

Министерство образования и науки Нижегородской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»
(ГБОУ ВО НГИЭУ)

Кафедра «Электрификация и автоматизация»
Инженерный институт

УТВЕРЖДАЮ:
Начальник УНИиПНПК:
Н.В. Проваленова
« 20 » августа 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины «Энергетические системы и комплексы»

по научной специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы

Курс 2
Семестр 4
Форма обучения: очная

г. Княгинино
2023 год

Пояснительная записка

Дисциплина «Энергетические системы и комплексы» занимает важное место в профессиональной подготовке кадров высшей квалификации по научной специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы

Содержание дисциплины «Энергетические системы и комплексы» приобретение аспирантами необходимого для осуществления деятельности уровня знаний, умений и навыков в области современных тенденций развития энергетических систем и комплексов, существующих методах расчета параметров и режимов, способов и технических средств регулирования параметров режимов, мероприятий по снижению потерь мощности и энергии, а также подходов к проектированию этих комплексов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3 зач. ед.** или **108 часов**.

Формой итогового контроля является **экзамен**.

1. Требования к дисциплине

1.1. Внешние и внутренние требования

Дисциплина «Энергетические системы и комплексы» относится к образовательному компоненту основной образовательной программы по научной специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы.

Дисциплина «Энергетические системы и комплексы» в совокупности с другими дисциплинами направлена на формирование следующих:

Знаний:

- требования законодательства Российской Федерации в области проектирования, эксплуатации, техническим обслуживанием энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии;

- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;

- способы, технические средства передачи и распределения электроэнергии, новые принципы построения энергетических систем и комплексов и их компонентов, повышение надежности и качества электроснабжения, средств мониторинга, автоматизации и интеллектуализации распределения электрической энергии;

- современные тенденции развития научных и профессиональных знаний в области энергетических систем и комплексов;

- методы математического анализа и моделирования процессов в агрегатах и оборудовании энергетических систем.

Умений:

- выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;

- разрабатывать способы, технические средства передачи и распределения электроэнергии, новые принципы построения энергетических систем и комплексов и их компонентов, повышение надежности и качества электроснабжения, средств мониторинга, автоматизации и интеллектуализации распределения электрической энергии;

- описывать технологический процесс производства тепловой и электрической энергии на энергетических установках на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии;

- приобретать новые научные и профессиональные знания в области электротехнологий, электрооборудования и энергоснабжения агропромышленного комплекса;

Владений:

- навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;

- навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов;

- навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности;

- навыками разработки способов, технических средств передачи и распределения электроэнергии, новых принципов построения энергетических систем и комплексов и их компонентов, повышения надежности и качества электроснабжения, средств мониторинга, автоматизации и интеллектуализации распределения электрической энергии.

1.2. Место дисциплины в учебном процессе

Предшествующим курсом, на котором непосредственно базируется дисциплина «Энергетические системы и комплексы», является дисциплина «История и философия науки», «Основы защиты прав интеллектуальной собственности», «Методика диссертационного исследования», «Академическое письмо». В тоже время дисциплина «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса» является основополагающей для подготовки научно-квалификационной работы.

Контроль знаний обучающихся по дисциплине проводится в форме текущего и промежуточного контроля. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования аспирантов, по результатам решения ситуационных задач.

Формами текущего контроля являются:

- отчет по заданию;

- собеседование.

Промежуточный контроль проводится в форме экзамена, который осуществляется в устной форме в виде ответов на теоретические вопросы, разработанные преподавателем.

2. Цели и задачи курса.

Требования к результатам освоения дисциплины.

Цель дисциплины – формирование и развитие у аспирантов знаний и умений в области энергетических систем и комплексов на основе углубленного изучения теории системных исследований региональных энергетических комплексов, оптимизации структуры и режимов работы комплексов, решения проблем рационального использования энергетических ресурсов.

Задача дисциплины – формирование навыков и в области теории и практики энергетических систем и комплексов; изучение основных методов научных исследований, применяемых в данной области; освоение ключевых подходов к исследованию объектов энергетических систем и комплексов.

3. Организационно-методические данные дисциплины

Энергетические системы и комплексы

Вид учебной работы	Трудоемкость (4 семестр)	
	Зач. ед.	Часы
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия	0,78	28
Лекции	0,5	18
Практические занятия	0,28	10
Самостоятельная работа	1,22	44
Вид итогового контроля: экзамен	1	36

4. Структура и содержание дисциплины.

4.1. Структура дисциплины

Дисциплина «Энергетические системы и комплексы» состоит из 2 модулей, которые содержат 4 модульные единицы.

