

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

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 75,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дерюгина Г.В.
	Идентификатор	R8f4eb308-DeruginaGV-abfb24a1

Г.В. Дерюгина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

П.А. Рашитов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186f

М.Г. Асташев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: освоение теоретических и практических вопросов в области использования энергетических установок на базе возобновляемых источников энергии (гидро-, ветро- и солнечных ресурсов) для электроснабжения различных потребителей.

Задачи дисциплины

- изучение физической природы гидро-, ветро-, солнечных ресурсов и особенностей их использования в конкретной географической точке;
- освоение методов расчета валового и технического потенциала гидро-, ветро- и солнечных ресурсов с учетом социально-экологических факторов;
- изучение основных типов энергетических установок на базе гидро-, ветро- и солнечных ресурсов, их элементов, принципиального устройства, основных энергетических характеристик и особенности их работы в различных энергосистемах;
- приобретение навыков обоснования выбора параметров генерирующих установок на базе гидро-, ветро- и солнечных ресурсов для электроснабжения различных потребителей.

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
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 _{ОПК-2} Знает методы синтеза и исследования моделей	знать: - назначение, классификацию, конструкции, энергетические характеристики и физические основы работы генерирующих установок на базе гидравлических ресурсов; - назначение, классификацию, конструкции, энергетические характеристики и физические основы работы генерирующих установок на базе ветровых ресурсов; - физическую природу гидро-, ветро-, солнечных ресурсов и особенности их использования в конкретной географической точке; - назначение, классификацию, конструкции, энергетические характеристики и физические основы работы генерирующих установок на базе солнечных ресурсов. уметь: - выполнять расчеты по определению основных категорий потенциалов и выбирать параметры генерирующих установок на базе гидравлических ресурсов с учетом социальных и экологических факторов; - выполнять расчеты по определению основных категорий потенциалов и выбирать параметры генерирующих установок на базе солнечных ресурсов с

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		учетом социальных и экологических факторов; - выполнять расчеты по определению основных категорий потенциалов и выбирать параметры генерирующих установок на базе ветровых ресурсов с учетом социальных и экологических факторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника и микропроцессорная техника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 3 зачетных единицы, 108 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	Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования	16	2	6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [8], p.1	
1.1	Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования	16		6	-	-	-	-	-	-	-	-	10		-
2	Ветроэнергетика	28		10	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Ветроэнергетика" и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.35-57 [2], стр.39-65 [3], стр.11-75 [5], стр.21-46
2.1	Ветроэнергетика	28		10	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	
3	Солнечная энергетика	23		8	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Солнечная энергетика" и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр.100-136, 139-170, 183-197, 251-259
3.1	Солнечная энергетика	23		8	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
4	Малая гидроэнергетика	23		8	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Малая гидроэнергетика" и подготовка к контрольной работе
4.1	Малая гидроэнергетика	23		8	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	

													<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр.10-38 [6], стр.20-31, стр.38-47, стр.54-72, стр.81-85 [7], стр.138-174
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	32	-	-	-	-	-	-	0.3	58	17.7	
	Итого за семестр	108.0	32	-	-	-	-	-	-	0.3	75.7		

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. Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования

1.1. Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования

Классификация источников энергии. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ): определения, классификация, свойства. Сравнение ВИЭ с традиционными источниками энергии. Основные категории потенциалов ВИЭ и методы их расчета. Место и значение ВИЭ в современном топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) мира и России. Экономические аспекты ВИЭ. Законодательные схемы поддержки ВИЭ в мире и России.

2. Ветроэнергетика

2.1. 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. Вертикальный профиль ветра. Основные климатические и статистические характеристики ветра. Дифференциальные и теоретические повторяемости скорости ветра. Энергетические характеристики ветра: мощность и энергия. 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. Расчет выработки электроэнергии ВЭУ и ВЭС в целом. Выбор площадки для размещения ветроэлектрической станции (ВЭС). Ветромониторинг. Особенности выбора параметров ВЭУ, работающих в централизованных и децентрализованных системах энергоснабжения. Выбор оборудования ВЭУ: классы безопасности ВЭУ, климатическое исполнение ВЭУ. Критерии энергоэффективности ВЭУ. Транспорт и монтаж ВЭУ. Ветроэлектростанция (ВЭС). Схемы оптимального размещения ВЭУ друг относительно друга и ветрового потока с учетом розы ветров. Эффект затенения.

3. Солнечная энергетика

3.1. Солнечная энергетика

Основные понятия и определения солнечной энергетике. Современное состояние и перспективы развития СЭ в мире и России. Информационно-методическое обеспечение по расчету солнечной радиации. Схема вращения Земли вокруг Солнца. Потери солнечного излучения (СИ). Спектр СИ. Основные составляющие и показатели СИ. Формулы расчета переменных СИ. Геометрия приемной площадки и Солнца. Методы расчета прихода солнечной радиации на произвольно ориентированную площадку в произвольно взятой ее точке поверхности Земли. Зависимость солнечной радиации от времени года и широты местности. Оптимальная ориентация приемника солнечного излучения. Физические основы солнечной фотоэнергетики. Структура солнечных элементов и принцип их работы. Основные энергетические характеристики солнечного элемента (СЭ). Технологии и материалы СЭ. Устройство солнечной фотоэлектрической системы (СФЭС). Энергетические характеристики СФЭС. Различные виды потерь СФЭС. СФЭС в централизованных и децентрализованных системах. Классификация солнечных тепловых электростанций (СЭС). Концентраторы СИ. Башенные СЭС: технологическая схема преобразования энергии, компоненты; принцип работы; энергетические характеристики. Параболо-цилиндрические СЭС: технологическая схема преобразования энергии, компоненты; принцип работы; энергетические характеристики. СЭС на основе солнечных прудов: технологическая схема преобразования энергии, компоненты; принцип работы; энергетические характеристики.

