: учебное пособие / И.М. Кирпичникова, Е.В. Соломин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 83 с.

Научный руководитель

д.т.н., профессор

Г.Я. Вагин