

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

«Энергоустановки на возобновляемых источниках энергии»

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: аудиторские занятия – 27 часов, самостоятельная работа – 92 часа, зачет - 1 час, всего – 120 часов.

Форма проведения аудиторских 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 собирать и анализировать мировые научные знания о фундаментальных основах современной энергетики, включающих научные, технические и экономические аспекты производства, передачи и потребления энергии, и формулировать направления самостоятельных исследований (ПК-1);
- владение основами современных методов экспериментальных исследований (ПК-2).

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Энергоустановки на возобновляемых источниках энергии» 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 «Энергетические системы и комплексы».

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов по термодинамике, основам теплообмена, теории горения топлив, а также проектирования энергетических установок в рамках магистерской программы образования или специалитета. Владение 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 устойчивых знаний об энергетических установках, применяющих возобновляемые источники энергии, основах их проектирования, в особенности при использовании энергии биомассы.

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

- ознакомиться с основными возобновляемыми видами энергии и энергоустановками на их основе;
- научиться обоснованно выбирать вид возобновляемого источника энергии в соответствии с потребностями энергетических комплексов;
- ознакомиться с современными технологиями, реализованными на практике в различных энергетических системах и комплексах.

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			Аудиторные занятия	самостоятельная работа
1	Возобновляемые виды энергии и энергоустановки на их основе	20	4	16
1.1	Классификация возобновляемых источников энергии. Перспективы применения	10	2	8
1.2	Энергоустановки, использующие возобновляемые источники энергии.	10	4	6
2	Энергия биомассы	20	6	14
2.1	Ресурсы биомассы	7	2	5

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			Аудиторные занятия	самостоятельная работа
2.2	Энергетические установки, работающие на биомассе	7	2	5
2.3	Особенности применения биомассы в энергетике	6	2	4
3	Технологии преобразования биомассы в энергию, основанные на термохимической конверсии	20	4	16
3.1	Сжигание биомассы	7	2	5
3.2	Газификация биомассы	7	2	5
3.3	Пиролиз биомассы	6	2	4
4	Биологическая конверсия биомассы в газообразное топливо	30	6	24
4.1	Биогазовые технологии	15	4	11
4.2	Технологии темновой ферментации	15	4	11
5	Топливные элементы и возобновляемые источники энергии	14	4	10
5.1	Основные сведения о топливных элементах. Виды топливных элементов.	12	4	8
5.2	Микробные топливные элементы. Катодные и анодные материалы из биомассы.	12	4	8
6	Перспективы и проблемы применения биомассы в энергетических системах и комплексах	15	2	13
	Зачет	1	1	
	Всего	120	28	92

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. Возобновляемые виды энергии и энергоустановки на их основе.

Основные сведения об альтернативной энергетике. Классификация возобновляемых источников энергии. Перспективы применения возобновляемых источников энергии. Энергоустановки, использующие возобновляемые источники энергии.

Тема 2. Энергия биомассы.

Основные сведения о ресурсах биомассы. Валовый, технический и экономический потенциал. Энергетические установки, работающие на биомассе. Особенности применения биомассы в энергетике. Примеры автономного

энергообеспечения промышленных предприятий, использующих биомассу в качестве топлива.

Тема 3. Технологии преобразования биомассы в энергию, основанные на термохимической конверсии.

Термохимическая конверсия биомассы. Сжигание. Газификация. Пиролиз. Торрефикация. Гидротермальная карбонизация.

Тема 4. Биологическая конверсия биомассы в газообразное топливо.

Технологии получения биогаза. Технологии темновой ферментации. Получение биоводорода и биогитана. Перспективы применения биотоплива в газотурбинных установках.

Тема 5. Топливные элементы и возобновляемые источники энергии.

Основные сведения о топливных элементах. Виды топливных элементов. Микробные топливные элементы. Катодные и анодные материалы из биомассы.

Тема 6. Перспективы и проблемы применения биомассы в энергетических системах и комплексах.

Доля биомассы в топливно-энергетическом балансе (в мире, РФ, различных странах). Технологические и экономические проблемы применения биомассы в энергетических системах и комплексах. Экологические преимущества применения биомассы в энергетике.

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 «Энергетические системы и комплексы» 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. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика. - 3-е изд. доп. - СПб: Издательство Политехнического университета, 2016, 424 с.**
- 2. Елистратов В.В., Кудряшева И.Г. Режимы работы установок и энергокомплексов на основе возобновляемых видов энергии. - СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021, 157с.**
- 3. Компьютерные технологии в научных исследованиях и проектировании объектов возобновляемой энергетики / Васильев Ю.С., Кубышкин Л.И., Кудряшева И.Г. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2008.**
- 4. Использование возобновляемой энергии / Елистратов В.В. - СПб: Изд-во СПбГПУ, 2008.**

5. Васильев Ю.С., Безруких П.П., Елистратов В.В., Сидоренко Г.И. **Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России: Учебно-справочное пособие.** - СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2008.
6. Бальзанников М.И., Елистратов В.В. **Возобновляемые источники энергии. Аспекты комплексного использования.** - Самара, 2008.
7. **Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России: учебное пособие / П.П. Безруких и др.** - М.: Книга-Рента, 2008.
8. **Елистратов В.В., Борисенко М.М., Сидоренко Г.И., Стадник В.В. и др. Климатические факторы возобновляемых источников энергии / Под ред. В.В. Елистратова, Н.В. Кобышевой, Г.И. Сидоренко.** - СПб: Наука, 2010.
9. Баадер В., Доне Е., Бенндерфер М. **Биогаз: теория и практика.** – М.: Колос, 1982.
10. **Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учеб. пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин.** - М.: КноРус, 2010. - 228 с.
11. **Экологическая оценка возобновляемых источников энергии. Учеб. пособие / Г.В.Пачурин.** - М.: Лань, 2016. – 236 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