

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.14
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	5 семестр - 42 часа;
Практические занятия	5 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 71,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа Расчетное задание	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шуркалов П.С.
	Идентификатор	R8cc5752e-ShurkalovPS-7e7133e

П.С. Шуркалов


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.
Шестопалова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.
Шестопалова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Знакомство с основными видами возобновляемых источников энергии (ВИЭ), изучение факторов формирования и физических основ использования ВИЭ, получение необходимых знаний и навыков для проведения гидрометеорологических расчетов

Задачи дисциплины

- Освоение современной классификации энергетических ресурсов;
- Получение знаний о факторах формирования возобновляемых источников энергии;
- Получение знаний о физических основах использования возобновляемых источников энергии;
- Приобретение знаний и навыков использования методов гидрометеорологических расчетов при обосновании расчетных параметров для проектирования и эксплуатации энергетических объектов на основе возобновляемых источников энергии.

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-4 Способен принимать участие в проектировании объектов гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии	ИД-1ПК-4 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, сопоставляет конкурентно-способные варианты технических решений	знать: - физические основы использования ВИЭ; - факторы формирования основных видов ВИЭ; - основные методы метеорологических и гидрологических расчетов. уметь: - применять методы гидрологических расчетов для определения расчетных параметров речного стока; - применять метеорологические методы для проведения гелиоэнергетических расчетов; - применять метеорологические методы для проведения ветроэнергетических расчетов; - выбирать расчетный год для проведения гидроэнергетических расчетов; - анализировать и рассчитывать метеорологические элементы и параметры речного стока.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Предмет и задачи метеорологии	13	5	5	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 4-19 [6], 5-25
1.1	Предмет и задачи метеорологии	13		5	-	3	-	-	-	-	-	5	-	
2	Основы гидрографии рек, параметры речного стока, факторы формирования речного стока	13		5	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 5-13 [5], 4-6
2.1	Основы гидрографии рек, параметры речного стока, факторы формирования речного стока	13		5	-	3	-	-	-	-	-	5	-	
3	Основы гидрометрии. Гидрологические расчеты	13		5	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 13-22 [5], 6-9
3.1	Основы гидрометрии. Гидрологические расчеты	13		5	-	3	-	-	-	-	-	5	-	
4	Статистические характеристики речного стока, корреляционная связь	13		5	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], 302-312
4.1	Статистические характеристики	13		5	-	3	-	-	-	-	-	5	-	

	речного стока, корреляционная связь												
5	Гидрологические прогнозы. Максимальные и минимальные расходы воды	15	5	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 30-33, 40-44 [6], 59-62
5.1	Гидрологические прогнозы. Максимальные и минимальные расходы воды	15	5	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
6	Водоохранилища, их типы, назначение и основные характеристики	13	5	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 34-40
6.1	Водоохранилища, их типы, назначение и основные характеристики	13	5	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
7	Солнечная радиация	14	6	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 10-50
7.1	Солнечная радиация	14	6	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
8	Атмосфера, ее состав и строение. Воздушные течения в атмосфере	14	6	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 77-121
8.1	Атмосфера, ее состав и строение. Воздушные течения в атмосфере	14	6	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	42	-	28	-	2	-	-	0.5	38	33.5	
	Итого за семестр	144.0	42	-	28	2	-	-	0.5	71.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Предмет и задачи метеорологии

1.1. Предмет и задачи метеорологии

Значение метеорологии для хозяйственной деятельности и связь ее с энергетикой. Основные метеорологические категории и их параметры. Возобновляемые энергоресурсы: гидроресурсы, ветроресурсы, солнечная радиация.

2. Основы гидрографии рек, параметры речного стока, факторы формирования речного стока

2.1. Основы гидрографии рек, параметры речного стока, факторы формирования речного стока

Речная система. Гидрологическая сеть. Речной бассейн. Типы водосбросов и водоразделов. Продольный и поперечный профили реки. Уклон дна реки. Расход стока, объем стока, модуль стока, слой стока, коэффициент стока, норма расхода и объема, модульный коэффициент стока. Климатические, физико-географические и антропогенные факторы формирования речного стока.

