

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Объединенный институт высоких температур Российской академии наук
(ОИВТ РАН)

Принято на Ученом совете
ОИВТ РАН
Протокол № 5 от 21.06.2022

«Утверждаю»
Директор ОИВТ РАН

 академик Петров О.Ф.

« 21 » 2022 год



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии»

направление подготовки: 13.06.01 Физика и астрономия

(специальность – 2.4.5 Энергетические системы и комплексы)

Квалификация

Исследователь. Преподаватель- исследователь

Москва- 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в том, чтобы дать необходимые знания о современных способах получения и преобразования энергии, использующих нетрадиционные и возобновляемые источники (в первую очередь солнечную, ветровую, геотермальную энергию, а также энергию биомассы, водорода, приливов, волн и др.); ознакомить с особенностями создания новых энергетических установок и видами энергетического оборудования; показать роль и место нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в современном топливно-энергетическом балансе и их отличительные достоинства, определяющий возможный вклад в энергетику будущего.

Целью дисциплины является также ознакомление:

- с нетрадиционными энергоустановками, работающими на основе методов прямого преобразования видов энергии (фотоэлектрическими, термоэлектрическими, электрохимическими, термоэмиссионными, магнетогидродинамическими преобразователями);
- с основными направлениями исследований и разработок в области нетрадиционных энергоустановок; путями повышения их надежности и ресурса;
- с перспективами их практического применения в качестве автономных источников энергии двойного назначения.

Задачей дисциплины является ознакомление:

- с физическими основами, принципом действия, схемами и конструкцией различных преобразователей энергии, их технико-экономическими характеристиками;
- с современным состоянием исследований и разработок в области новых и нетрадиционных источников энергии, а также перспективами их практического применения;
- с методами обеспечения надежности и ресурса нетрадиционных энергоустановок прямого преобразования энергии (ЭУ ППЭ);
- с требованиями, предъявляемыми к системам контроля, защиты и управления ЭУ ППЭ;
- с существующими методами физической диагностики и технического контроля энергоустановок; с новыми разработками методов контроля электрофизических процессов и параметров в нетрадиционных энергоустановках;
- с разработками в области создания автоматизированных систем контроля и предотвращения аварийных ситуаций при работе энергоустановок;
- с новыми научными разработками в направлении повышения эффективности систем электроснабжения, использующих нетрадиционные источники энергии;
- с новыми схемными решениями, направленными на повышение качества электроэнергии у потребителей при совместной работе нетрадиционной энергоустановки с сетью.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: физика, высшая математика, теоретические основы электротехники, электрические и электронные аппараты; механизмы электрических аппаратов, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при изучении других дисциплин программы аспирантской подготовки.

3. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

4. ГОД И СЕМЕСТР ОБУЧЕНИЯ

Второй год, четвертый семестр обучения.

5. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ И ВИДЫ ОТЧЕТНОСТИ

Вариативная часть, в т.ч. :	<u>4</u> зач. ед.
лекции	<u>28</u> часа
практические занятия	<u>44</u> часов
лабораторные работы	<u>нет</u> часов
индивидуальные занятия с преподавателем	<u>нет</u> часов
самостоятельные занятия	<u>72</u> часов
Итоговая аттестация	диф. зачет 2 курс.
ВСЕГО	4 зач. ед., 144 часа

6. КОНКРЕТНЫЕ ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ И НАВЫКИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения учебной дисциплины «**Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии**» обучающиеся должны демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- основные электрофизические процессы, протекающие в электротехнических устройствах и энергоустановках различных типов и назначения, включая нетрадиционные;
- основные причины возникновения нештатных (предаварийных) состояний в процессе эксплуатации энергоустановок;
- существующие методы физической диагностики и технического контроля энергоустановок; включая нетрадиционные;
- основные источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет и др.) по исследованиям, разработкам и внедрению нетрадиционных энергоустановок различных типов и назначения (в мире, в европейских странах, в России).

Уметь:

- разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем ;
- определять оптимальные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники ;
- использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора устройств электротехнического и электроэнергетического оборудования ;
- использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах ;
- выбирать серийное и проектировать новое электротехническое и электроэнергетическое оборудование .