Модуль 1 – «Энергетика в современном мире»
Модульная единица 1. «Энергетика в современном мире»
Модульная единица 2. «Комплексные проблемы энергетики»

Модуль 2 – «Системные исследования в энергетике»
Модульная единица 3. «Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов»
Модульная единица 4. «Методы системных исследований в энергетике и их приложения»

4.2 Трудоемкость модулей и модульных единиц

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Трудоемкость (4 семестр)			
	Всего часов	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		ЛК	ПЗ	
Модуль 1. Энергетика в современном мире	52	8	4	40
Модульная единица 1. Энергетика в современном мире	26	4	2	20
Модульная единица 2. Комплексные проблемы энергетики	26	4	2	20
Модуль 2. Системные исследования в энергетике	56	10	6	40
Модульная единица 3. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов	28	5	3	20
Модульная единица 4. Методы системных исследований в энергетике и их приложения	28	5	3	20
ИТОГО	108	18	10	80

4.3. Содержание модулей дисциплины

Наименование модульных единиц	Содержание
Модуль 1. Энергетика в современном мире	
Модульная единица 1.	Основные закономерности и тенденции развития энергетики и

<p>Энергетика в современном мире</p>	<p>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.</p> <p>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 энергосбережения: 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 2030 г. Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов. Особенности развития крупных систем и комплексов в электроэнергетической, газоснабжающей, теплоснабжающей и нефтеснабжающей отраслях, в ядерной энергетике и угольной промышленности. Создание энергетических комплексов.</p> <p>Аспирант должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знать: основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации; состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России; структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов; методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии; - уметь: интерпретировать основные закономерности и анализировать тенденции развития энергетики и электрификации; оценивать эффективность решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии; - владеть: навыками оптимизации структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения; оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии.
<p>Модульная единица 2. Комплексные проблемы энергетики</p>	<p>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 топливноэнергетических связей в стране). Показатели качества энергии.</p> <p>Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета. Особенности выбора, комбинированной и отдельной 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.</p>

	<p>Аспирант должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знать: комплексные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в Единую электроэнергетическую систему; схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета; классификацию источников, приемников и преобразователей электрической энергии; принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования; принципы выбора систем и схем электроснабжения; - уметь: определять схемы энергоснабжения, их основные элементы, рассчитывать электрические сети и системы электрооборудования; выбирать системы и схемы электроснабжения; - владеть: навыками расчета электрических сетей и систем электрооборудования; выбора систем и схем электроснабжения.
Модуль 2. Системные исследования в энергетике	
<p>Модульная единица 3. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов</p>	<p>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.</p> <p>Методы выбора оптимальных систем прямого получения электроэнергии, их термодинамическая, энергетическая и технико-экономическая оценка. Основы энергетического и комплексного использования водных ресурсов. ГЭС в составе электроэнергетических систем. Гидроаккумулирующие электростанции. Основы выбора оптимальных параметров ГЭС. Комплексные методы выбора запасов топлива (для многолетнего и сезонного регулирования топливоснабжения), резервов энергетических мощностей, газохранилищ, водохранилищ. Понятие расчетной обеспеченности электро- тепло и топливоснабжения и основы их выбора.</p> <p>Аспирант должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знать: теорию надежности и технической диагностики в электроснабжении и преобразовании электрической энергии, основные принципы электробезопасности в электроустановках, причины и последствия перегрузок в элементах систем электроснабжения; - уметь: определять показатели надежности, анализировать их, применять средства технической диагностики, определять степень перегрузки элементов систем электроснабжения; - владеть: навыками определения показателей надежности, их анализа, применения средств технической диагностики, определения степени определять показатели надежности, анализировать их, применять средства технической диагностики, определять степень перегрузки элементов систем электроснабжения перегрузки элементов систем электроснабжения
<p>Модульная единица 4. Методы системных исследований в энергетике и их приложения</p>	<p>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.</p> <p>Аспирант должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знать: 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. - уметь: проводить системные исследования, создавать математические и

	<p>физические модели, применять средства вычислительной техники для современных исследований в энергетике.</p> <p>- владеть: навыками исследований, математического и физического моделирования</p>
--	--