3. Основы гидрометрии. Гидрологические расчеты

3.1. Основы гидрометрии. Гидрологические расчеты

Организация гидрометеорологической службы, гидрометеорологическая сеть. Измерение уровней, скоростей течения и расходов воды. Кривые связи уровней и расходов воды при установившемся и неустановившемся движении воды. Достаточность гидрологической информации. Основные элементы теории вероятностей. Закон распределения вероятностей. Параметры распределения. Теоретическая и эмпирическая кривые обеспеченности.

4. Статистические характеристики речного стока, корреляционная связь

4.1. Статистические характеристики речного стока, корреляционная связь

Графики частоты и продолжительности. Интегральная кривая стока. Функциональная и нефункциональная связь между параметрами речного стока. Уравнения регрессии. Коэффициент корреляции.

5. Гидрологические прогнозы. Максимальные и минимальные расходы воды

5.1. Гидрологические прогнозы. Максимальные и минимальные расходы воды

Задачи и классификация гидрологических прогнозов. Оценка достоверности прогнозов. Источники максимальных расходов воды. Расчет максимальных и минимальных расходов при достаточной, недостаточной и отсутствии информации.

6. Водохранилища, их типы, назначение и основные характеристики

6.1. Водохранилища, их типы, назначение и основные характеристики

Классификация водохранилищ по объему, назначению, способу создания. Кривые связи верхнего и нижнего бьефа. Потери расхода воды из водохранилищ. Срок службы и срок заиления водохранилищ.

7. Солнечная радиация

7.1. Солнечная радиация

Основные законы солнечной радиации. Прямая солнечная радиация. Солнечная постоянная. Спектр солнечной радиации. Влияние атмосферы на солнечную радиацию. Длинноволновое излучение Земли и атмосферы. Приход и расход лучистой энергии.

8. Атмосфера, ее состав и строение. Воздушные течения в атмосфере

8.1. Атмосфера, ее состав и строение. Воздушные течения в атмосфере

Вертикальная и горизонтальная неоднородность атмосферы. Основные законы атмосферной среды. Основные характеристики ветра. Средние скорости ветра. Суточный и годовой ход изменения скорости ветра. Приведение среднегодовых скоростей ветра. Максимальные скорости ветра.

3.3. Темы практических занятий

1. Максимальные и минимальные расходы воды;
2. Методы корреляционного анализа связи между гидрологическими параметрами;
3. Основные характеристики прихода солнечной радиации;
4. Основные характеристики ветра;
5. Внутригодовое распределение стока;
6. Статистические характеристики речного стока;
7. Теоретическая и эмпирическая кривые обеспеченности.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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	5	6	7	8		
Знать:											
основные методы метеорологических и гидрологических расчетов	ИД-1пк-4	+									Контрольная работа/Факторы формирования основных видов ВИЭ
факторы формирования основных видов ВИЭ	ИД-1пк-4			+							Контрольная работа/Факторы формирования основных видов ВИЭ
физические основы использования ВИЭ	ИД-1пк-4						+				Контрольная работа/Физические основы использования ВИЭ
Уметь:											
анализировать и рассчитывать метеорологические элементы и параметры речного стока	ИД-1пк-4				+						Расчетное задание/Гидрографы и годовой сток
выбирать расчетный год для проведения гидроэнергетических расчетов	ИД-1пк-4					+					Расчетное задание/Гидрографы и годовой сток
применять метеорологические методы для проведения ветроэнергетических расчетов	ИД-1пк-4								+		Расчетно-графическая работа/РГР5 Определение характерного года в ряду измерений скорости ветра на площадке заданной МС за расчетный период
применять метеорологические методы для проведения гелиоэнергетических расчетов	ИД-1пк-4							+			Расчетно-графическая работа/РГР4 Расчет изменения максимальной суточной прямой солнечной радиации в течение года и потока солнечной радиации за год на горизонтальную площадку
применять методы гидрологических расчетов для определения расчетных параметров речного стока	ИД-1пк-4		+								Контрольная работа/Факторы формирования основных видов ВИЭ