4. Малая гидроэнергетика

4.1. Малая гидроэнергетика

Основные понятия и определения малой гидроэнергетики (МГЭ). Основные свойства водных ресурсов. Основные отличия МГЭ от традиционной гидроэнергетики. Источники энергopotенциала МГЭ и традиционной гидроэнергетики. Экологические и экономические аспекты МГЭ. Категории потенциалов МГЭ. Классификация малых ГЭС (МГЭС) в мире и России. Конструктивные особенности МГЭС. Состав и компоновка МГЭС по схеме создания напора. Унификация оборудования МГЭС и других проектных решений. Основные конструкции микроГЭС: микроГЭС рукавного типа; свободнопоточные микро- ГЭС; сифонные микроГЭС.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультация направлена на получение индивидуального задания для выполнения контрольного мероприятия по разделу "Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования"
2. Консультация направлена на получение индивидуального задания для выполнения контрольного мероприятий по разделу "Ветроэнергетика"
3. Консультация направлена на получение индивидуального задания для выполнения контрольного мероприятия по разделу "Солнечная энергетика"
4. Консультация направлена на получение индивидуального задания для выполнения контрольного мероприятия по разделу "Малая гидроэнергетика"

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	
Знать:						
назначение, классификацию, конструкции, энергетические характеристики и физические основы работы генерирующих установок на базе солнечных ресурсов	ИД-1 _{ОПК-2}			+		Контрольная работа/Солнечная энергетика
физическую природу гидро-, ветро-, солнечных ресурсов и особенности их использования в конкретной географической точке	ИД-1 _{ОПК-2}	+				Тестирование/Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования
назначение, классификацию, конструкции, энергетические характеристики и физические основы работы генерирующих установок на базе ветровых ресурсов	ИД-1 _{ОПК-2}		+			Контрольная работа/Ветроэнергетика
назначение, классификацию, конструкции, энергетические характеристики и физические основы работы генерирующих установок на базе гидравлических ресурсов	ИД-1 _{ОПК-2}				+	Контрольная работа/Малая гидроэнергетика
Уметь:						
выполнять расчеты по определению основных категорий потенциалов и выбирать параметры генерирующих установок на базе ветровых ресурсов с учетом социальных и экологических факторов	ИД-1 _{ОПК-2}		+			Контрольная работа/Ветроэнергетика
выполнять расчеты по определению основных категорий потенциалов и выбирать параметры генерирующих установок на базе солнечных ресурсов с учетом социальных и экологических факторов	ИД-1 _{ОПК-2}			+		Контрольная работа/Солнечная энергетика
выполнять расчеты по определению основных категорий потенциалов и выбирать параметры генерирующих установок на базе гидравлических ресурсов с учетом социальных и экологических факторов	ИД-1 _{ОПК-2}				+	Контрольная работа/Малая гидроэнергетика

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Ветроэнергетика (Контрольная работа)
2. Малая гидроэнергетика (Контрольная работа)
3. Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования (Тестирование)
4. Солнечная энергетика (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Основные характеристики ветра. Ресурсы ветра и методы их расчета : учебное пособие для вузов по специальности "Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии" направления "Электроэнергетика" / Г. В. Дерюгина, Н. К. Малинин, Р. В. Пугачев, Т. А. Шестопалова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2012. – 260 с. – ISBN 978-5-7046-1378-7.;
2. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / А. А. Бурмистров, В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, [и др.] ; Ред. В. И. Виссарионов. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 144 с. – ISBN 978-5-383-00426-5.;
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. 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.;
5. Техничко-экономическое обоснование ветровой электростанции в составе ветродизельного комплекса : методические указания к выполнению курсового проекта по курсу "Проектирование и эксплуатация СЭС и ВЭС" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. Г. Васьков, Г. В. Дерюгина, Н. Д. Карпов, Д. А. Чернов, Нац. исслед. ун-

т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2018. – 90 с.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10296>;

6. А. В. Февралев- "Проектирование гидроэлектростанций на малых реках", (2-е изд., перераб. и доп), Издательство: "Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ)", Нижний Новгород, 2014 - (181 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427423>;

7. Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии / В. И. Виссарионов, и др. ; Ред. В. И. Виссарионов. – 2004. – 448 с.;

8. С. Н. Удалов- "Возобновляемые источники энергии", (3-е изд., перераб. и доп.),

Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2014 - (459 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436051>.

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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	С-204, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	С-204, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	С-204, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для	НТБ-303,	стол компьютерный, стул, стол письменный,

самостоятельной работы	Лекционная аудитория	вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Г-213/2, Секретарская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, кондиционер, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов
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**Возобновляемые источники электроэнергии**

(название дисциплины)

2 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования (Тестирование)

КМ-2 Ветроэнергетика (Контрольная работа)

КМ-3 Солнечная энергетика (Контрольная работа)

КМ-4 Малая гидроэнергетика (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования					
1.1	Общие сведения о ВИЭ и особенности их использования		+			
2	Ветроэнергетика					
2.1	Ветроэнергетика			+		
3	Солнечная энергетика					
3.1	Солнечная энергетика				+	
4	Малая гидроэнергетика					
4.1	Малая гидроэнергетика					+
Вес КМ, %:			10	30	30	30