

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровые двойники технических систем

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.22</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 59,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2024**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Прищепов А.Ф.
	Идентификатор	R036a963b-PrishchepovAF-fa5d8f2

А.Ф. Прищепов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

В.О. Киндра

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение структуры, теоретических и технических основ и принципов функционирования энергетических систем и технологических процессов с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии

### Задачи дисциплины

- ознакомление с принципами создания, эксплуатации систем на основе применения НиВИЭ;

- приобретение навыков анализа существующих систем и их элементов, разработка и внедрение необходимых изменений в их структуре с позиции повышения энергоэкономической эффективности и решения вопросов энергосбережения;

- получение информации о новых направлениях в совершенствовании систем на основе применения НиВИЭ в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки систем и их элементов, как отечественных так и зарубежных.

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-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-5 <sub>ОПК-3</sub> Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	знать: - принципы создания и эксплуатации систем на основе применения НиВИЭ.  уметь: - применять на практике различные методики при расчетах систем на основе НиВИЭ.
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	знать: - основные способы получения теплоты в системах, использующих НиВИЭ.
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub> Демонстрирует понимание основных законов теплообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	уметь: - разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре систем, использующих НиВИЭ.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровые двойники технических систем (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 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 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	Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца	32	5	10	-	6	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 9 - 18 [2], стр. 10 - 27; стр. 73 - 89 [3], стр. 13 - 44</p>	
1.1	Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца	32		10	-	6	-	-	-	-	-	16	-		
2	Ветроэнергетика	18		6	-	2	-	-	-	-	-	-	10		-
2.1	Ветроэнергетика	18		6	-	2	-	-	-	-	-	-	10		-

													упражнения: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 121-138 [2], стр. 195-239 [4], стр
3	Геотермальная энергия	16	6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Геотермальная энергия". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.140-148 [2], стр. 348 - 356
3.1	Геотермальная энергия	16	6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
4	Использование энергии океана	14	6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу
4.1	Использование энергии океана	14	6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Использование энергии океана и подготовка к контрольной работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.150-165 [2], стр. 297-345
5	Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР)	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Понятие
5.1	Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР); использование вторичных энергоресурсов. отходы производства и сельскохозяйственные отходы	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	вторичных энергоресурсов (ВЭР) и подготовка к контрольной работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.167-189 [5], стр. 167-189
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	

	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>		<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>		<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.7</b>	<b>59.7</b>	

**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. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца

##### 1.1. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца

Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы ресурсы источников энергии; динамика потребления энергоресурсов и развитие энергетического хозяйства, место нетрадиционных источников в удовлетворении энергетических потребностей человека. Использование энергии Солнца. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии; типы коллекторов; принципы их действия и методы расчетов; солнечные коллекторы с концентраторами; аккумулирование тепла; типы аккумуляторов и методы их расчета; солнечные электростанции.

#### 2. Ветроэнергетика

##### 2.1. Ветроэнергетика

Ветроэнергетические установки; запасы энергии ветра и возможности ее использования; ветровой кадастр России; типы ветроэнергетических установок; ветроэлектростанции.

#### 3. Геотермальная энергия

##### 3.1. Геотермальная энергия

Геотермальная энергия.; тепловой режим земной коры, источники геотермального тепла; методы и способы использования геотермального тепла для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения; экологические показатели ГеоТЭС.

#### 4. Использование энергии океана

##### 4.1. Использование энергии океана

Использование энергии океана; энергетические ресурсы океана; энергетические установки по использованию энергии океана (использование разности температуры воды, волн, приливов, течений).

#### 5. Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР)

5.1. Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР); использование вторичных энергоресурсов. отходы производства и сельскохозяйственные отходы

Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР); использование вторичных энергоресурсов для получения электрической и тепловой энергии; способы использования и преобразования ВЭР; отходы производства и сельскохозяйственные отходы; способы и возможности их использования в качестве первичных источников для получения электрической и тепловой энергии.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Использование тепловой энергии океана;
2. Энергия солнечной радиации;
3. Фотопреобразователи солнечной энергии;
4. Ветроэнергетические установки;
5. Энергия волн океана;
6. Энергия приливов;



7. Геотермальная энергия.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Ветроэнергетика"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Ветроэнергетика"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Геотермальная энергия"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Использование энергии океана"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР)"

### **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	
<b>Знать:</b>							
принципы создания и эксплуатации систем на основе применения НиВИЭ	ИД-5 <sub>ОПК-3</sub>	+					Контрольная работа/Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца
основные способы получения теплоты в системах, использующих НиВИЭ	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>		+				Расчетно-графическая работа/Ветроэнергетика
<b>Уметь:</b>							
применять на практике различные методики при расчетах систем на основе НиВИЭ	ИД-5 <sub>ОПК-3</sub>			+			Расчетно-графическая работа/Геотермальная энергия
разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре систем, использующих НиВИЭ	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>				+	+	Контрольная работа/Энергия океана. Понятие вторичных энергоресурсов

## **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: Выполнение задания

1. Ветроэнергетика (Расчетно-графическая работа)
2. Геотермальная энергия (Расчетно-графическая работа)
3. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца (Контрольная работа)
4. Энергия океана. Понятие вторичных энергоресурсов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №5)*

использование промежуточной аттестации

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. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин . – М. : КноРус, 2010 . – 232 с. - ISBN 978-5-406-00278-0 .;
2. Твайделл, Дж. Возобновляемые источники энергии : пер. с англ. / Дж. Твайделл, А. Уэйр . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 392 с. - ISBN 5-283-02469-5 .;
3. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / М-во энерг. Рос. Федерации ; Общ. ред. П. П. Безруких . – СПб. : Наука, 2002 . – 314 с. - ISBN 5-02-024971-8 .;
4. Баранов Н.Н.- "Нетрадиционные возобновляемые источники и методы преобразования их энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011843.html>;
5. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин . – 2-е изд., стер . – М. : КноРус, 2017 . – 240 с. - ISBN 978-5-406-02051-7 ..

### **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. SmathStudio;
6. RastrWin.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
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 Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
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. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
12. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-400, Учебная аудитория	парта, скамья, стол преподавателя, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-405, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-405, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-208, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ПТС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, доска маркерная, компьютер персональный, холодильник
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-206, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	стул, шкаф для документов, стол письменный, кондиционер, дипломные и курсовые работы студентов



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца (Контрольная работа)  
 КМ-2 Ветроэнергетика (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-3 Геотермальная энергия (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-4 Энергия океана. Понятие вторичных энергоресурсов (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	Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца					
1.1	Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Использование энергии Солнца		+			
2	Ветроэнергетика					
2.1	Ветроэнергетика			+		
3	Геотермальная энергия					
3.1	Геотермальная энергия				+	
4	Использование энергии океана					
4.1	Использование энергии океана					+
5	Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР)					
5.1	Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР); использование вторичных энергоресурсов. отходы производства и сельскохозяйственные отходы					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25