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Гидрографы и годовой сток (Расчетное задание)
2. РГР4 Расчет изменения максимальной суточной прямой солнечной радиации в течение года и потока солнечной радиации за год на горизонтальную площадку (Расчетно-графическая работа)
3. РГР5 Определение характерного года в ряду измерений скорости ветра на площадке заданной МС за расчетный период (Расчетно-графическая работа)
4. Факторы формирования основных видов ВИЭ (Контрольная работа)
5. Физические основы использования ВИЭ (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Александровский, А. Ю. Основы метеорологии : Учебное пособие по курсу "Физические основы использования возобновляемых источников энергии" для студентов, обучающихся по направлению "Электроэнергетика" / А. Ю. Александровский, Б. И. Силаев, В. И. Виссарионов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 52 с. : 3.50 .;
2. Солнечная энергетика : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова, Н. К. Малинин ; Ред. В. И. Виссарионов . – 2-е изд., стереотип . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 276 с. - ISBN 978-5-383-00608-5 .;
3. Ветроэнергетика : учебное пособие по курсам "Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики", "Физические основы использования возобновляемых источников энергии" и др. / А. Г. Васьков, Г. В. Дерюгина, Н. К. Малинин, Р. В. Пугачев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 384 с. - ISBN 978-5-7046-1765-5 . <http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=8650>;
4. Александровский, А. Ю. Гидроэнергетические установки : Учебное пособие по курсу "Гидроэнергетические установки" по направлению "Электроэнергетика" / А. Ю. Александровский, Б. И. Силаев, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 80 с. - ISBN 5-7046-1161-3 .;
5. Александровский, А. Ю. Инженерная гидрология : Учебное пособие по курсу "Физические основы использования возобновляемых источников энергии" / А. Ю. Александровский, Б. И.

Силаев, С. А. Серякова ; Ред. В. И. Виссарионов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 56 с. - ISBN 5-7046-0260-6 : 3.00 .;

6. Гидроэнергетика : Учебник для вузов по специальности "Гидроэлектроэнергетика" / Ред. В. И. Обрезков . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1988 . – 512 с.;

7. А. И. Чеботарев- "Общая гидрология (воды суши)", (2-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "Гидрометеиздат", Ленинград, 1975 - (530 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=449995>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
4. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
5. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
6. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
7. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
8. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
9. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
10. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
12. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-310, Учебная лаборатория "Гидроэнергетика"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия

Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-310, Учебная лаборатория "Гидроэнергетика"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы использования возобновляемых источников энергии

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Факторы формирования основных видов ВИЭ (Контрольная работа)
- КМ-2 Гидрографы и годовой сток (Расчетное задание)
- КМ-3 Физические основы использования ВИЭ (Контрольная работа)
- КМ-4 РГР4 Расчет изменения максимальной суточной прямой солнечной радиации в течение года и потока солнечной радиации за год на горизонтальную площадку (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 РГР5 Определение характерного года в ряду измерений скорости ветра на площадке заданной МС за расчетный период (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	15
1	Предмет и задачи метеорологии						
1.1	Предмет и задачи метеорологии		+				
2	Основы гидрографии рек, параметры речного стока, факторы формирования речного стока						
2.1	Основы гидрографии рек, параметры речного стока, факторы формирования речного стока		+				
3	Основы гидрометрии. Гидрологические расчеты						
3.1	Основы гидрометрии. Гидрологические расчеты		+				
4	Статистические характеристики речного стока, корреляционная связь						
4.1	Статистические характеристики речного стока, корреляционная связь			+			
5	Гидрологические прогнозы. Максимальные и минимальные расходы воды						
5.1	Гидрологические прогнозы. Максимальные и минимальные расходы воды			+			
6	Водохранилища, их типы, назначение и основные характеристики						
6.1	Водохранилища, их типы, назначение и основные характеристики				+		
7	Солнечная радиация						

7.1	Солнечная радиация				+	
8	Атмосфера, ее состав и строение. Воздушные течения в атмосфере					
8.1	Атмосфера, ее состав и строение. Воздушные течения в атмосфере					+
Вес КМ, %:		25	35	10	15	15