

**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: Электрические станции и подстанции

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ**  
**ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

<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.11
<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 - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 79,7 часа;
<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> Решение задач Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шелковой Е.В.
	Идентификатор	R2e12b6d3-ShelkovoyYV-3a52162

(подпись)

Е.В. Шелковой

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Поляков А.М.
	Идентификатор	R4a9cc249-PoliakovAM-44585360

(подпись)

А.М. Поляков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Монаков Ю.В.
	Идентификатор	R4bfa2851-MonakovYV-407f6fea

(подпись)

Ю.В. Монаков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Усвоение знаний о схемах электрических соединений установок на основе солнечных и ветряных источников энергии и режимах их работы.

### Задачи дисциплины

- научить анализировать схемы, состав и параметры электрооборудования солнечных и ветровых электростанций;
- научить рассчитывать и анализировать возможные режимы работы электроустановок с альтернативными источниками, включая накопители энергии;
- научить рассчитывать и анализировать нормальные, аварийные и послеаварийные режимы электроустановок с альтернативными источниками.

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 применять методы анализа, разработки и обоснования технических решений в проектах электростанций и подстанций	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Применяет знания современных технических решений, используемых на электростанциях и подстанциях	знать: - методы расчета продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок; - технические требования к электрическим схемам и электротехническому оборудованию; - особенности альтернативных источников энергии и их влияние на электрические схемы и электротехнической оборудование.  уметь: - рассчитывать параметры продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок; - составлять расчетные условия для выбора электрических схем и электротехнического оборудования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрические станции и подстанции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Методики расчета трехфазных электрических цепей переменного тока
- знать Методики выбора электротехнического оборудования в электроустановках на основе традиционных источников энергии, включая силовые трансформаторы, проводники, коммутационные аппараты
- уметь Производить расчет токов и напряжений в электроустановках переменного тока
- уметь Производить выбор электротехнического оборудования в электроустановках на основе традиционных источников энергии, включая силовые трансформаторы, проводники, коммутационные аппараты

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	Солнечные фотоэлектрические электростанции	38	3	4	4	8	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1] С. 5-66 [2] С. 131-144 <a href="https://www.pveducation.org/">https://www.pveducation.org/</a> <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> № 1 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 37-50	
1.1	Солнечные фотоэлектрические электростанции	38		4	4	8	-	-	-	-	-	22	-		
2	Солнечные термодинамические электростанции	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Concentrated_solar_power">https://en.wikipedia.org/wiki/Concentrated_solar_power</a> <a href="https://solarpaces.nrel.gov/">https://solarpaces.nrel.gov/</a> <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 75-90
2.1	Солнечные термодинамические электростанции	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
3	Ветроэлектростанции	26		4	4	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> № 2 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [2] С. 131-144 [3] С. 201-274
3.1	Ветроэлектростанции	26		4	4	8	-	-	-	-	-	-	10	-	
4	Накопители электроэнергии	20		2	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> № 3 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> <a href="https://energy.hse.ru/accenergy">https://energy.hse.ru/accenergy</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8">https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8</a> <b><u>Изучение материалов литературных</u></b>
4.1	Накопители электроэнергии	20		2	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	

													<b><u>источников:</u></b> [2], 96-112
5	Гибридные электроустановки	36	4	4	12	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> № 4
5.1	Гибридные электроустановки	36	4	4	12	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> <a href="https://www.eprussia.ru/upload/iblock/1b8/1b83729ddd27beaeb629e380293a4585.pdf">https://www.eprussia.ru/upload/iblock/1b8/1b83729ddd27beaeb629e380293a4585.pdf</a>
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 52-64
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>62</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>79.7</b>		

**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. Солнечные фотоэлектрические электростанции

##### 1.1. Солнечные фотоэлектрические электростанции

1. Существующие и перспективные технологии изготовления фотоэлектрических модулей и их электрические характеристики. 2. Структурные схемы фотоэлектрических станций. Выбор электрической схемы фотоэлектрической батареи. 3. Расчет токов короткого замыкания в цепи фотоэлектрических модулей. 4. Выбор проводников и устройств защиты от сверхтоков постоянного тока. 5. Технические требования, конструктивные особенности, характеристики и выбор силовых трансформаторов, работающих в электроустановках с преобразовательными устройствами СЭС. 6. Согласование параметров фотоэлектрической батареи и инвертора. Системы собственных нужд фотоэлектрических станций..

#### 2. Солнечные термодинамические электростанции

##### 2.1. Солнечные термодинамические электростанции

Основные энергетические параметры и режимы работы. Особенности выработки электроэнергии на термодинамических электростанциях..

