

**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**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ОСНОВЕ**  
**ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ 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.16
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	8 семестр - 5;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	180 часов
<b>Лекции</b>	8 семестр - 28 часа;
<b>Практические занятия</b>	8 семестр - 14 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	8 семестр - 28 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	8 семестр - 105,2 часов;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	8 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсового проекта</b>	8 семестр - 0,3 часа;
<b>Зачет с оценкой</b>	8 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Суслов К.В.
	Идентификатор	R94355520-SuslovKV-1ebd2b2c

К.В. Суслов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1cbebe0f-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:** Изучение особенностей выработки электроэнергии в электроустановках на основе солнечных и ветроэнергетических установок

### Задачи дисциплины

- Научить анализировать схемы, состав и параметры электрооборудования солнечных и ветровых электростанций;
- Научить рассчитывать и анализировать возможные режимы работы электроустановок с возобновляемыми 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-3 Способен применять знание характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей	знать: - Особенности альтернативных источников энергии и их влияние на электрические схемы и электротехнической оборудовании.  уметь: - Составлять расчетные условия для выбора электрических схем и электротехнического оборудования..
ПК-4 Способен принимать участие в проектировании объектов гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии	ИД-4 <sub>ПК-4</sub> Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ	знать: - Методы расчета продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок.  уметь: - Рассчитывать параметры продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок..
РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в электроэнергетике и электротехнике	ИД-2 <sub>РПК-1</sub> Осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей	знать: - Технические требования к электрическим схемам и электротехническому оборудованию.  уметь: - Осуществлять поиск и выбор цифровых технологий и методов для проектирования электрической части станций на основе ВИЭ.

## 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 5 зачетных единиц, 180 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	Расчет токов КЗ	44	8	8	-	6	-	-	-	-	-	30	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], 1-568 [3], 1-495	
1.1	Расчет токов КЗ	44		8	-	6	-	-	-	-	-	-	30		-
2	Электрическая часть СЭС	44		10	-	4	-	-	-	-	-	-	30	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], 1-82
2.1	Электрическая часть СЭС	44		10	-	4	-	-	-	-	-	-	30	-	
3	Электрическая часть ВЭС	41.5		10	-	4	-	-	-	-	-	-	27.5	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [4], 1-56
3.1	Электрическая часть ВЭС	41.5		10	-	4	-	-	-	-	-	-	27.5	-	
	Зачет с оценкой	18.2			-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	17.7	
	Курсовой проект (КП)	32.3			-	-	-	28	-	4	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>		<b>28</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>87.5</b>	<b>17.7</b>		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>		<b>28</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>105.2</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. Расчет токов КЗ

##### 1.1. Расчет токов КЗ

Расчет токов короткого замыкания. Схема замещения. Эквивалентирование схемы замещения. Расчет начального действующего значения периодической составляющей тока КЗ, ударного тока КЗ, апериодической составляющей тока КЗ в произвольный момент времени. Токи КЗ от ветрогенераторов разных типов..

#### 2. Электрическая часть СЭС

##### 2.1. Электрическая часть СЭС

Существующие и перспективные технологии изготовления фотоэлектрических модулей и их электрические характеристики. Структурные схемы фотоэлектрических станций. Выбор электрической схемы фотоэлектрической батареи. Расчет токов короткого замыкания в цепи фотоэлектрических модулей. Выбор проводников и устройств защиты от сверхтоков постоянного тока. Согласование параметров фотоэлектрической батареи и инвертора. Системы собственных нужд фотоэлектрических станций. Технические требования, конструктивные особенности, характеристики и выбор силовых трансформаторов, работающих в электроустановках с преобразовательными устройствами СЭС. Схемы электрических соединений переменного тока ФЭС. Проводники и коммутационные аппараты переменного тока ФЭС.

#### 3. Электрическая часть ВЭС

##### 3.1. Электрическая часть ВЭС

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.