4.4. Практические занятия

№	№ модуля и модульной единицы дисциплины	Название практических занятий	Вид контрольных мероприятий	Кол-во часов
Модуль 1. Энергетика в современном мире				
1.	Модульная единица 1. Энергетика в современном мире	Практическое занятие № 1. Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России. Основные изменения в области производства и передачи природных энергетических ресурсов, их переработки.	Отчет по заданию	2
2.	Модульная единица 2. Комплексные проблемы энергетики	Практическое занятие № 2. Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета.	Отчет по заданию	2
Модуль 2. Системные исследования в энергетике				
3.	Модульная единица 3. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов	Практическое занятие № 3. 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.	Отчет по заданию	4
4.	Модульная единица 4. Методы системных исследований в энергетике и их приложения	Практическое занятие № 4. 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. Классификация больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах. Особенности систем энергетики	Отчет по заданию	4

		и энергетических комплексов как объектов исследования и управления. Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами энергетики.		
--	--	--	--	--

4.5 Самостоятельное изучение модульных единиц дисциплины

4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения

№ п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	ОФО	Вид контрольного мероприятия
			Кол-во часов	
Модуль 1. Энергетика в современном мире			40	
1.	МЕ 1	Методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии. Энергетическая стратегия России до 2030г. Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов. Особенности развития крупных систем и комплексов в электроэнергетической, газоснабжающей, теплоснабжающей и нефтеснабжающей отраслях, в ядерной энергетике и угольной промышленности. Создание энергетических комплексов.	20	Опрос
2.	МЕ 2	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.	20	Опрос
Модуль 2. Системные исследования в энергетике			40	
3.	МЕ 3	Методы выбора оптимальных систем прямого получения электроэнергии, их термодинамическая, энергетическая и технико-экономическая оценка	20	Опрос
4.	МЕ 4	Системные исследования, математические и физические модели, средства вычислительной техники как научный инструмент современных исследований в энергетике.	20	Доклад
ВСЕГО			80	

5. Оценочные средства для текущего и промежуточного контроля обучающихся

Оценочные средства для текущего и промежуточного контроля обучающихся по дисциплине разработаны в соответствии с требованиями Положения о фонде оценочных средств по программам подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре ГБОУ ВО НГИЭУ. Примерные оценочные средства представлены в приложении 1.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бойко А.Ф., Воронкова М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 73 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28403>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Далингер, В. А. Информатика и математика. Решение уравнений и оптимизация в Mathcad и Maple : учебник и практикум для вузов / В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 155 с. Режим доступа: <https://urait.ru/viewer/informatika-i-matematika-reshenie-uravneniy-i-optimizaciya-v-mathcad-i-maple-452058>. – ЭБС «Юрайт», по паролю

3. Папков Б. В., Осокин В. Л., Вероятностные и статистические методы оценки надёжности элементов и систем электроэнергетики: теория, примеры, задачи: Учебное пособие / Старый Оскол: ООО «Тонкие наукоемкие технологии», 2017. – 424 с. – ISBN: 978-5-94178-552-0

4. Афанасьев, В. Н. Статистическая методология в научных исследованиях: учебное пособие для аспирантов / В. Н. Афанасьев, Н. С. Еремеева, Т. В. Лебедева. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. –246 с. – ISBN 978-5-7410-1703-6. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78841.html>. – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Серебряков А. С., MathCad и решение задач электротехники. 2-е изд., перераб. и доп.: учеб. Пособие. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. – 568 с.

6. Серебряков, А. С. Автоматика: учебник и практикум для вузов / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов; под общ. ред. А. С. Серебрякова. — 2-е изд. М.: Издательство Юрайт, 2022. – 476 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15043-8.

7. Папков Б. В., Осокин В. Л. Управление электропотреблением в условиях рынка и интеллектуализации систем электроснабжения: монография. – Княгинино: НГИЭУ, 2016. – 218 с.

8. Техника высоких напряжений. Изоляция электрических установок высокого напряжения: Учебник / А. С. Серебряков, В. Л. Осокин, Д. А. Семенов, М. С. Жужин ; Под общ. ред. А. С. Серебрякова. – Старый Оскол: ООО «Тонкие наукоемкие технологии», 2021. – 448 с. – ISBN 9785941787289.

9. Серебряков, А. С. Техника высоких напряжений. Перенапряжения в электрических системах и защита от них: Учебник / А. С. Серебряков, Д. Е. Дулепов, В. Л. Осокин; Под общ. ред. А. С. Серебрякова. – Старый Оскол: ООО «Тонкие наукоемкие технологии», 2021. – 264 с. – ISBN 9785941787333.

10. Папков Б. В. Теоретические основы надёжности и эффективности электроснабжения: Учебное пособие / Папков Б. В., Осокин В. Л. 1– Старый Оскол: ТНТ, 2020. – 592 с. - ISBN 978-5-94178-613-8.

