Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал г.Душанбе

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроснабжение, Гидроэлектростанции,

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

УТВЕРЖДАЮ
Директор ДФ НИУ «МЭИ»
_____ С.А.Абдулкеримов
«__28__» ____02____ 2025г.

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ВИЭ

Блок	**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**
Часть образовательной программы	**Формируемая участниками образовательных отношений**
Индекс дисциплины по учебному плану	**Б1.В.10**
Трудоемкость в зачетных единицах	**4 семестр – 3**
Часов (всего) по учебному плану	**108**
Лекции	**4 семестр – 32 часов**
Практические занятия	**4 семестр – 16 часов**
Лабораторные работы	**4 семестр – 16 часов**
Консультации по курсовому проекту/ работе: групповые индивидуальные	 **Учебным планом не предусмотрены** **Учебным планом не предусмотрены**
Самостоятельная работа	**4 семестр – 26 часа**
включая: РГР	 **4 семестр – 30 часа**
Промежуточная аттестация: зачет с оценкой	**4 семестр – 0,3 часа**
Контроль: зачет с оценкой	**4 семестр – 17,7 часа**

Душанбе 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

к.т.н. доцент кафедры электроэнергетики		З.С. Ганиев
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой электроэнергетики к.т.н. доцент		Х.Б. Назиров
(название кафедры)	(подпись)	(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение теоретических и практических вопросов в области использования энергетических установок на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Задачи дисциплины:

-изучение физической природы гидро-, ветро-, солнечных ресурсов и особенностей их использования;

- освоение методов расчета валового и технического потенциала гидро-, ветро- и солнечных ресурсов;

- изучение основных типов энергетических установок на базе гидро-, ветро- и солнечных ресурсов, их элементов, принципиального устройства, основных энергетических характеристик.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен применять знание характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-1$_{ПК-3}$ Демонстрирует знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей	**знать**: – основные виды ВИЭ и особенности их использования; – назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе солнечных ресурсов; – назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе ветровых ресурсов; – назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе гидроресурсов; – методы по определению основных категорий потенциала гидро-, ветро- и солнечных ресурсов; **уметь**: – выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала солнечных ресурсов; – выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала ветровых ресурсов; – выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала гидроресурсов; – анализировать режимы работы в энергосистеме установок на базе ВИЭ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «ТЭС и АЭС».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Теоретические основы гидроэнергетики», «Физические основы использования возобновляемых источников энергии», «Теоретические основы возобновляемой энергетики», «Инженерная гидрология», «Гидротехнические сооружения», «Энергетические сооружения» и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная						СР	Конт-роль	
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА			
1	Основные виды ВИЭ и особенности их использования	6	4	4	–	–	–	–	–	2	–	[1], стр.10-19,39-41, 71-75, [2], стр.52-57, [3], стр.11-36 подготовка к тестированию
2	Солнечная энергетика	25	4	8	4	6	–	–	–	7	–	[2], стр.100-136, 139-170, 183-197, 251-259, подготовка к лабораторной работе №1; подготовка к тестированию и выполнение расчетного задания №1
3	Ветроэнергетика	25	4	8	4	6	–	–	–	7	–	[3], стр. 47-67, 292-321, 325-353; [1], стр. 39-65; подготовка к лабораторной работе №2; подготовка к тестированию и выполнение расчетного задания №2
4	Гидроэнергетика	34	4	12	8	4	–	–	–	10	–	[1], стр. 10-38, [4], стр.6-16, [5], стр.4-76 лабораторной работе №3; подготовка к тестированию и выполнение расчетного задания №3-5
	Зачет с оценкой	18	4	–	–	–	–	–	0,3	–	17,7	Зачет проводится в устной форме по билетам согласно программе зачета
	Итого:	**108**		**32**	**16**	**16**			**0,3**	**26**	**17,7**	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

3.2. Краткое содержание разделов

4 семестр

1. Основные виды ВИЭ и особенности их использования

Основные понятия и определения. Классификация источников энергии. Классификация возобновляемых источников энергии. Сравнение ВИЭ с традиционными источниками энергии. Категории потенциалов ВИЭ. Место и значение ВИЭ в современном топливно-энергетическом комплексе мира и России.

Экономические аспекты ВИЭ. Технические особенности использования ВИЭ в системах централизованного и децентрализованного энергоснабжения. Подход к проектированию систем децентрализованного энергоснабжения. Современное информационное обеспечение для оценки ресурсов ВИЭ. Использование ВИЭ в условиях России.

2. Солнечная энергетика

Основные понятия и определения солнечной энергетики. Современное состояние и перспективы развития солнечной энергетики в мире и России. Потери солнечного излучения (СИ). Спектр СИ. Основные составляющие СИ на Земле. Основные показатели СИ. Основные переменные СИ и методы их расчета. Геометрия приемной площадки и Солнца. Информационно-методическое обеспечение по расчету солнечной радиации. Основные формы преобразования энергии Солнца. Ресурсы солнечной энергии России.