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

1. Выбор схемы внутренней электрической сети ВЭС;
2. Выбор инверторов и трансформаторов ФЭС;
3. Расчет коротких замыканий;
4. Подготовка расчетных условий для выбора электротехнического оборудования;
5. Выбор параметров фотоэлектрической батареи и схемы соединения панелей;
6. Расчет параметров электростанции с ВИЭ для электроснабжения нагрузки.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

8 Семестр

Курсовой проект (КП)

**График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 13	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2, 3, 4	5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	50	30	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	70	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Разработка вариантов схем постоянного (для ФЭС) и переменного (ФЭС и ВЭС) тока ЭУ
2	Выбор силовых трансформаторов
3	Расчет токов короткого замыкания
4	Выбор электрических аппаратов и проводников
5	Разработка главной схемы электрических соединений ЭУ

### 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	
<b>Знать:</b>					
Особенности альтернативных источников энергии и их влияние на электрические схемы и электротехническое оборудование	ИД-1ПК-3	+			Контрольная работа/КМ-1 Расчеты токов КЗ
Методы расчета продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок	ИД-4ПК-4		+		Контрольная работа/КМ-3 Электрическая часть СЭС
Технические требования к электрическим схемам и электротехническому оборудованию	ИД-2РПК-1			+	Контрольная работа/КМ-2 Электрическая часть ВЭС
<b>Уметь:</b>					
Составлять расчетные условия для выбора электрических схем и электротехнического оборудования.	ИД-1ПК-3	+			Контрольная работа/КМ-1 Расчеты токов КЗ
Рассчитывать параметры продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок.	ИД-4ПК-4		+		Контрольная работа/КМ-3 Электрическая часть СЭС
Осуществлять поиск и выбор цифровых технологий и методов для проектирования электрической части станций на основе ВИЭ	ИД-2РПК-1			+	Контрольная работа/КМ-2 Электрическая часть ВЭС



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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Расчеты токов КЗ (Контрольная работа)
2. КМ-2 Электрическая часть ВЭС (Контрольная работа)
3. КМ-3 Электрическая часть СЭС (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Курсовой проект (КП) (Семестр №8)

В диплом выставляется оценка за 8 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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=9980>;
2. 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);
3. Васильев, А. А. Электрическая часть станций и подстанций. Ч. 1 Электрические аппараты и распределительные устройства : учебное пособие / А. А. Васильев . – Москва-Ленинград : Госэнергоиздат, 1963 . – 495 с.;
4. Чо, Г. Ч. Электрическая часть ветроэлектростанций : учебное пособие по дисциплинам "Электроустановки на основе альтернативных источников энергии", "Электрическая часть энергоустановок" по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. Ч. Чо, А. А. Антонов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-2422-6 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11535>.

### **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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
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-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для

учебного инвентаря		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**

Электрическая часть энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии

(название дисциплины)

**8 семестр**

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

КМ-1 КМ-1 Расчеты токов КЗ (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-3 Электрическая часть СЭС (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-2 Электрическая часть ВЭС (Контрольная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	8	12
1	Расчет токов КЗ				
1.1	Расчет токов КЗ		+		
2	Электрическая часть СЭС				
2.1	Электрическая часть СЭС			+	
3	Электрическая часть ВЭС				
3.1	Электрическая часть ВЭС				+
Вес КМ, %:			30	35	35

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электрическая часть энергоустановок на основе возобновляемых источников  
энергии

(название дисциплины)

**8 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Разработка вариантов схем постоянного (для ФЭС) и переменного (ФЭС и ВЭС) тока ЭУ
- КМ-2 Выбор силовых трансформаторов Расчет токов короткого замыкания Выбор электрических аппаратов и проводников
- КМ-3 Разработка главной схемы электрических соединений ЭУ

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	8	13
1	Разработка вариантов схем постоянного (для ФЭС) и переменного (ФЭС и ВЭС) тока ЭУ		+		
2	Выбор силовых трансформаторов			+	
3	Расчет токов короткого замыкания			+	
4	Выбор электрических аппаратов и проводников			+	
5	Разработка главной схемы электрических соединений ЭУ				+
Вес КМ, %:			20	50	30