11. Папков, Б. В. Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков: Учебник и практикум / Б. В. Папков, А. Л. Куликов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 470 с. – (Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 9785534007213.

12. Папков, Б. В. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания: Учебник и практикум / Б. В. Папков, В. Ю. Вуколов. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 353 с. – (Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 9785991681483.

13. Папков Б. В. Становление и развитие электротехники и электроэнергетики: Учебное пособие / Папков Б. В. 1– Старый Оскол : ТНТ, 2022. – 412 с. - ISBN 978-5-94178-754-8.

14. Папков Б. В. Управление электропотреблением в интеллектуальных системах электроснабжения: Монография / Папков Б. В., Осокин В. Л. 1– Старый Оскол: ТНТ, 2023. – 440 с. - ISBN 978-5-94178-808-8.

6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://vak.ed.gov.ru>
2. <http://elibrary.ru>

6.4. Информационно-справочные системы

1. Библиотека ГОСТов <http://vsegost.com/>
2. Электротехнический портал <http://elektroportal.ru/>
3. Федеральное государственное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» (ФГУ ФИПС) Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатента) http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
4. <http://www.allbest.ru/libraries.htm> - Каталог электронных библиотек.
5. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотечная система
6. <http://www.iprbookshop.ru/> - электронная библиотечная система «IPRbooks»
7. Справочно-правовая система КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>

6.5. Программное обеспечение

1. Комплект программного обеспечения: ОС Windows 7 (лицензия No 60966815);
2. MicrosoftOffice 2007 Standard (лицензия No 61342105);
3. Программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет;
4. Система компьютерной алгебры Mathcad (сетевая версия);
5. Корпоративная платформа для аналитической работы STATISTICA 10 (лицензия СТ No 1)
6. Система компьютерной алгебры Maple 17 (лицензия No mp-1);
7. Программы имитационного моделирования AnyLogic (<https://www.anylogic.ru/> – свободный доступ для студентов и обучающихся);
8. Аналитическая платформа Deductor Academic (<https://basegroup.ru/deductor> –

бесплатная версия для образования).

7. Критерии оценки результатов обучения

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине представлены в приложении 2.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Минимально необходимый для освоения дисциплины «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса» перечень материально-технического обеспечения включает кабинет и компьютерный класс, рабочие места в компьютерном классе с выходом в Интернет (доступность к сетям типа Интернет должна быть обеспечена для каждого аспиранта), соответствующее программное обеспечение.

Энергетические системы и комплексы	321	1. Персональный компьютер – 10 шт. 2. Мультимедийное оборудование
	323	1. Компьютеризированный лабораторный стенд «Системы автоматизации и управления САУ-МАКС» - 1 шт. 2. Лабораторный стенд «Источники света и энергосберегающие технологии в светотехнике» - 1 шт.
	322	1. Лабораторный стенд «Ветроэнергетическая система на базе синхронного генератора» - 1 шт. 2. Лабораторный стенд «Электрические машины с универсальной машиной переменного тока» - 1 шт 3. Лабораторный стенд «Модель электрической системы» - 1 шт

**Паспорт фонда оценочных средств
по дисциплине «Энергетические системы и комплексы»**

№ п/п	Контролируемые модульные единицы	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Наименование оценочного средства
1	МЕ1	<ul style="list-style-type: none"> - знать: основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации; состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России; структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов; методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии; - уметь: интерпретировать основные закономерности и анализировать тенденции развития энергетики и электрификации; оценивать эффективность решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии; - владеть: навыками оптимизации структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения; оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии. 	<p>Коллоквиум Опрос Отчет по заданию</p>
	МЕ 2	<ul style="list-style-type: none"> - знать: комплексные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в Единую электроэнергетическую систему; схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета; классификацию источников, приемников и преобразователей электрической энергии; принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования; принципы выбора систем и схем электроснабжения; - уметь: определять схемы энергоснабжения, их основные элементы, рассчитывать электрические сети и системы электрооборудования; выбирать системы и схемы электроснабжения; - владеть: навыками расчета электрических сетей и систем электрооборудования; выбора систем и схем электроснабжения. 	<p>Коллоквиум Опрос Отчет по заданию</p>
	МЕ 3	<ul style="list-style-type: none"> - знать: теорию надежности и технической диагностики в электроснабжении и преобразовании электрической энергии, основные принципы электробезопасности в электроустановках, причины и последствия перегрузок в элементах систем электроснабжения; - уметь: определять показатели надежности, анализировать их, применять средства технической диагностики, определять степень перегрузки элементов систем электроснабжения; - владеть: навыками определения показателей надежности, их анализа, применения средств технической диагностики, определения степени определять показатели надежности, анализировать их, применять средства технической диагностики, определять степень перегрузки элементов систем электроснабжения перегрузки элементов систем электроснабжения 	<p>Коллоквиум Опрос Отчет по заданию</p>
	МЕ 4	<ul style="list-style-type: none"> - знать: больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах. Особенности систем 	<p>Коллоквиум Опрос</p>

