

Документ подписан простой электронной подписью.
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.06.2025 14:17:49
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d89108319473078ef1a989dae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика программы аспирантуры)

Базовая Кафедра «Энергетическое машиностроение»

(наименование базового учебного подразделения (БУП)-разработчика программы аспирантуры)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Энергетические системы и комплексы

(наименование дисциплины/модуля)

Научная специальность:

2.4.5 Энергетические системы и комплексы

(код и наименование научной специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации программы аспирантуры:

Энергетические системы и комплексы

(наименование программы подготовки научных и научно-педагогических кадров)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение и исследование связей и закономерностей в области расчетов оптимальных параметров и режимов, проектирования, управления, монтажа и эксплуатации энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и подготовка аспиранта к сдаче кандидатского экзамена.

Задачами дисциплины являются:

- 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.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Энергетические системы и комплексы» направлено на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов, а также освоение компетенций:

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в сфере энергетических систем и комплексов;
- владением культурой научного исследования в сфере энергетических систем, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;
- способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере энергоустановок на основе ВИЭ, с учетом правил соблюдения авторских прав;
- готовность к разработке устройств и технологий, способствующих совершенствованию, оптимизации и повышению эксплуатационной надежности, экологической безопасности энергоустановок на основе ВИЭ, методов их расчета и проектирования;
- способность к созданию и развитию эффективных методов расчета и экспериментальных исследований энергоустановок на основе ВИЭ.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: – устройство гидравлических, солнечных и ветроэнергетических установок разных типов;

– энергетические характеристики гидравлических, солнечных и ветроэнергетических установок разных типов и влияние на них внешних факторов;

– особенности работы энергоустановок на основе ВИЭ;

– особенности проектирования, управления, монтажа и эксплуатации энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов на основе ВИЭ.

Уметь: проводить теоретические и экспериментальные исследования в сфере энергетики: – освоить методы объединения энергоустановок на основе ВИЭ в энергетические комплексы; – освоить методы интеграции энергоустановок на основе ВИЭ в электроэнергетические системы.

Владеть: – методами расчета оптимальных параметров и состава оборудования электростанций и энергетических комплексов на основе ВИЭ;

– методами расчета оптимальных режимов работы энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов на основе ВИЭ.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Энергетические системы и комплексы» составляет 3 зачетных единицы.

Таблица 3.1. Виды учебной работы по периодам освоения программы аспирантуры

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	семестр
		3
Контактная работа, ак.ч.	18	18
в том числе:		
Лекции (ЛЖ)	30	30
Практические/семинарские занятия (СЗ)	30	30
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	48	48
Контроль (зачет с оценкой), ак.ч.		
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108
	зач.ед.	3
		108
		3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Введение.	Источники возобновляемых видов энергии и их особенности. География энергоресурсов.
2.	Раздел № 1. Возобновляемые виды энергии и энергоустановки на их основе.	Тема 1.1. Основные понятия и определения в практике исследования и использования возобновляемых видов энергии (ВВЭ). Современное информационное обеспечение для оценки ресурсов ВИЭ. Параметры ВВЭ и методы их измерения. Основные категории потенциалов ВИЭ и методы их расчета. Современное состояние и перспективы использования ВВЭ. Место и значение ВИЭ в современном топливно-энергетическом комплексе мира и России. Технические особенности использования ВИЭ в системах централизованного и децентрализованного энергоснабжения. Экономические аспекты использования ВИЭ.
3.	Раздел № 2. Модели и технологии использования энергоустановок на основе солнечной энергии.	Тема 2.1. Источники потенциала солнечной энергии. Солнечная радиация: прямая и диффузная. Спектры внеатмосферного и наземного солнечного излучения. Методы измерения солнечной радиации. Методы расчета прихода солнечной радиации на произвольно ориентированную площадку в произвольно взятой ее точке поверхности Земли. Зависимости солнечной радиации от времени года и широты местности. Поглощение в атмосфере (оптическая масса). Оптимальная ориентация приемника солнечного излучения. Тема 2.2. Основные категории потенциала солнечной энергии и методы их расчета. Кадастр солнечной энергии. Основные виды солнечных энергоустановок (СЭУ) и станций (СЭС): электроснабжения, горячего водоснабжения,