#### 3. Ветроэлектростанции

##### 3.1. Ветроэлектростанции

Типы и электрические характеристики ветрогенераторов. Технические требования к электроустановкам на основе ветроэнергетических установок. Выбор напряжения и схем электрических соединений внутренней электрической сети ВЭС. Особенности выбора кабелей, коммутационных аппаратов, схем распределительных устройств среднего и высокого напряжения. Технические требования, конструктивные особенности, характеристики и выбор силовых трансформаторов, работающих в электроустановках с преобразовательными устройствами ВЭС. Компенсация реактивной мощности на ветроэлектростанциях с асинхронными генераторами. Системы собственных нужд ветроэлектростанций..

#### 4. Накопители электроэнергии

##### 4.1. Накопители электроэнергии

Накопители электроэнергии. Накопители электроэнергии в составе электроустановок на основе альтернативных источников энергии. Выбор схемы подключения и места установки накопителей. Влияние накопителей на режимы работы электроустановки..

#### 5. Гибридные электроустановки

##### 5.1. Гибридные электроустановки

Режимы работы гибридных электроустановок. Критерии оптимизации параметров источников энергии в составе гибридных электроустановок. Методы оптимизации параметров гибридных электроустановок..

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

1. Расчет и оптимизация параметров гибридной электростанции;
2. Расчет параметров накопителя электроэнергии в составе электроустановки с альтернативными источниками энергии;
3. Выбор схемы и расчет параметров схемы выдачи мощности ветроэлектростанции;

4. Выбор схемы и расчет параметров внутренней электрической сети ветроэлектростанции;
5. Расчет параметров схемы выдачи мощности фотоэлектрической электростанции;
6. Расчет параметров фотоэлектрической батареи и выбор инвертора.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Технические аспекты применения накопителей электроэнергии;
2. Влияние условий эксплуатации на параметры источников гибридных электростанций;
3. Режимы работы ветроэлектростанции;
4. Режимы работы фотоэлектрической электростанции.

### **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	
<b>Знать:</b>							
особенности альтернативных источников энергии и их влияние на электрические схемы и электротехнической оборудование	ИД-4ПК-2	+	+	+			Лабораторная работа/Защита лабораторных работ 1 и 2
технические требования к электрическим схемам и электротехническому оборудованию	ИД-4ПК-2				+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ 3 и 4
методы расчета продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок	ИД-4ПК-2					+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ 3 и 4
<b>Уметь:</b>							
составлять расчетные условия для выбора электрических схем и электротехнического оборудования	ИД-4ПК-2					+	Решение задач/Контрольная работа № 3
рассчитывать параметры продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок	ИД-4ПК-2					+	Решение задач/Контрольная работа № 1 Решение задач/Контрольная работа № 2

## **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. Контрольная работа № 1 (Решение задач)
2. Контрольная работа № 2 (Решение задач)
3. Контрольная работа № 3 (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ 1 и 2 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ 3 и 4 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачётной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 3 семестр.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. Чо, Г. Ч. Разработка главных схем фотоэлектрических солнечных электростанций : учебное пособие по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Г. Ч. Чо, М. Р. Жиганшин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 82 с. - ISBN 978-5-7046-1891-1 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9980](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9980);
2. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебник для электротехнических и энергетических вузов и факультетов / С. А. Ульянов . – 2-е изд., стер . – М. : Тид Арис, 2010 . – 520 с. - ISBN 978-5-904673-01-7 .;
3. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов по всем специальностям направления 650900 "Электроэнергетика" / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов . – 2-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 288 с. - ISBN 5-903072-17-8 .;
4. Крючков И.П. , Старшинов В.А. , Гусев Ю.П. - "Короткие замыкания и выбор электрооборудования", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (568 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72231](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72231).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Python.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
17. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	ЭС-42, Компьютерный класс каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная

аттестации		
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	ЭС-54, Преподавательская каф. ЭС	рабочее место сотрудника, стол для оргтехники, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, многофункциональный центр
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭС-21а, Помещение для учебного инвентаря	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электроустановки на основе альтернативных источников энергии

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Контрольная работа № 1 (Решение задач)  
 КМ-2 Защита лабораторных работ 1 и 2 (Лабораторная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа № 2 (Решение задач)  
 КМ-4 Защита лабораторных работ 3 и 4 (Лабораторная работа)  
 КМ-5 Контрольная работа № 3 (Решение задач)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	9	12	15
1	Солнечные фотоэлектрические электростанции						
1.1	Солнечные фотоэлектрические электростанции			+			
2	Солнечные термодинамические электростанции						
2.1	Солнечные термодинамические электростанции			+			
3	Ветроэлектростанции						
3.1	Ветроэлектростанции			+			
4	Накопители электроэнергии						
4.1	Накопители электроэнергии					+	
5	Гибридные электроустановки						
5.1	Гибридные электроустановки		+		+	+	+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20