	<p>энергетики и энергетических комплексов как объектов исследования и управления. Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами энергетики.</p> <p>- уметь: проводить системные исследования, создавать математические и физические модели, применять средства вычислительной техники для современных исследований в энергетике.</p> <p>- владеть: навыками исследований, математического и физического моделирования</p>	Отчет по заданию
--	--	------------------

Примерные вопросы для коллоквиума, опроса

Модульная единица 1. Энергетика в современном мире

1. Основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации.
2. Природные энергетические ресурсы мира и его основных регионов. Характеристики направлений их использования.
3. Главные особенности мирового энергетического баланса и развития электрификации по основным регионам.
4. Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России.
5. Пропорции развития энергетики и электрификации, энерговооруженность труда. Структура конечного потребления энергии.
6. Структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов.
7. Роль нетрадиционных видов энергии в энергетическом балансе, основные направления энергосбережения.
8. Тенденция создания децентрализованных источников энергоснабжения, критерии эффективности.
9. Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения.
10. Методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии.
11. Энергетическая стратегия России до 2035г.
12. Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов.

Модульная единица 2.

13. Комплексные проблемы энергетики Экологические проблемы энергетики. Влияние энергетических объектов на окружающую среду. Виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы.
14. Методы выбора оптимальных систем прямого получения электроэнергии, их термодинамическая, энергетическая и технико-экономическая оценка.
15. Комплексные методы выбора запасов топлива (для многолетнего и сезонного регулирования топливоснабжения), резервов энергетических мощностей, газохранилищ, водохранилищ.
16. Понятие расчетной обеспеченности электро-, тепло- и топливоснабжения и основы их выбора.

Модульная единица 3. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов

17. Методы надежного энергообеспечения и электроснабжения энергопотребителей. Источники энергии. Новые методы и технические средства использования возобновляемых источников энергии в производственных процессах и в быту.

18. Системы электроснабжения и их режимные показатели. Проектирование и эксплуатация электрических сетей. Методы расчета электрических нагрузок.

19. Сетевое и автономное резервирование электроснабжения. Выбор мощности резервной электростанции. Механический расчет проводов.

20. Расчет токов короткого замыкания и выбор высоковольтной аппаратуры. Релейная защита.

21. Показатели качества электроэнергии, способы и средства управления ими.

22. Показатели надежности электроснабжения, способы и средства управления ими.

23. Методические основы технико-экономических расчетов при проектировании и эксплуатации электрических сетей сельскохозяйственного назначения.

24. Потери энергии в системах электроснабжения. Мероприятия, способствующие энергосбережению в сельских сетях. Коммерческий и технический учет электроэнергии у сельскохозяйственных потребителей.

25. Применение современных математических методов и компьютерных технологий при решении задач оптимального электроснабжения сельских потребителей электроэнергии.

Модульная единица 4. Методы системных исследований в энергетике и их приложения

26. Классификация больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах.

27. Особенности систем энергетики и энергетических комплексов как объектов исследования и управления.

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

29. Концепция построения автоматизированных систем управления в энергетике и их характерные особенности.

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

31. Методы технико-экономических расчетов в энергетике. Расчет техникоэкономических 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.

32. Комплексное использование топлива с одновременной выработкой электроэнергии и другой ценной товарной продукции как реальный путь снижения стоимости конечного продукта.

Критерии оценки:

	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ
оценка «отлично»	- аспирант исчерпывающе, логически и аргументировано излагает материал вопроса; обосновывает собственную точку зрения при анализе конкретной проблемы исследования, грамотно использует методы научной коммуникации, свободно отвечает на поставленные дополнительные вопросы, делает обоснованные выводы
оценка «хорошо»	- аспирант демонстрирует знание базовых положений в области организации исследовательской деятельности без использования дополнительного материала; проявляет логичность и доказательность изложения материала, но допускает отдельные неточности при использовании ключевых понятий и способов научной коммуникации; в ответах на дополнительные вопросы имеются незначительные ошибки
оценка «удовлетворительно»	- аспирант поверхностно раскрывает основные теоретические положения организации исследовательской деятельности, у него отсутствует знание специальной терминологии; в усвоении программного материала имеются существенные пробелы, излагаемый материал не систематизирован; выводы недостаточно аргументированы, имеются смысловые и речевые ошибки
оценка «неудовлетворительно»	- аспирант допускает фактические ошибки и неточности, у него отсутствует знание специальной терминологии, нарушена логика и последовательность изложения материала; не отвечает на дополнительные вопросы по рассматриваемым темам, не может сформулировать собственную точку зрения по обсуждаемому вопросу