		<p>отопления, охлаждения, сушки, опреснения, гидролиза и т.п.</p> <p>Башенные СЭС. Основная технологическая схема, ее компоненты и энергетические характеристики. Уравнение движения Солнца и гелиостатов. Затенение и блокировка гелиостатов. Коэффициент улавливания приемником солнечной радиации. Тепловой приемник и методы его расчета. Оптимизация системы «концентратор (гелиостаты) — приемник».</p> <p>СЭС на основе солнечных прудов. Технологическая схема преобразования энергии и ее компоненты. Термальный градиент. Теплоаккумулирующая характеристика солнечных прудов. Методы расчета основных параметров СЭС на основе солнечных прудов.</p> <p>СЭС с параболическими и параболоцилиндрическими концентраторами: технологическая схема преобразования энергии и ее компоненты. Эффект концентрации излучения. Методы расчета основных параметров.</p> <p>Тема 2.3. Фотоэлектрические СЭС. Фотоэлектрическая генерация энергии. Структура солнечных элементов и принципы их работы. Фотоэлектрические свойства цепи и нагрузки фотоэлементов. Основные виды потерь энергии и факторы, влияющие на КПД фотоэлемента. Конструкции солнечных элементов. Основные технические требования к материалам солнечных элементов. Жесткие и гибкие фотоэлементы. Концентраторы излучения, их разновидности и особенности использования. КПД основных типов фотоэлементов. Фотоэлектростанции.</p> <p>Солнечные коллекторы и их разновидности. Принцип действия, основные конструктивные особенности, КПД солнечных коллекторов. Расчет температурного поля тепловых потерь, отвода тепла, оптического КПД. Селективные покрытия их разновидности и свойства.</p> <p>Этапы проектирования СЭУ и СЭС. Выбор и обоснование участков строительства. Выбор и обоснование типа и основных параметров СЭС.</p> <p>Эксплуатационные особенности и режимы различных типов наземных и космических СЭС. Надежность их функционирования. Техно-экономические показатели эксплуатации СЭУ и СЭС.</p>
4.	<p>Раздел № 3. Модели и технологии использования энергоустановок на основе энергии ветра.</p>	<p>Тема 3.1. Источники потенциала ветровой энергии. Основные характеристики ветра и методы и определения. Краткосрочные вариации скорости ветра: турбулентность, порывистость ветра. Максимальная скорость ветра. Энергетические характеристики ветра: мощность и энергия. Влияние орографии местности на формирование ветра: шероховатость местности, формы земной поверхности, препятствия. Методические основы</p>

оценки влияния земной поверхности на скорость ветра. Вертикальный профиль ветра. Характерные функции распределения ветра (распределения Рэля, Вейбулла, Гринцевича и др.). Роза ветров. Высота флюгера. Географические факторы и местные расчетные параметры ветра. Основные категории потенциала ветровой энергии и методы их расчета. Кадастр ветровой энергии. Основные технические схемы использования энергии ветра и их классификация.

Преобразование энергии ветра (элементы аэродинамики). Теория идеального и реального ветрового двигателя. Осевая и подъемная сила, рабочий момент и мощность. Потери энергии. Методы получения энергетических характеристик ветроколеса. Способы установки ветроколеса на ветер. Силы, действующие на ветроколесо при его работе в косом потоке Гироскопический момент ветроколеса. Способы регулирования частоты вращения ветроколеса и его мощности.

Тема 3.2. Конструктивные особенности и энергетические характеристики основных элементов ветроэнергетической установки (ВЭУ). Режимы работы ветроколеса. Быстроходность и ее связь с коэффициентом мощности. Подведенная и полезная мощность ветроэнергоустановки. Основные виды потерь энергии. Ветроустановки, предназначенные для производства электроэнергии, тепла, механической энергии и их особенности.