Физические основы солнечной фотоэнергетики. Основные энергетические характеристики солнечного элемента (СЭ). Технологии и материалы СЭ. Устройство солнечной фотоэлектрической системы (СФЭС). Энергетические характеристики СФЭС. Концентраторы СИ. СФЭС в централизованных и децентрализованных энергетических системах. Солнечные тепловые электростанции. Солнечные коллекторы (СК) и схемы их применения.

3. Ветроэнергетика

Основные понятия и определения ветроэнергетики (ВЭ). Современное состояние и перспективы развития ВЭ в мире и России. Информационное обеспечение по ветровым ресурсам. Основные влияющие факторы на формирование ветра в приземном слое атмосферы. Основные климатические характеристики ветра. Дифференциальные и теоретические повторяемости скорости ветра. Энергетические характеристики ветра.

Классификация ветроэнергетических установок (ВЭУ). ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осью вращения (принцип работы; назначение основных компонентов; преимущества и недостатки). Энергетические характеристики и показатели ВЭУ, а также методы их расчета. Особенности выбора параметров ВЭУ, работающих в централизованных и децентрализованных системах энергоснабжения.

4. Гидроэнергетика

Основные понятия и определения гидроэнергетики (ГЭ). Современное состояние и перспективы развития ГЭ в мире и России. Основные свойства водных ресурсов. Основные отличия малой гидроэнергетики (МГЭ) от традиционной. Напор, расход и мощность участка реки. Экологические и экономические аспекты ГЭ. Категории потенциалов ГЭ.

Графики электрической нагрузки. Суточные, недельные и годовые графики нагрузки. Роль ГЭС и ГАЭС в формировании и функционировании ЕЭС России.

Параметры речного стока. Теоретические и эмпирические кривые обеспеченности, и методы их построения. Гидрологические прогнозы. Назначения водохранилищ. Параметры водохранилищ. Характеристики верхнего и нижнего бьефов водохранилищ. Потери воды из водохранилищ.

Классификация ГЭС. Состав и компоновка ГЭС по схеме создания напора (плотинная и деривационная схема концентрации напора). Конструктивные особенности ГЭС. Плотины их назначение и конструкции. Здания ГЭС. Особенности конструкций зданий ГЭС. Проточный

тракт ГЭС. Режим работы и оборудование гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), приливных гидроэлектростанции, микроГЭС.

Мощность и энергия гидроэлектростанции. Особенности выбора отметки НПУ и установленной мощности ГЭС. Задачи регулирования речного стока водохранилищами ГЭС. Виды регулирования стока. Суточное, недельное, сезонное, годовое и многолетнее регулирование стока. Каскады ГЭС.

Гидроагрегат ГЭС. Конструкции гидрогенераторов. Конструкции гидротурбин. Управление агрегатами ГЭС. Режимы работы гидроагрегатов в энергосистеме. Генераторный режим. Режим синхронного компенсатора и двигательный режим. Пуск гидроагрегата. Регулирование нагрузки гидроагрегата. Останов гидроагрегата.

3.3. Темы практических занятий

4 семестр

Расчет автономной фотоэлектрической системы электроснабжения (4 часа).

Расчет ветроэлектоустановки (ВЭУ) (4 часа).

Определение основных параметров гидравлической турбины, определить мощность, основные параметры, размеры и тип гидрогенератора (4 часа).

Расчет графиков нагрузки энергосистемы (2 часа).

Баланс воды в водохранилище ГЭС водохозяйственного назначения годового регулирования стока реки (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

№1. а). Исследование характеристик солнечных модулей, б). Исследование параллельной схемы соединения солнечных модулей, в). Исследование последовательной схемы соединения солнечных модулей, г).Исследование автономной солнечной фотоэлектрической системы (4часа).

№2. а). Измерение скорости страгивания ветрогенератора, б). Измерение минимальной рабочей скорости ветра, в). Характеристика холостого хода генератора, г). Внешние характеристики ветрогенератора, д). Изучение работы автономной ветроэнергетической системы с батареей и нагрузкой. (4часа).

№ 3. а). Пуск асинхронного генератора в безветренную и ветренную погоду, б). Исследование характеристик ветрогенератора в двигательном режиме, в). Параллельная работа асинхронного ветрогенератора с электрической сетью (4часа).

№ 4 а). Изучение конструкции турбины Пелтона, б). Изучение конструкции радиально-осевой турбины, в). Изучение конструкции осевой турбины, г). Изучение конструкции генератора, д). Исследование характеристик системы турбина Пелтона - генератор - нагрузка (4часа).

