

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**РЕЖИМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТАНОВОК ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ**  
**ЭНЕРГЕТИКИ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.09.02.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 111,7 часов;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тягунов М.Г.
	Идентификатор	R806ed17c-TiagunovMG-84c34583

(подпись)


М.Г. Тягунов

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тягунов М.Г.
	Идентификатор	R806ed17c-TiagunovMG-84c34583

(подпись)

М.Г. Тягунов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** развитие компетенций в области понимания режимных свойств объектов электроэнергетики и особенностей использования их при управлении, эксплуатации, проектировании установок на основе возобновляемых источников энергии

### Задачи дисциплины

- Получение знаний в области анализа и синтеза режимов работы потребителей электрической энергии и генерирующих источников электрической энергии, умений использования этих знаний в конкретных ситуациях при управлении энергетическими установками, определении условий их работы при проектировании, исследованиях и обучении, навыка анализа параметров режима при решении задач планирования режимов работы установок 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-2 Способен участвовать в проведении планирования и ведения режима работы энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Осуществляет планирование и ведение режима работы энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии	знать: - принципы построения моделей планирования и реализации управления режимами генерирующих установок на основе возобновляемых источников энергии для различных горизонтов планирования; - особенности динамических свойств генерирующих источников, используемых в электроэнергетических системах.  уметь: - использовать полученные знания для принятия обоснованных решений, с учетом требований надежности и безаварийности и особенностей развивающегося конкурентного рынка электроэнергии и мощности при управлении режимами работы электроэнергетических систем с генерирующими объектами на основе возобновляемых источников энергии; - использовать полученные знания для принятия обоснованных решений, с учетом требований надежности и безаварийности и особенностей развивающегося конкурентного рынка электроэнергии и мощности при проектировании электроэнергетических систем и установок на основе возобновляемых источников энергии.

## **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 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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	Роль установок на основе ВИЭ в развитии единой электроэнергетической системы России	16	3	2	-	-	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 10-30 [2], 31-42 [3], 9-43
1.1	Роль установок на основе ВИЭ в развитии единой электроэнергетической системы России	16		2	-	-	-	-	-	-	-	14	-	
2	Классификация режимов	16		2	-	-	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 95-129
2.1	Классификация режимов	16		2	-	-	-	-	-	-	-	14	-	
3	Нормальные и аварийные режимы работы энергоустановок	16		2	-	-	-	-	-	-	-	14	-	
3.1	Нормальные и аварийные режимы работы энергоустановок	16		2	-	-	-	-	-	-	-	14	-	
4	Энергетические режимы установок и их агрегатов	20		2	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 134-140, 227-230 [2], 93-102 [4], 6-11, 32-47
4.1	Энергетические режимы установок и их агрегатов	20		2	-	4	-	-	-	-	-	14	-	

5	Режим водохранилищ ГЭУ	20	2	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], 208-211
5.1	Режим водохранилищ ГЭУ	20	2	-	4	-	-	-	-	-	14	-	
6	Оптимизация режимов работы установок на основе ВИЭ в электроэнергетических системах	18	2	-	2	-	-	-	-	-	14	-	
6.1	Оптимизация режимов работы установок на основе ВИЭ в электроэнергетических системах	18	2	-	2	-	-	-	-	-	14	-	
7	Планирование режима работы электроэнергетических систем в условиях рынка электроэнергии и мощности	18	2	-	2	-	-	-	-	-	14	-	
7.1	Планирование режима работы электроэнергетических систем в условиях рынка электроэнергии и мощности	18	2	-	2	-	-	-	-	-	14	-	
8	Специальные режимы установок на основе ВИЭ	19.7	2	-	4	-	-	-	-	-	13.7	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], 114-118
8.1	Специальные режимы установок на основе ВИЭ	19.7	2	-	4	-	-	-	-	-	13.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>111.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>111.7</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. Роль установок на основе ВИЭ в развитии единой электроэнергетической системы России

1.1. Роль установок на основе ВИЭ в развитии единой электроэнергетической системы России

Этапы развития единой электроэнергетической системы (ЕЭС) России. Основные результаты реформирования электроэнергетики. Диспетчерское управление ЕЭС.

#### 2. Классификация режимов

2.1. Классификация режимов

Виды режимов (нормальные, аварийные, пред- и после аварийные), режимы потребления, передачи и генерации электроэнергии, параметры режима.

#### 3. Нормальные и аварийные режимы работы энергоустановок

3.1. Нормальные и аварийные режимы работы энергоустановок

Определения режимов. Параметры, характеризующие режимы разных видов. Виды управления режимами. Критерии качества режима.

#### 4. Энергетические режимы установок и их агрегатов

4.1. Энергетические режимы установок и их агрегатов

Режим по энергетическим показателям работы электростанций. Режимы по показателям расхода энергетических ресурсов. Совместимость режимов, определяемых по различным показателям (по мощности и выработке электроэнергии). Допустимость и оптимальность режима.

#### 5. Режим водохранилищ ГЭС

5.1. Режим водохранилищ ГЭС

Режимы водохранилища ГЭС по различным показателям. Особенности режимов для различных масштабов времени их рассмотрения (анализа, планирования, управления). Зависимость метода анализа и планирования режима от степени определенности располагаемой информации.

#### 6. Оптимизация режимов работы установок на основе ВИЭ в электроэнергетических системах

6.1. Оптимизация режимов работы установок на основе ВИЭ в электроэнергетических системах

Особенности режимов установок на основе ВИЭ. Методы согласования режимов установок на основе ВИЭ с режимов других энергетических установок электроэнергетической системы. Критерии оптимизации режима для планирования на различные интервалы времени. Учитываемые режимные ограничения и начальные условия.

