

УТВЕРЖДЕНО
приказом ФИЦ КазНЦ РАН
от 02.12.2025 № 14-АО

Разработано и рекомендовано к утверждению
Ученым советом ИЭПТ ФИЦ КазНЦ РАН
28 ноября 2025 г., протокол № 14

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы системных исследований в энергетике и их приложения»

Составная часть
**ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре**

Научные специальности
2.4.5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Учебно-тематический план занятий
6. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации, критерии оценки.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебной деятельности: аудиторные занятия – 27 часов, самостоятельная работа – 92 часа, зачет - 1 час, всего – 120 часов.

Форма проведения аудиторных занятий – лекции, семинары, консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой итогового контроля является зачет.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

2.1 Универсальные компетенции:

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2).

2.2 Общепрофессиональные компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

2.3 Профессиональные компетенции:

- способность выполнять исследования и разработку новых технологий преобразования энергии в энергетических системах и комплексах (ПК-1);
- владение методами системных исследований в энергетике, основными принципами разработки энергетических комплексов с высокими экологическими показателями (ПК-2).

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Методы системных исследований в энергетике и их приложения» является дисциплиной по выбору и включена в Блок № 1 программы аспирантуры, относящийся к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и

теплотехника. Обучение проводится на втором курсе. Дисциплина направлена на подготовку к кандидатскому экзамену по дисциплине «Методы системных исследований в энергетике и их приложения».

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов по математике, физике и предметов естественнонаучного цикла в рамках магистерской программы образования или специалитета.

Владением данными знаниями и умениями устанавливается в ходе вступительных испытаний в аспирантуру.

Аспирант должен обладать навыками самостоятельного освоения изучаемого материала.

В результате освоения дисциплины аспирант должен получить дополнительные знания, умения и навыки. **Цели и задачи освоения дисциплины** – получение знаний о новых методах исследований и оценки качества энергетических систем и комплексов с целью повышения их экономичности, надежности, безопасности и снижения вредного воздействия на окружающую среду.

Для достижения поставленной цели и приобретения практических навыков обучающийся должен уметь решать следующие задачи:

- ознакомиться с основными закономерностями и тенденциями развития энергетики;
- научиться применять методы комплексного выбора и оптимизации энергетических объектов; термодинамический анализ энергетических установок; методы системных исследований в энергетике;
- обосновывать разработку энергетических комплексов с высокими экологическими показателями.

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			лекции	самостоятельная работа
1	Тренды и сценарии развития мировой и российской энергетики.	20	4	16
1.1	Обзор и анализ современных и перспективных технологий в области производства, передачи и потребления электрической энергии.	10	2	8
1.2	Тренды и сценарии развития мировой и российской энергетики. Энергетическая стратегия России.	10	2	8
2	Анализ больших систем энергетики.	20	4	16

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			лекции	самостоятельная работа
2.1	Классификация больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах.	7	1	6
2.2	Особенности систем энергетики и энергетических комплексов как объектов исследования и управления.	7	2	5
2.3	Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами энергетики.	6	1	5
3	Математические методы системных исследований в энергетике.	20	6	14
3.1	Математическое моделирование. Оптимизационные методы.	7	2	5
3.2	Статистические методы.	7	2	5
3.3	Применение теории вероятности, теории информации и математической логики.	6	2	4
4	Методология системных исследований в условиях энергетического перехода.	30	6	24
4.1	Методы, модели и опыт прогнозирования развития региональных топливно-энергетических комплексов.	20	3	17
4.2	Методы и результаты оптимизации рынков тепловой энергии, комплексного развития теплоснабжающих систем, моделирования тепловых сетей.	20	3	17
5	Системные исследования развития энергетики страны.	14	5	9
5.1	Модели топливно-энергетического комплекса страны.	7	3	4
5.2	Примеры модельно-информационных комплексов.	7	2	5
6	Методы технико-экономических расчетов в энергетике.	15	2	13
	зачет	1	1	
	Всего	120	28	120

6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

6.1. Текущий контроль: текущий контроль освоения дисциплины проводится регулярно, начиная со второй недели обучения, в форме контроля посещаемости, устного опроса по изучаемой теме. Формой итогового контроля по дисциплине является зачет. Зачет проводится по вопросам.

Вопросы к зачету:

Тема 1. Тренды и сценарии развития мировой и российской энергетики.

Обзор и анализ современных и перспективных технологий в области производства, передачи и потребления электрической энергии. Тренды и сценарии развития мировой и российской энергетики. Энергопереход. Декарбонизация. Развитие технологий. Развитие атомной энергетики. Энергоэффективность и энергобезопасность. Сценарии развития мировой энергетики. Энергетическая стратегия России.