Задания для практических занятий

МЕ 1 Энергетика в современном мире

Для заданного преподавателем региона РФ составить энергетический баланс, выявить потенциал энергосбережения региона.

МЕ 2 Комплексные проблемы энергетики

«Применение регрессионного метода анализа режимов электропотребления в системах электроснабжения»

1. Для заданного преподавателем массива данных выделить значимые факторы.
2. Упорядочить выделенные данные по степени статистической значимости на основании коэффициентов парной корреляции.
3. Построить корреляционные поля точек и проанализировать форму каждой парной зависимости.
4. Рассчитать матрицу коэффициентов регрессии.
5. Оценить адекватность расчетной модели.

**МЕ 3 Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов
«Показатели надежности энергообеспечения и электроснабжения потребителей»**

Для электроустановки, схема которой определена заданием (таблица 1, рисунок 1), составить схему замещения по надежности, определить результирующую интенсивность отказов, вычислить и построить функцию надежности за период от 0 до 40 тысяч часов, определить среднюю наработку до отказа системы, рассчитать вероятность безотказной работы для заданного интервала. Задание выполнить для установки без резервирования и двух способов резервирования (нагруженного дублирования и дублирования замещением). Сравнить показатели надежности электроустановки для случая с резервом и без.

Таблица 1 – Варианты заданий

Исходные данные	Номер варианта				
	1	2	3	4	5
Номер схемы электроустановки	1	2	3	1	2
Заданный интервал (t_1, t_2) , ч	4000 5000	7000 8000	3000 4000	6000 7000	5000 6000
Длина КЛ, км	0,5	0,3	0,4	0,7	0,6
Длина ВЛ, км	10	18	15	14	1,7
Требуемый уровень надежности, $P(t)_{\min}$	0,9999	0,9994	0,9997	0,9992	0,9996

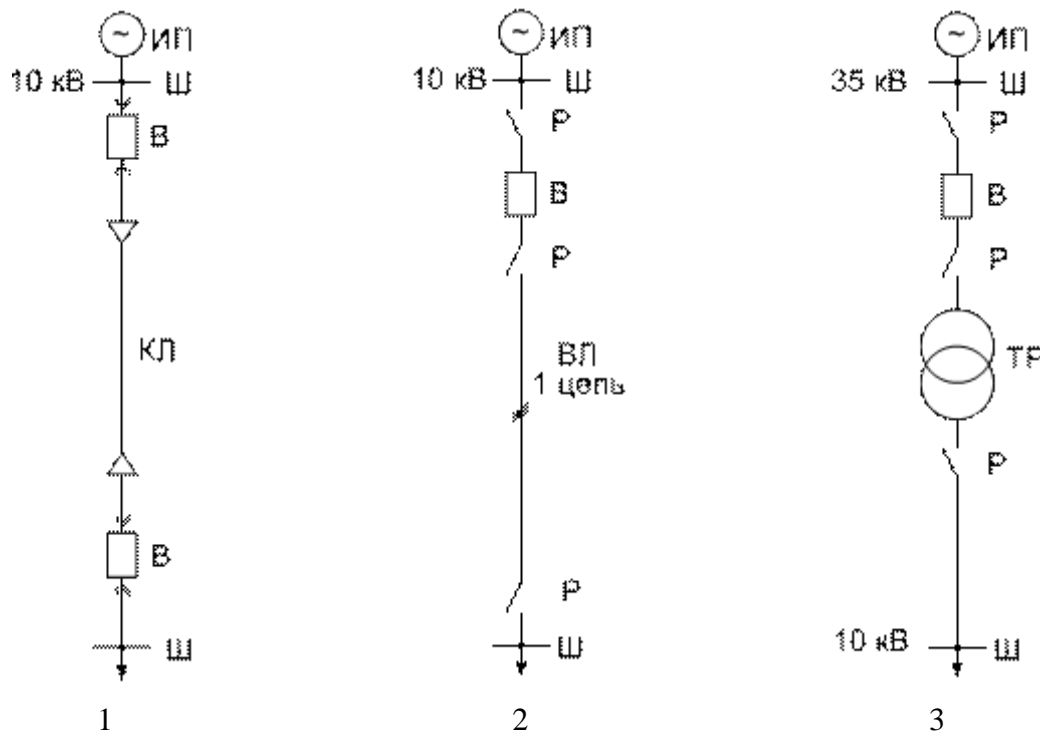


Рисунок 1 – Варианты электрических схем

МЕ 4. Методы системных исследований в энергетике и их приложения

Проанализируйте систему методов исследования в 4-5 авторефератах диссертаций на соискание учёной степени кандидата технических наук (2.4.5 – Энергетические системы и комплексы), представленных на сайте www.vak.ed.gov.ru.

