

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: Энергоустановки на основе возобновляемых источников 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.15
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	5 семестр - 48 часа;
Практические занятия	5 семестр - 48 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 117,5 часов;
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	
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-7e7133e9

П.С. Шуркалов


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

А.Г. Васьков

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 Энергоустановки на основе возобновляемых источников 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 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ 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	Ресурсы гидроэнергетики	116	5	28	-	28	-	-	-	-	-	60	-	<p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 1-52 [4], 1-80 [5], 1-56 [6], 1-512 [7], 1-530</p>
1.1	Предмет и задачи метеорологии	24		6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	
1.2	Основы гидрографии рек, параметры речного стока, факторы формирования речного стока	24		6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	
1.3	Основы гидрометрии. Гидрологические расчеты. Статистические характеристики речного стока, корреляционная связь	24		6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	
1.4	Гидрологические прогнозы. Максимальные и минимальные расходы воды	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	
1.5	Водоохранилища, их типы, назначение и основные характеристики	24		6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	
2	Ресурсы солнечной энергетики	32		10	-	10	-	-	-	-	-	12	-	

2.1	Солнечная радиация	32	10	-	10	-	-	-	-	-	12	-	[2], 1-276
3	Ресурсы ветроэнергетики	32	10	-	10	-	-	-	-	-	12	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
3.1	Атмосфера, ее состав и строение. Воздушные течения в атмосфере	32	10	-	10	-	-	-	-	-	12	-	[3], 1-384
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0	48	-	48	-	2	-	-	0.5	84	33.5	
	Итого за семестр	216.0	48	-	48		2		-	0.5		117.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Ресурсы гидроэнергетики

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.

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

Речная система. Гидрологическая сеть. Речной бассейн. Типы водосборов 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.

1.3. Основы гидрометрии. Гидрологические расчеты. Статистические характеристики речного стока, корреляционная связь

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

1.4. 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.

1.5. Водоохранилища, 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.

2. Ресурсы солнечной энергетики

2.1. 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.

3. Ресурсы ветроэнергетики

3.1. 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. Основные характеристики ветра;
2. Внутригодовое распределение стока;
3. Основные характеристики прихода солнечной радиации;
4. Методы корреляционного анализа связи между гидрологическими параметрами;
5. Статистические характеристики речного стока;
6. Максимальные и минимальные расходы воды;
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	
Знать:					
основные методы метеорологических и гидрологических расчетов	ИД-1ПК-4	+			Контрольная работа/Основные виды энергоресурсов Расчетно-графическая работа/РГР1 Ресурсы гидроэнергетики
факторы формирования основных видов ВИЭ	ИД-1ПК-4	+			Контрольная работа/Основные виды энергоресурсов Расчетно-графическая работа/РГР1 Ресурсы гидроэнергетики
физические основы использования ВИЭ	ИД-1ПК-4	+			Контрольная работа/Основные виды энергоресурсов Расчетно-графическая работа/РГР1 Ресурсы гидроэнергетики
Уметь:					
анализировать и рассчитывать метеорологические элементы и параметры речного стока	ИД-1ПК-4	+			Контрольная работа/Основные виды энергоресурсов Расчетно-графическая работа/РГР1 Ресурсы гидроэнергетики
выбирать расчетный год для проведения гидроэнергетических расчетов	ИД-1ПК-4	+			Контрольная работа/Основные виды энергоресурсов Расчетно-графическая работа/РГР1 Ресурсы гидроэнергетики
применять метеорологические методы для проведения ветроэнергетических расчетов	ИД-1ПК-4			+	Расчетно-графическая работа/РГР5 Ресурсы ветроэнергетики

					Контрольная работа/Физические основы использования ВИЭ
применять метеорологические методы для проведения гелиоэнергетических расчетов	ИД-1ПК-4		+		Расчетно-графическая работа/РГР4 Ресурсы солнечной энергетики Контрольная работа/Факторы формирования основных видов ВИЭ
применять методы гидрологических расчетов для определения расчетных параметров речного стока	ИД-1ПК-4		+		Контрольная работа/Основные виды энергоресурсов Расчетно-графическая работа/РГР1 Ресурсы гидроэнергетики

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. Основные виды энергоресурсов (Контрольная работа)
2. РГР1 Ресурсы гидроэнергетики (Расчетно-графическая работа)
3. РГР4 Ресурсы солнечной энергетики (Расчетно-графическая работа)
4. РГР5 Ресурсы ветроэнергетики (Расчетно-графическая работа)
5. Факторы формирования основных видов ВИЭ (Контрольная работа)
6. 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	Г-310, Учебная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для

промежуточной аттестации	"Гидроэнергетика"	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 Основные виды энергоресурсов (Контрольная работа)
- КМ-2 РГР1 Ресурсы гидроэнергетики (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Факторы формирования основных видов ВИЭ (Контрольная работа)
- КМ-4 РГР4 Ресурсы солнечной энергетики (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Физические основы использования ВИЭ (Контрольная работа)
- КМ-6 РГР5 Ресурсы ветроэнергетики (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	12	14	16
1	Ресурсы гидроэнергетики							
1.1	Предмет и задачи метеорологии		+	+				
1.2	Основы гидрографии рек, параметры речного стока, факторы формирования речного стока		+	+				
1.3	Основы гидрометрии. Гидрологические расчеты. Статистические характеристики речного стока, корреляционная связь		+	+				
1.4	Гидрологические прогнозы. Максимальные и минимальные расходы воды		+	+				
1.5	Водохранилища, их типы, назначение и основные характеристики		+	+				
2	Ресурсы солнечной энергетики							
2.1	Солнечная радиация				+	+		
3	Ресурсы ветроэнергетики							
3.1	Атмосфера, ее состав и строение. Воздушные течения в атмосфере						+	+
Вес КМ, %:			10	30	10	20	10	20