#### 7. Планирование режима работы электроэнергетических систем в условиях рынка электроэнергии и мощности



7.1. Планирование режима работы электроэнергетических систем в условиях рынка электроэнергии и мощности

Структура рынка электроэнергии и мощности, этапы развития и условия работы в различных его секторах. Учет режимов энергоустановок и линий электропередачи при планировании режимов и реализации договоров на поставку электроэнергии и мощности. Распределение ролей между инфраструктурными организациями оптового рынка электроэнергии и мощности.

### 8. Специальные режимы установок на основе ВИЭ

8.1. Специальные режимы установок на основе ВИЭ

Режимы энергоустановок по показателям надежности и безопасности их работы. Особенности оценки вибрационных и температурных режимов, техническая диагностика состояния оборудования и сооружений энергоустановок и электростанций.

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

1. Алгоритмизация задачи оптимизации режима водохранилищ ГЭУ;
2. Расчет показателей режима ГЭУ;
3. Расчет показателей режима ВЭУ;
4. Расчет показателей режима СЭУ;
5. Методы оптимизации режима водохранилищ ГЭУ;
6. Анализ результатов оптимизации режима водохранилищ ГЭУ.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Роль установок на основе ВИЭ в развитии единой электроэнергетической системы России"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Классификация режимов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нормальные и аварийные режимы работы энергоустановок"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Энергетические режимы установок и их агрегатов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Режим водохранилищ ГЭУ"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оптимизация режимов работы установок на основе ВИЭ в электроэнергетических системах"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Планирование режима работы электроэнергетических систем в условиях рынка электроэнергии и мощности"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Специальные режимы установок на основе ВИЭ"

### **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		
<b>Знать:</b>											
особенности динамических свойств генерирующих источников, используемых в электроэнергетических системах	ИД-2ПК-2	+	+								Контрольная работа/Знание и применение балансовых уравнений в электроэнергетике
принципы построения моделей планирования и реализации управления режимами генерирующих установок на основе возобновляемых источников энергии для различных горизонтов планирования	ИД-2ПК-2			+	+						Контрольная работа/Процесс управления режимами работы объектов электроэнергетики
<b>Уметь:</b>											
использовать полученные знания для принятия обоснованных решений, с учетом требований надежности и безаварийности и особенностей развивающегося конкурентного рынка электроэнергии и мощности при проектировании электроэнергетических систем и установок на основе возобновляемых источников энергии	ИД-2ПК-2					+	+				Контрольная работа/Условия нормальной параллельной работы энергоустановок в Единой электроэнергетической системе
использовать полученные знания для принятия обоснованных решений, с учетом требований надежности и безаварийности и особенностей развивающегося конкурентного рынка электроэнергии и мощности при управлении режимами работы электроэнергетических систем с генерирующими объектами на основе возобновляемых источников энергии	ИД-2ПК-2							+	+		Контрольная работа/Конструкции и инструменты оптового рынка электроэнергии и мощности

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Знание и применение балансовых уравнений в электроэнергетике (Контрольная работа)
2. Конструкции и инструменты оптового рынка электроэнергии и мощности (Контрольная работа)
3. Процесс управления режимами работы объектов электроэнергетики (Контрольная работа)
4. Условия нормальной параллельной работы энергоустановок в Единой электроэнергетической системе (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Зачет с оценкой (Семестр №3)

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Твайделл, Дж. Возобновляемые источники энергии : пер. с англ. / Дж. Твайделл, А. Уэйр . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 392 с. - ISBN 5-283-02469-5 .;
2. 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 .;
3. П. П. Безруких- "Ветроэнергетика. Справочное и методическое пособие.", Издательство: "Энергия", Москва, 2010 - (315 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58344>;
4. Б. В. Лукутин, И. О. Муравлев, И. А. Плотников- "Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями", Издательство: "Издательство Томского политехнического университета", Томск, 2015 - (120 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442097>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции.

### 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](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. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>; <http://docs.cntd.ru/>
11. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
12. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
13. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
14. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
15. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
16. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-204а, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, 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, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-204а, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, 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, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-204а, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, 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, кондиционер, телевизор
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-209, Преподавательская каф. "ГВИЭ"	стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, ноутбук, кондиционер, книги, учебники, пособия
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

### Режимы использования установок возобновляемой энергетики

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 Знание и применение балансовых уравнений в электроэнергетике (Контрольная работа)
- КМ-2 Процесс управления режимами работы объектов электроэнергетики (Контрольная работа)
- КМ-3 Условия нормальной параллельной работы энергоустановок в Единой электроэнергетической системе (Контрольная работа)
- КМ-4 Конструкции и инструменты оптового рынка электроэнергии и мощности (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	14
1	Роль установок на основе ВИЭ в развитии единой электроэнергетической системы России					
1.1	Роль установок на основе ВИЭ в развитии единой электроэнергетической системы России		+			
2	Классификация режимов					
2.1	Классификация режимов		+			
3	Нормальные и аварийные режимы работы энергоустановок					
3.1	Нормальные и аварийные режимы работы энергоустановок			+		
4	Энергетические режимы установок и их агрегатов					
4.1	Энергетические режимы установок и их агрегатов			+		
5	Режим водохранилищ ГЭУ					
5.1	Режим водохранилищ ГЭУ				+	
6	Оптимизация режимов работы установок на основе ВИЭ в электроэнергетических системах					
6.1	Оптимизация режимов работы установок на основе ВИЭ в электроэнергетических системах				+	
7	Планирование режима работы электроэнергетических систем в условиях рынка электроэнергии и мощности					
7.1	Планирование режима работы электроэнергетических систем в условиях рынка электроэнергии и мощности					+

8	Специальные режимы установок на основе ВИЭ				
8.1	Специальные режимы установок на основе ВИЭ				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25