Критерии оценки:

«зачтено» – устойчивое владение навыком, хорошее знание теоретических аспектов решения поставленных задач;

«не зачтено» – навык практически не сформирован, отсутствуют необходимые знания теоретических аспектов решения поставленных задач.

Задания для самостоятельной работы аспирантов**МЕ 1. Энергетика в современном мире**

1. Изучив рекомендованную литературу, подготовиться к устному опросу по следующим вопросам:

1. Проблема экономии ресурсов и средств в энергетике.
2. Главные технические пути решения проблемы.
3. Использование возобновляемых источников энергии, потенциал энерго- и ресурсосбережения
4. Солнечные установки.
5. Океанические ТЭС. Геотермальные ТЭС.
6. Термоядерные электрические станции
7. Технические и экономические основы использования возобновляемых
8. источников энергии (геотермальной, ветровой, солнечной и т.п.).

МЕ 2. Комплексные проблемы энергетики

1. Изучив рекомендованную литературу, подготовиться к устному опросу по следующим вопросам:

1. Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета.
2. Особенности выбора комбинированной и раздельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, ядерного горючего и возобновляемых источников энергии
3. Энергетические балансы предприятий, основы нормирования расходов топлива, и энергии.
4. Экологические проблемы энергетики Влияние энергетических объектов на окружающую среду.
5. Виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы.
6. Технические возможности снижения вредных выбросов в атмосферу и почву

МЕ 3. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов

1. Изучив рекомендованную литературу, подготовиться к устному опросу по следующим вопросам:

1. Методы технико-экономических расчетов в энергетике.
2. Расчет техникоэкономических показателей добычи (производства), транспорта и использования различных видов топлив и энергии.
3. Роль замыкающих затрат на топливо и энергию, методы технико-экономических расчетов в энергетике для непрерывно развивающихся систем и при использовании неоднозначной исходной информации.

4. Комплексное использование топлива с одновременной выработкой электроэнергии и другой ценной товарной продукции как реальный путь снижения их стоимости конечного продукта.

МЕ 4. Методы системных исследований в энергетике и их приложение

1. Изучив рекомендованную литературу, подготовить опорный конспект по следующим вопросам:

1. Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами энергетики. Основы применяемых математических методов.
2. Концепция построения автоматизированных систем управления в энергетике и их характерные особенности. Основы сочетания формализованных методов с активной ролью человека.
3. Системные исследования, математические и физические модели, средства вычислительной техники как научный инструмент современных исследований в энергетике.

Методические рекомендации по выполнению заданий

1. В заданиях, предусматривающих письменный обзор литературы, обзор делается по одной из предлагаемых в задании тем. Объем работы должен быть не менее 5000 печатных знаков.

2. При оформлении выполненного задания необходимо указать номер и наименование модульной единицы, а также указать содержание задания.

3. Аспирант допускается к сдаче экзамена по дисциплине только при условии выполнения всех указанных выше заданий.

4. Выполненные задания представляются преподавателю по мере готовности и оцениваются «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценки:

«зачтено» – устойчивое владение навыком, хорошее знание теоретических аспектов решения поставленных задач;