Владеть:

- терминологией в области систем контроля и диагностики различных электротехнических устройств;
- навыками проведения экспериментальных исследований и измерения основных параметров электротехнических устройств;
- навыками поиска информации для конкретных решаемых задач;
- навыками применения полученных знаний при проектировании различных систем электроснабжения.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины

Перечень разделов дисциплины и распределение времени по темам:

№ темы и название	Количество часов
1. Общие сведения о природных источниках энергии и энергоресурсах	10
2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (ВИЭ)	10
3. Классификация ВИЭ	10
4. Солнечная энергия	10
5. Ветровая энергия.	10
6. Биомасса как источник энергии.	10
7. Энергия водорода и методы ее преобразования.	10
8. Методы прямого преобразования видов энергии.	10
9. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии	10
10. Вопросы надежности и ресурса нетрадиционных энергоустановок	10
11. Существующие методы физической диагностики и технического контроля	10
12. Автоматизированные системы контроля и предотвращения аварийных ситуаций при работе установок	10
13. Повышение эффективности систем электроснабжения с нетрадиционными источниками энергии	12
14. Гибридные (интеллектуальные) электроэнергетические комплексы для задач распределённой энергетики	12
ВСЕГО (часов)	144

Вид занятий

Лекции:

Темы	Трудоёмкость в зач. ед. (количество часов)
1. Общие сведения о природных источниках энергии и энергоресурсах	2
2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (ВИЭ)	2
3. Классификация ВИЭ	2
4. Солнечная энергия	2
5. Ветровая энергия.	2
6. Биомасса как источник энергии.	2
7. Энергия водорода и методы ее преобразования.	2
8. Методы прямого преобразования видов энергии.	2
9. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии	2
10. Вопросы надежности и ресурса нетрадиционных энергоустановок	2
11. Существующие методы физической диагностики и технического контроля	2
12. Автоматизированные системы контроля и предотвращения аварийных ситуаций при работе установок	2
13. Повышение эффективности систем электроснабжения с нетрадиционными источниками энергии	2
14. Гибридные (интеллектуальные) электроэнергетические комплексы для задач распределённой энергетики	2
ВСЕГО (часов)	28

Лабораторные занятия: нет

Практические занятия (семинары):

Темы	Трудоёмкость в зач. ед. (количество часов)

1. Общие сведения о природных источниках энергии и энергоресурсах	3
2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (ВИЭ)	3
3. Классификация ВИЭ	3
4. Солнечная энергия	3
5. Ветровая энергия.	3
6. Биомасса как источник энергии.	3
7. Энергия водорода и методы ее преобразования.	3
8. Методы прямого преобразования видов энергии.	3
9. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии	3
10. Вопросы надежности и ресурса нетрадиционных энергоустановок	3
11. Существующие методы физической диагностики и технического контроля	3
12. Автоматизированные системы контроля и предотвращения аварийных ситуаций при работе установок	3
13. Повышение эффективности систем электроснабжения с нетрадиционными источниками энергии	4
14. Гибридные (интеллектуальные) электроэнергетические комплексы для задач распределённой энергетики	4
ВСЕГО (часов)	44

Самостоятельная работа:

№ п.п.	Темы	Трудоёмкость (количество часов)
1	- изучение теоретического курса – выполняется самостоятельно каждым студентом по итогам каждой из лекций, результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях, используются конспект (электронный) лекций, учебники, рекомендуемые данной программой, методические пособия.	20 часа

2	- решение задач по заданию преподавателя– решаются задачи, выданные преподавателем по итогам лекционных занятий и сдаются в конце семестра, используются конспект (электронный) лекций, учебники, рекомендуемые данной программой, а также сборники задач, включая электронные, учебно-методические пособия.	36 часов
3	-подготовка к дифференцированному зачету	16 часа
ВСЕГО (часов)		72 часов

