

**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: Высоковольтные электротехнологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 73,5 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>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жуликов С.С.
	Идентификатор	R80c76a64-Zhulikov55-42c2a72f

(подпись)


С.С. Жуликов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лысов Н.Ю.
	Идентификатор	Re94f0ba9-LysovNY-9dc0f249


(подпись)

Н.Ю. Лысов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хренов С.И.
	Идентификатор	Rd055d891-KhrenovSI-e14cb00c

(подпись)

С.И. Хренов

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** заключается в изучении физики процессов статической электризации, способов контроля её основных параметров и методов борьбы с опасными и негативными ее проявлениями, методов испытаний технических средств на воздействие электростатических разрядов

### Задачи дисциплины

- формирование знания физики процессов электризации твердых и жидких диэлектриков, накопления и диссипации зарядов статического электричества;
- освоение способов контроля параметров статической электризации и основных методов борьбы с опасными и негативными ее проявлениям;
- изучение устройства и конструкции нейтрализаторов статического электричества (СЭ) различных типов и режимов их работы;
- освоение методов испытаний технических средств на воздействие разрядов СЭ, оптимизации мероприятий по ограничению СЭ до допустимых уровней на объектах энергетики.

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-1 Способен принимать участие в проведении научных исследований в области объектов профессиональной деятельности (высоковольтных электротехнологий)	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание научных проблем в области статического электричества и путей их решения	знать: - физику процессов образования зарядов СЭ и его опасных проявлений; - принципы и методы борьбы с опасными и негативными проявлениями статической электризации; - назначение и конструкцию элементов нейтрализаторов СЭ различных типов.  уметь: - формулировать требования к элементам измерительных систем СЭ для различных условий применения; - выполнять требований техники безопасности при эксплуатации нейтрализаторов СЭ различных типов; - проводить оптимизацию мероприятий по ограничению накопления зарядов СЭ до допустимых уровней на объектах энергетики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Высоковольтные электротехнологии (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 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	Физические основы статического электричества и его опасные проявления	18	2	8	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Физические основы статического электричества и его опасные проявления", подготовка к контрольной работе №1 "Опасные и негативные проявления статического электричества" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 9-22	
1.1	Физические основы статического электричества и его опасные проявления	18		8	-	-	-	-	-	-	-	-	10		-
2	Способы и методы измерений основных параметров статической электризации	10		4	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Способы и методы измерений основных параметров статической электризации", подготовка к контрольной работе №2 "Приборы ротационного типа для измерения параметров статической электризации" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 20-41 [5], стр. 110-113
2.1	Способы и методы измерений основных параметров статической электризации	10		4	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
3	Методы защиты от статического электричества	14		6	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Методы защиты от статического электричества", подготовка к контрольной работе №3 "Методы защиты от статической электризации" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.1	Методы защиты от статического электричества	14		6	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	

												<b><u>источников:</u></b> [1], стр. 533-565 [6], стр. 58-31, 438, 610-611, 626
4	Нейтрализаторы зарядов статического электричества	14	6	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Нейтрализаторы зарядов статического электричества", подготовка к контрольной работе №4 "Нейтрализаторы статического электричества"
4.1	Нейтрализаторы зарядов статического электричества	14	6	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 50-68
5	Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества	8	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества", подготовка к контрольной работе №5 "Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества"
5.1	Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества	8	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 114-117
6	Устойчивость технических средств к воздействию разрядов статического электричества	8	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Устойчивость технических средств объектов энергетики к воздействию разрядов статического электричества", подготовка к контрольной работе №6 "Мероприятий по ограничению накопления зарядов статического электричества на объектах энергетики"
6.1	Устойчивость технических средств к воздействию разрядов статического электричества	8	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 255-319
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>32</b>	-	-	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>40</b>	<b>33.5</b>
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>32</b>	-	-	<b>2</b>	-	-	-	<b>0.5</b>	<b>73.5</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. Физические основы статического электричества и его опасные проявления

#### 1.1. Физические основы статического электричества и его опасные проявления

Исторические сведения о статическом электричестве. Физика процесса статической электризации. Работа выхода электрона. Контактная разность потенциалов. Трибоэлектрический ряд материалов. Электростатические явления. Электризация твердых и жидких диэлектриков. Основные параметры, характеризующие статическую электризацию материалов. Опасные и негативные проявления статического электричества. Разряды статического электричества и их энергетические характеристики. Процессы накопления и диссипации зарядов статического электричества.