«не зачтено» – навык практически не сформирован, отсутствуют необходимые знания теоретических аспектов решения поставленных задач.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий					
ЗНАТЬ: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
УМЕТЬ: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи
ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации
ВЛАДЕТЬ: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов
ВЛАДЕТЬ: навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Владение общей теорией электротехнических комплексов и систем, системными свойствами и связями, физическим, математическим моделированием компонентов энергетических систем и комплексов					
ЗНАТЬ: общую теорию электротехнических комплексов и систем, системных свойств и связей, физическое, математическое моделирование компонентов энергетических систем и комплексов	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о общей теории электротехнических комплексов и систем, системными свойствами и связями, физическим, математическим моделированием компонентов энергетических систем и комплексов	Неполные представления о общей теории электротехнических комплексов и систем, системными свойствами и связями, физическим, математическим моделированием компонентов энергетических систем и комплексов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях о общей теории электротехнических комплексов и систем, системными свойствами и связями, физическим, математическим моделированием компонентов энергетических систем и комплексов	Глубокие знания о общей теории электротехнических комплексов и систем, системными свойствами и связями, физическим, математическим моделированием компонентов энергетических систем и комплексов
УМЕТЬ: применять общую теорию электротехнических комплексов и систем, системных свойств и связей, физическое, математическое моделирование компонентов энергетических систем и комплексов	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения разрабатывать электротехнические комплексы и системы, физические, математические модели компонентов энергетических систем и комплексов	В целом успешное, но не систематическое использование умения разрабатывать и использовать электротехнические комплексы и системы, физические, математические модели компонентов энергетических систем и комплексов	Сформированное с отдельными пробелами умение разрабатывать и использовать электротехнические комплексы и системы, физические, математические модели компонентов энергетических систем и комплексов	Сформированное умение разрабатывать и использовать электротехнические комплексы и системы, физические, математические модели компонентов энергетических систем и комплексов
ВЛАДЕТЬ: навыками разработки электротехнических комплексов и систем, физических, математических моделей компонентов энергетических систем и комплексов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков разработки электротехнических комплексов и систем, физических, математических моделей компонентов энергетических систем и комплексов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки электротехнических комплексов и систем, физических, математических моделей компонентов энергетических систем и комплексов	В целом успешное применение навыков разработки электротехнических комплексов и систем, физических, математических моделей компонентов энергетических систем и комплексов	Успешное и систематическое применение навыков разработки электротехнических комплексов и систем, физических, математических моделей компонентов энергетических систем и комплексов

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Способность разрабатывать и применять математические и компьютерные модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов					
ЗНАТЬ: принципы построения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах построения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	Неполные представления о методах исследования, применении и построения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях о методах исследования, построения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	Глубокие знания о методах исследования, применения и построения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов
УМЕТЬ: разрабатывать и применять математические и компьютерные модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения разрабатывать и применять математические и компьютерные модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	В целом успешное, но не систематическое использование умения разрабатывать и применять математические и компьютерные модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	Сформированное с отдельными пробелами умение разрабатывать и применять математические и компьютерные модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	Сформированное умение разрабатывать и применять математические и компьютерные модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов
ВЛАДЕТЬ: средствами разработки и применения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков владения средствами разработки и применения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков владения средствами разработки и применения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	В целом успешное применение навыков владения средствами разработки и применения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов	Успешное и систематическое применение навыков владения средствами разработки и применения математического и компьютерного моделирования, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов энергетических систем и комплексов

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Способность разрабатывать и применять инновационные технологии и методы, повышающие энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов					
ЗНАТЬ: инновационные технологии и методы, повышающие энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о инновационных технологиях и методах, повышающих энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	Неполные представления о инновационных технологиях и методах, повышающих энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях инновационных технологиях и методах, повышающих энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	Глубокие знания о инновационных технологиях и методах, повышающих энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов
УМЕТЬ: разрабатывать и применять инновационные технологии и методы, повышающие энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умений разрабатывать и применять инновационные технологии и методы, повышающие энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	В целом успешное, но не систематическое использование умений разрабатывать и применять инновационные технологии и методы, повышающие энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	Сформированное с отдельными пробелами умений разрабатывать и применять инновационные технологии и методы, повышающие энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	Сформированное умение разрабатывать и применять инновационные технологии и методы, повышающие энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов
ВЛАДЕТЬ: средствами разработки и применения инновационных технологий и методов, повышающих энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков владения средствами разработки и применения инновационных технологий и методов, повышающих энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков владения средствами разработки и применения инновационных технологий и методов, повышающих энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	В целом успешное применение навыков владения средствами разработки и применения инновационных технологий и методов, повышающих энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов	Успешное и систематическое применение навыков владения средствами разработки и применения инновационных технологий и методов, повышающих энергоэффективность, энергосбережение и надежность энергетических систем и комплексов

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ГБОУ ВО "Нижегородский государственный инженерно-экономический университет"

**Лист учета изменений рабочей программы дисциплины
Энергетические системы и комплексы**

№ изменения	Раздел рабочей программы (пункт)	№ страницы рабочей программы	Основания для внесения изменений	ФИО вносившего изменения	Дата и номер протокола заседания кафедры	Подпись и расшифровка подписи зав. кафедрой