Содержание дисциплины

№ п/п	Название модулей	Разделы и темы лекционных занятий	Содержание	Объем	
				Аудитор- ная работа (зачетн ые единиц ы/часы)	Самосто ятель- ная работа (зачетн ые единиц ы/часы
1	Общие сведения о природных источниках энергии и энергоресурсах	Общие сведения о природных источниках энергии и энергоресурсах	Общие сведения о природных источниках энергии и энергоресурсах. Запасы и потребление топливных энергоресурсов. Экономия топлива и энергосбережение. Традиционная энергетика и окружающая среда.	5	5
2	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (ВИЭ)	Нетрадицион-ные и возобновляе-мые источники энергии (ВИЭ)	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (ВИЭ).	5	5

3	Классификация ВИЭ	Классификация ВИЭ	Классификация ВИЭ. Потенциальные ресурсы ВИЭ. Общие характерные особенности ВИЭ и факторы, влияющие на их развитие.	5	5
4	Солнечная энергия	Солнечная энергия	Солнечная энергия. Методы и устройства преобразования солнечной энергии в другие виды энергии.	5	5
5	Ветровая энергия.	Ветровая энергия.	Ветровая энергия. Основные типы ветроэнергетических установок. Потенциальные возможности и перспективы развития ветроэнергетики	5	5
6	Биомасса как источник энергии.	Биомасса как источник энергии.	Биомасса как источник энергии. Методы и устройства «энергетической» переработки биомассы.	5	5
7	Энергия водорода и методы ее преобразования.	Энергия водорода и методы ее преобразования	Энергия водорода и методы ее преобразования. Методы и устройства аккумулирования энергии нетрадиционных источников.	5	5
8	Методы прямого преобразования видов энергии.	Методы прямого преобразования видов энергии.	Методы прямого преобразования видов энергии. Физические основы, принцип действия и устройство: фотоэлектрического преобразователя (ФЭП), термоэлектрического генератора (ТЭГ), термоэмиссионного преобразователя (ТЭП), электрохимического преобразователя (ЭХП), магнетогидродинамического генератора (МГДГ).	5	5
9	Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии.	Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии.	Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии - их отличительные особенности, перспективы развития и применения в качестве автономных энергоустановок двойного назначения и при совместной работе с сетью.	5	5
10	Вопросы надежности и ресурса нетрадиционных	Вопросы надежности и ресурса нетрадиционных	Вопросы надежности и ресурса нетрадиционных энергоустановок прямого преобразования энергии (ЭУ ППЭ). Требования, предъявляемые к	5	5

	энергоустановок	х энергоустановок	системам контроля, защиты и управления ЭУ ППЭ.		
11	Существующие методы физической диагностики и технического контроля	Существующие методы физической диагностики и технического контроля	Существующие методы физической диагностики и технического контроля. Разработка новых методов диагностики для контроля электрофизических процессов и параметров в нетрадиционных энергоустановках.	5	5
12	Автоматизированные системы контроля и предотвращения аварийных ситуаций при работе энергоустановок	Автоматизированные системы контроля и предотвращения аварийных ситуаций при работе энергоустановок	Автоматизированные системы контроля и предотвращения аварийных ситуаций при работе энергоустановок. Новые разработки полупроводниковых преобразовательных устройств для систем защиты, контроля и управления нетрадиционными энергоустановками.	5	5
13	Повышение эффективности систем электроснабжения с нетрадиционными источниками энергии	Повышение эффективности систем электроснабжения с нетрадиционными источниками энергии	Повышение эффективности систем электроснабжения с нетрадиционными источниками энергии. Новые схемные решения, направленные на повышение качества электроэнергии у потребителей.	6	6
14	Гибридные (интеллектуальные) электроэнергетические комплексы для задач распределённой энергетики	Гибридные (интеллектуальные) электроэнергетические комплексы для задач распределённой энергетики	Гибридные (интеллектуальные) электроэнергетические комплексы для задач распределённой энергетики. Совместная работа разнородных источников на общую нагрузку переменного тока. Система автоматического управления и набор алгоритмов для ведения требуемых режимов.	6	6
Итого				72	72

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Перечень контрольных вопросов для сдачи зачета:

1. Общие сведения о природных источниках энергии и энергоресурсах. Запасы и потребление топливных энергоресурсов. Экономия топлива и энергосбережение. Традиционная энергетика и окружающая среда.
2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Классификация ВИЭ. Потенциальные ресурсы ВИЭ. Общие характерные особенности ВИЭ и факторы, влияющие на их развитие.
3. Солнечная энергия. Методы и устройства преобразования солнечной энергии в другие виды энергии.
4. Ветровая энергия. Основные типы ветроэнергетических установок. Потенциальные возможности и перспективы развития ветроэнергетики.
5. Биомасса как источник энергии. Методы и устройства «энергетической» переработки биомассы.
6. Энергия водорода и методы ее преобразования. Методы и устройства аккумулирования энергии нетрадиционных источников.
7. Методы прямого преобразования видов энергии. Физические основы, принцип действия и устройство: фотоэлектрического преобразователя (ФЭП), термоэлектрического генератора (ТЭГ), термоэмиссионного преобразователя (ТЭП), электрохимического преобразователя (ЭХП), магнетогидродинамического генератора (МГДГ).
8. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии - их отличительные особенности, перспективы развития и применения в качестве автономных энергоустановок двойного назначения и при совместной работе с сетью.
9. Вопросы надежности и ресурса нетрадиционных энергоустановок прямого преобразования энергии (ЭУ ППЭ). Требования, предъявляемые к системам контроля, защиты и управления ЭУ ППЭ.
10. Существующие методы физической диагностики и технического контроля. Разработка новых методов диагностики для контроля электрофизических процессов и параметров в нетрадиционных энергоустановках.
11. Автоматизированные системы контроля и предотвращения аварийных ситуаций при работе энергоустановок.
12. Новые разработки полупроводниковых преобразовательных устройств для систем защиты, контроля и управления нетрадиционными энергоустановками.
13. Повышение эффективности систем электроснабжения с нетрадиционными источниками энергии. Новые схемные решения, направленные на повышение качества электроэнергии у потребителей.
14. Гибридные (интеллектуальные) электроэнергетические комплексы для задач распределенной энергетики.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Баранов Н.Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии. Учебное пособие для ВУЗов. М., Изд. дом МЭИ. 2012, 386 с. ГЗВМ 978-5-383-00651-1.
2. Баранов Н.Н. Нетрадиционные возобновляемые источники и методы преобразования их энергии. Монография. М., Изд. дом МЭИ. 2011, 216 с. 13ВМ 978-5-383-00651-1.
3. Баранов Н.Н. Системы электроснабжения с нетрадиционными источниками энергии. Учебное пособие. М., Изд. дом МЭИ. 2013, 32 с. ВМ 978-5-7046-1369-5.
4. Баранов Н.Н. Методы контроля и управления режимом разряда на электродах в плазменных энергоустановках. Учебное пособие. М., Изд. МЭИ, 2001, 49 с. 15ВМ 5-7046-0636-9.
5. Баранов Н.Н. Методы технической диагностики и контроля нетрадиционных электрохимических энергоустановок. Учебное пособие. М., Изд. МЭИ, 1999, 25 с. [ЗВМ 5-7046-0426-9.
6. Баранов Н.Н. Методы контроля и технической диагностики нетрадиционных термоэлектрических энергоустановок. Учебное пособие. М., Изд. МЭИ, 1998, 25 с. ЭВМ 5-7046-0398-Х.
7. Баранов Н.Н. Методы технической диагностики и контроля нетрадиционных фотоэлектрических энергоустановок (солнечных батарей). Учебное пособие. М., Изд. МЭИ, 1998, 25 с. [ЭВМ 5-7046-0399-8.
8. Баранов Н.Н. Универсальная методика технической диагностики и контроля электрофизических процессов в нетрадиционных энергоустановках прямого преобразования энергии. Учебное пособие. М., Изд. МЭИ, 1998. 55 с. ВМ 5-7046-0361-0.
9. Баранов Н.Н. Перспективные направления развития и практического применения нетрадиционных энергоустановок прямого преобразования энергии. Учебное пособие. М.: Изд. МЭИ, 1998, 48 с. ЭВМ 5-7046-0360-2.
10. Антонов Б.М., Баранов Н.Н., Батенин В.М. Системы электроснабжения с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии. Монография. М.: Изд. «Шанс» ОИВТ РАН. 2019. 176 стр. ISBN 978-5-6042605-0-0.