Ветроустановки с горизонтальной осью вращения. Основные элементы конструкции. Одно- и многолопастные системы ВЭУ со стабилизаторами, без него или с дополнительным боковым колесом, с серводвигателем или с самоориентацией. Особенности режимов работы ВЭУ.

Ветроустановки с вертикальной осью вращения. Основные элементы конструкции. Основные типы ВЭУ. Энергетические характеристики ВЭУ разного типа с вертикальной осью вращения.

Тема 3.3. Баланс энергии ВЭУ. Основные энергетические характеристики. Концентраторы воздушного потока, особенности конструкции, эффективность.

Стандарты ветроэнергетики. Этапы проектирования ветроэлектростанций. Выбор площадки для размещения ВЭУ. Ветромониторинг. Критерии выбора оборудования ВЭУ. Классы безопасности ВЭУ. Климатическое исполнение ВЭУ. Критерии энергоэффективности ВЭУ. Транспорт и монтаж ВЭУ.

Ветроэлектростанция. Схемы оптимального размещения ВЭУ друг относительно друга и ветрового потока с учетом розы ветров. Эффект затенения.

		<p>Функциональные элементы системы управления. Требования к системам управления и защиты. Режимы работы ВЭУ. Электромеханические переходные процессы в ВЭУ. Моделирование режимов работы ВЭУ.</p>
5.	<p>Раздел № 4. Модели и технологии использования энергоустановок на основе гидравлической энергии.</p>	<p>Тема 4.1. Источники потенциала гидроэнергетики: естественные и искусственные водотоки, водохранилища, гидротехнические системы, ледники, подземные воды, приливы и отливы, волны и течения в морях и океанах. Основные гидравлические и энергетические параметры источников потенциала большой и малой гидроэнергетики (МГЭ). Методы измерения напора и расхода воды. Гидрометрические характеристики источника потенциала. Гидрологическая информация и ее особенности для МГЭ. Использование детерминированных и вероятностных методов расчета в гидрологии. Особенности формирования водосборов и водостоков.</p> <p>Тема 4.2. Энергия морских волн и течений. Источники потенциала и их особенности. Поверхностные волны на глубокой и мелкой воде (основы теории волнового движения). Энергия и мощность волны и методы ее использования. Идеальные и реальные волны и методы их описания. Энергетический спектр (распределение мощности волны) волн. Методы использования энергии волн при непрерывном волновом движении. Распределение волнового потенциала. Энергия приливов. Источники потенциала и их особенности. Приливы в открытом океане и вблизи берегов. Приливная волна. Энергетика приливных течений и методы ее расчета. Основные характеристики приливной волны и особенности их изменения во времени и от основных влияющих факторов, методы их расчета. География приливов.</p> <p>Тема 4.3. Основные категории потенциала малой гидроэнергетики (включая волны и приливы) и методы их расчета. Вводно-энергетические кадастры гидроэнергетики.</p> <p>Малые гидроэнергетические установки (ГЭУ) и гидроэлектростанции (ГЭС) различных типов. Малые ГЭС (МГЭС): классификационные признаки. Основные методы и способы концентрации напора и расхода воды. Основные типы и виды турбин МГЭС, их энергетические характеристики, методы получения. Водоподводящие и водоотводящие сооружения МГЭС и их энергетические характеристики. Нетрадиционные схемы и виды оборудования МГЭС.</p> <p>Основные типы гидрогенераторов МГЭС. Энергетические характеристики гидрогенераторов. Методы выбора и обоснования основных параметров гидроагрегатов МГЭС.</p>