Тема 2. Анализ больших систем энергетики.

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.

Тема 3. Математические методы системных исследований в энергетике.

Основы применяемых математических методов. Оптимизационные методы для системных исследований в энергетике. Статистические методы системных исследований в энергетике. Применение теории вероятности, теории информации и математической логики системных исследований в энергетике.

Тема 4. Методология системных исследований в условиях энергетического перехода.

Методы, модели и опыт прогнозирования развития региональных топливно-энергетических комплексов. Методы и результаты оптимизации рынков тепловой энергии, комплексного развития теплоснабжающих систем, моделирования тепловых сетей при их проектировании и при создании цифровых двойников активных распределительных сетей.

Тема 5. Системные исследования развития энергетики страны.

Модели топливно-энергетического комплекса страны. Российский модельно-информационный комплекс SCANNER, зарубежные комплексы MARKAL, MESSAGE, EFOM, TIMES и др.

Тема 6. 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.

6.2. Критерии оценки итогового контроля:

«зачтено»	Вопрос раскрыт, основные идеи, алгоритмы и подходы изложены
«не зачтено»	Вопрос не раскрыт или раскрыт частично, основные идеи, алгоритмы и подходы не изложены

При выборе аспирантом дисциплины «Методы системных исследований в энергетике и их приложения» в качестве элективной, зачет по дисциплине

является допуском к промежуточной аттестации – кандидатскому экзамену по специальной дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Литература (жирным шрифтом выделена основная литература)

- 1. Системные исследования в энергетике: Ретроспектива научных направлений СЭИ–ИСЭМ / отв. ред. Н.И. Воропай. – Новосибирск: Наука, 2010. – 686 с.**
- 2. Системные исследования в энергетике: энергетический переход / Под ред. Н.И. Воропая и А.А. Макарова. — ИСЭМ СО РАН, 2021. — 594 с.**
- 3. Иерархическое моделирование систем энергетики / А.В. Алексеев, Е.А. Барахтенко, О. Н. Войтов [и др.]; ответственные редакторы: Н.И. Воропай, В.А. Стенников; Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева. - Новосибирск: Гео, 2020. – 309 с.**
- 4. Внедрение цифровых платформ для управления сложными техно-организационными системами топливно-энергетического комплекса России. От цифровой энергетики - к цифровой экономике: монография / Е.Л. Логинов, А.А. Шкута; Российская академия наук, Институт проблем рынка (ИПР РАН). – М.: ИПР РАН, 2018. - 189 с.**
- 5. Современные энергетические технологии: Учебник / Л.М. Матюхин, Г.Г. Тер-Мкртчян. – М.: КноРус, 2023. - 396 с.**
- 6. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года. Утв. постановлением правительства РФ от 12 апреля 2025 г. № 908-р.**
7. Тренды и сценарии развития мировой энергетики в первой половине XXI века / А.М. Белогорьев, В.В. Бушуев, А.И. Громов [и др.]. — М.: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2011, 68 с.
8. Клименко В.В., Клименко А.В., Терешин, Микушина О.В. Сможет ли энергопереход остановить глобальное потепление и почему так сильно ошибаются климатические прогнозы? // Теплоэнергетика. 2022, № 3, с. 5 – 19.
9. Еделев А.В., Сендеров С.М., Пяткова Н.И. Применение геоинформационных технологий для исследования проблем энергетической безопасности // Проблемы управления. 2015, №2, с. 68-74.
10. Клименко В., Клименко А., Терешин А., Локтионов О. Дорога к климатической нейтральности: через леса под землю // Энергетическая политика. 2023, № 7 (185), с. 8-25.
11. Энергетика России в условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике / В.И. Волошин, М.М. Соколов; Институт экономики Российской академии наук. – М.: Ин-т экономики РАН, 2022. - 47 с.
12. Цифровая энергетика. Повышение надежности управления электро- и теплоэнергетическими системами на основе внедрения цифровых технологий: монография / Е.П. Грабчак, Е.Л. Логинов, Международный научно-исследовательский институт проблем управления. – М.: ИНЭС, 2020. - 216 с.

13. Энергосбережение и энергоэффективность: Монография / Ю.Н. Линник, В.Ю. Линник – М.: Русайнс, 2022. - 334 с.

7.2. Электронные ресурсы

1. Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.scopus.com> (Реферативно-поисковая база данных Scopus)
2. Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru>
3. Электронная платформа издательства SPRINGER - <http://www.springerlink.com>

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия и консультации, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче кандидатских экзаменов проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки и/или конференц-залы), оборудованных мебелью (столы, стулья), классной доской (меловой), компьютером, проектором для демонстрации презентаций.