Дополнительная литература:

1. Баранов Н.Н., Мандругин А.А. Новый радионуклидный источник электрического питания с повышенной эффективностью и длительным ресурсом непрерывной работы. Монография. (Совм. Учебное пособие ОИВТ РАН и Химфака МГУ им. М.В. Ломоносова). М. РадиоСофт. 2017. 48 стр. ISBN 978-5-93274-171-9.
2. Антонов Б.М., Баранов Н.Н., Крюков К.В., Розанов Ю.К. Гибридная система децентрализованного электроснабжения, реализуемая на основе возобновляемых источников энергии разных видов. Журнал «Электричество». 2018. № 1. С. 8-13. DOI:10.24160/0013-5380-2018-1-8-13.
3. Антонов Б.М., Баранов Н.Н., Батенин В.М. Системы электроснабжения с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии. Монография. М.: Изд. «Шанс» ОИВТ РАН. 2019. 176 стр. ISBN 978-5-6042605-0-0.
4. Баранов Н.Н. Интеллектуальные электроэнергетические комплексы для распределённой энергетики. Журнал «Энергия: экономика, техника, экология» Президиума РАН. Изд. «Наука». 2020. № 11. С. 10-16. DOI:10.7868/S0233361920110038. ISSN 0233-3619.
5. Баранов Н.Н., Крюков К.В. Разработка системы управления гибридного электроэнергетического комплекса, в состав которого входят нетрадиционные и возобновляемые источники энергии разных типов. // Журнал «Известия РАН. Энергетика». 2021 г. №4. С. 72-81. DOI: 10.31857/S0002331021040038.
6. Афанасьев А.А., Баранов Н.Н. Мировая энергетика. Глобальные проблемы и перспективы развития. Солнечная энергетика. // Журнал «Энергия: экономика, техника, экология». 2021 г. № 2. С. 28-47. DOI:10.7868/S0233361921020051. ISSN 0233-3619.

7. Афанасьев А.А., Баранов Н.Н. Мировая энергетика. Глобальные проблемы и перспективы развития. Ветроэнергетика. // Журнал «Энергия: экономика, техника, экология». 2021 г. № 4. С. 34-48. DOI: 10.7868/S0233361921040054. ISSN 0233-3619.

8. Антонов Б.М., Баранов Н.Н., Крюков К.В. Разработка токоограничивающего устройства для защиты электроэнергетических комплексов с возобновляемыми источниками энергии. // Журнал «Электричество». 2022 г. № 1. С. 35-45. DOI:10.24160/0013-5380-2022-1-35-45.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля). Электронные ресурсы, включая доступ к базам данных:

Предусматривается ознакомление в сетях Интернета с современными зарубежными и отечественными разработками в области альтернативных источников энергии:

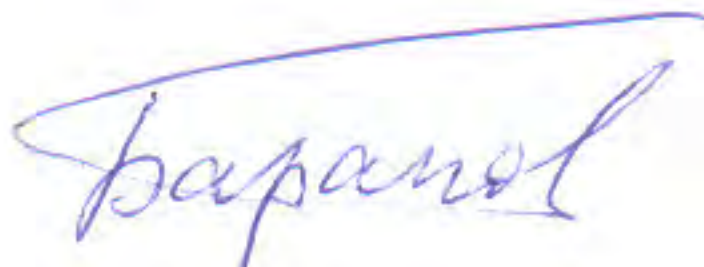
<http://www.eea.europa.eu>;

<http://www.eea.energystrategy.ru>

<http://www.A.Energy.ru> , и др.

11. Язык преподавания - русский.

Программу составил



д.т.н., профессор Баранов Н.Н.

«14» июня 2022г.