6.	Раздел № 5. Аккумуляция энергии	Тема 5.1. Назначение аккумуляторов энергии и принципы ее накопления: биологический, химический, тепловой, электрической, механический. Основные характеристики. Энергоаккумулирующие установки (ЭАУ) и станции (ЭАЭС). Гидроаккумулирующие, тепловые, индуктивные, водородные и другие виды аккумуляции энергии. Технологические циклы ЭАУ и принцип их действия. КПД аккумуляции. Основные энергетические характеристики, методы их получения и расчета. Глубина и скорость заряда-разряда. Длительность цикла аккумуляции. Гарантированное число циклов заряда-разряда. Преобразователи энергии ЭАУ.
7.	Раздел № 6. Основные технические схемы преобразования возобновляемых видов энергии.	Тема 6.1. Основные энергетические характеристики преобразования энергии. Методы расчета и измерения основных параметров и характеристик в установившихся и переходных режимах. Энергетические комплексы (ЭК). Основные схемы ЭК, принципы их работы на автономного потребителя и объединенную энергосистему. Методы расчета основных энергетических параметров ЭК с аккумуляторами энергии разного вида. Основные этапы проектирования схем установок и станций на базе ВВЭ. Исходная информация, методы ее получения и хранения. Параметры энергоустановок и методы их расчета. Расчет краткосрочных и длительных режимов работы энергоустановок на базе разных ВВЭ при детерминированной, вероятностной и неопределенной информации для обоснования их проектных параметров. Постановки задачи, методы решения, основные допущения. Оптимизация структуры генерирующих мощностей локальных и объединенных энергосистем с энергоустановками на базе ВВЭ.

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	проектор, экран, компьютер, доска меловая

Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	проектор, экран, компьютер, доска меловая
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	проектор, экран, компьютер, доска меловая

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Основные характеристики ветра. Ресурсы ветра и методы их расчета: учебное пособие / Дерюгина Г.В., Малинин Н.К., Пугачев Р.В., Шестопалова Т.А. — М.: Издательство МЭИ, 2012 г.
2. Цгоев Р.С. Нетрадиционная ветроэнергетика. Учебное пособие / — М.: Издательство МЭИ, 2014 г.
3. Методы расчёта ресурсов возобновляемых источников энергии. Учебное пособие / Бурмистров А.А., Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Кунакин Д.Н., Малинин Н.К., Пугачев Р.В. — М.: Издательство МЭИ, 2-ое изд., 2007, 144 с.
4. Солнечная энергетика. Учебное пособие / Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. — М.: Издательство МЭИ, 2008, 276 с.
5. Альдо В. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. Учебное пособие. — М.: Издательство Медиа Формат 2010 г. — 704 с.
6. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике. / Синюгин В.Ю., Магрук В.И., Родионов В.Г., М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2008 г.

Дополнительная литература:

1. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие. — М.: КНОРУС, 2010 г.
2. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии: учебное пособие, СПб: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010. — 224 с.
3. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования гидроэнергетических установок. / А.Ю. Александровский, Б.И. Силаев, мет. пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007 г.
4. Александровский А.Ю., Силаев Б.И. Обоснование параметров проектируемой ГЭС Методическое пособие по курсу. Издательский дом МЭИ, 2006 г.
5. Гидроэнергетика. 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. В.И. Обрезкова. М.: Энергоатомиздат, 1988.
6. Гидроэлектрические станции / Под ред. В.Я. Карелина и Г.И. Кривченко. М.: Энергоатомиздат, 1987.
7. Виссарионов В.И., Золотов Л.А. Экологические аспекты возобновляемых источников энергии. М.: Изд-во МЭИ, 1996.
8. Накопители энергии / Под ред. Д. А. Бута. М.: Энергоатомиздат, 1991.
9. Васильев Ю.С., Харитонов Н.И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л.: ЛГУ, 1991.
10. Водно-энергетические и водохозяйственные расчеты / Под ред. В.И. Виссарионова. М.: Изд-во МЭИ, 2001.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:
 - Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Энергетические системы и комплексы».
2. Методические рекомендации для самостоятельного обучения

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины в ТУИС!

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система оценки освоения дисциплины представлены в ТУИС.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент, к.т.н.,

**Кафедра энергетическое
машиностроение**

Ощепков П.П.

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

**Кафедра энергетическое
машиностроение**

Радин Ю.А.

Наименование БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

**Профессор, д.т.н.,
Кафедра энергетическое
машиностроение**

Радин Ю.А.

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.