3.5. РГР

Тип РГР: расчетное задание.

Тематика расчетных заданий

4 семестр

– Расчет автономной фотоэлектрической системы электроснабжения
– Расчет ветроэлектоустановки (ВЭУ)
– Определение основных параметров гидравлической турбины, определить мощность, основные параметры, размеры и тип гидрогенератора

3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
основные виды ВИЭ и особенности их использования	ИД-1$_{ПК-3}$	X				Тест «Основные виды ВИЭ и особенности их использования»
назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе солнечных ресурсов	ИД-1$_{ПК-3}$		X			Выполнение и защита лабораторной работы № 1 Тест «Солнечная энергетика»
назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе ветровых ресурсов	ИД-1$_{ПК-3}$			X		Выполнение и защита лабораторной работы № 2 Тест «Ветроэнергетика»
назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе гидроресурсов	ИД-1$_{ПК-3}$				X	Выполнение и защита лабораторной работы № 3 Тест «Гидроэнергетика»
методы по определению основных категорий потенциала гидро-, ветро- и солнечных ресурсов	ИД-1$_{ПК-3}$		X	X	X	Выполнение расчетных заданий «Расчет валового и технического потенциала солнечной энергетики» «Расчет валового и технического потенциала ветровой энергетики» «Расчет валового и технического потенциала малой гидроэнергетики»
Уметь:						
выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала солнечных ресурсов	ИД-1$_{ПК-3}$		X			Защита расчетного задания «Расчет валового и технического потенциала солнечной энергетики»
выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала ветровых ресурсов	ИД-1$_{ПК-3}$			X		Защита расчетного задания «Расчет валового и технического потенциала ветровой энергетики»
выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала гидроресурсов	ИД-1$_{ПК-3}$				X	Защита расчетного задания «Расчет валового и технического потенциала малой гидроэнергетики»
анализировать режимы работы в энергосистеме установок на базе ВИЭ	ИД-1$_{ПК-3}$		X	X	X	Защиты лабораторных работ № 1- №3

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

4 семестр

– тестирование:

1. Тест «Основные виды ВИЭ и особенности их использования»
2. Тест «Солнечная энергетика»
3. Тест «Ветроэнергетика»
4. Тест «Гидроэнергетика»

–защита расчетных заданий;
– защита лабораторных работ.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

4 семестр

Зачет с оценкой.

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В приложение к диплому выносится оценка за 4 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии» Учебное пособие для вузов/ В.И.Виссарионов, Р.В.Пугачев и др. – М: изд. дом МЭИ, 2009

2. Солнечная энергетика. Учеб.пособие для вузов/В.И.Виссарионов,Г.В.Дерюгина, В.А.Кузнецова, Н.К.Малинин; под ред. В.И.Виссарионова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008 – 276 с.

3. Ветроэнергетика: учебное пособие/ Васьков А.Г. и др.– М: Издательство МЭИ, 2016. - 384 с.

4. Водноэнергетические и водохозяйственные расчеты. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Кунакин Д.Н., Малинин Н.К., Пугачев Р.В. – М.: Изд-во МЭИ, 2001.

5. Александровский А.Ю., Силаев Б.И. Гидроэнергетические установки Учебное пособие – М.: Из-во МЭИ, 2004.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: не используется.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Электронная библиотека МЭИ https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории и учебной лаборатории Возобновляемых источников энергии для проведения лабораторных работ, содержащей персональные компьютеры и учебные стенды:

– стенд "Модель фотоэлектрической солнечной электростанции";

– стенд "Электромеханическая модель ветроэлектроустановки".

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ВИЭ

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест «Основные виды ВИЭ и особенности их использования»
КМ-2 Тест «Солнечная энергетика»
КМ-3 Тест «Ветроэнергетика»
КМ-4 Тест «Гидроэнергетика»
КМ-5 Выполнение и защита расчетного задания «Расчет валового и технического потенциала солнечной энергетики»
КМ-6 Выполнение и защита расчетного задания «Расчет валового и технического потенциала ветровой энергетики»
КМ-7 Выполнение и защита расчетного задания «Расчет валового и технического потенциала малой гидроэнергетики»
КМ-8 Защита лабораторной работы №1
КМ-9 Защита лабораторной работы №2
КМ-10 Защита лабораторной работы №3

Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой

Трудоемкость дисциплины = 4 з.е. (без учета КП/КР)

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
		Неделя КМ:	4	6	10	14	8	12	14	10	12	14
1	Основные виды ВИЭ и особенности их использования		+									
2	Солнечная энергетика			+			+			+		
3	Ветроэнергетика				+			+			+	
4	Гидроэнергетика					+			+			+
		Вес КМ, %:	5	5	5	5	11	12	12	15	15	15