### 2. Способы и методы измерений основных параметров статической электризации

#### 2.1. Способы и методы измерений основных параметров статической электризации

Способы и методы измерений основных параметров, характеризующих наэлектризованность тел. Методы оценки поверхностной и объемной плотности зарядов. Приборы для измерений основных параметров статической электризации.

### 3. Методы защиты от статического электричества

#### 3.1. Методы защиты от статического электричества

Методы предотвращения и ограничения накопления зарядов статического электричества. Заземление и экранирование. Способы увеличения поверхностной и объемной проводимости диэлектриков. Применение антистатических материалов и напольных покрытий. Нейтрализация зарядов статического электричества на поверхности наэлектризованного диэлектрика.

### 4. Нейтрализаторы зарядов статического электричества

#### 4.1. Нейтрализаторы зарядов статического электричества

Способы формирования носителей зарядов. Типы нейтрализаторов статического электричества. Нейтрализация поверхностных и объемных зарядов. Оптимизация конструкции электродных систем и параметров источников питания нейтрализаторов статического электричества. Факторы, влияющие на эффективность процесса нейтрализации: скорость движения нейтрализуемых материалов, экранирующие металлические конструкции, располагаемые в зоне нейтрализации. Комбинированные нейтрализаторы статического электричества. Автоматические системы нейтрализации в различных технологических системах и устройствах. Нейтрализаторы статического электричества специального назначения.

### 5. Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества

#### 5.1. Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества

Меры безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества. Поражение человека электрическим током при обслуживании нейтрализатора. Радиационная опасность радиоактивных нейтрализаторов. Опасность интоксикации озоном при применении высоковольтных нейтрализаторов. Опасность формирования разрядов во

взрывоопасных средах. Специфика работы нейтрализаторов при наличии пыли и паров органических жидкостей.

### 6. Устойчивость технических средств к воздействию разрядов статического электричества

6.1. Устойчивость технических средств к воздействию разрядов статического электричества

Накопление электростатических зарядов на теле человека. Требования и методы испытаний технических средств, применяемых на объектах энергетики, к воздействию электростатических разрядов. Воздушный и контактный разряды. Степени жёсткости испытаний. Испытательные генераторы электростатических разрядов. Оптимизация мероприятий по ограничению накопления зарядов статического электричества до допустимых уровней при эксплуатации микропроцессорных устройств на объектах энергетики.

**3.3. Темы практических занятий**  
не предусмотрено

**3.4. Темы лабораторных работ**  
не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов раздела "Физические основы статического электричества и его опасные проявления"
2. Обсуждение материалов раздела "Способы и методы измерений основных параметров статической электризации"
3. Обсуждение материалов раздела "Методы защиты от статического электричества"
4. Обсуждение материалов раздела "Нейтрализаторы зарядов статического электричества"
5. Обсуждение материалов раздела "Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества"
6. Обсуждение материалов раздела "Устойчивость технических средств объектов энергетики к воздействию разрядов статического электричества "

**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	
<b>Знать:</b>								
назначение и конструкцию элементов нейтрализаторов СЭ различных типов	ИД-2ПК-1				+			Контрольная работа/Контрольная работа №4 «Нейтрализаторы статического электричества»
принципы и методы борьбы с опасными и негативными проявлениями статической электризации	ИД-2ПК-1			+				Контрольная работа/Контрольная работа №3 «Методы защиты от статической электризации»
физику процессов образования зарядов СЭ и его опасных проявлений	ИД-2ПК-1	+						Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Опасные и негативные проявления статического электричества»
<b>Уметь:</b>								
проводить оптимизацию мероприятий по ограничению накопления зарядов СЭ до допустимых уровней на объектах энергетики	ИД-2ПК-1						+	Контрольная работа/Контрольная работа №6 «Мероприятия по ограничению накопления зарядов статического электричества на объектах энергетики»
выполнять требований техники безопасности при эксплуатации нейтрализаторов СЭ различных типов	ИД-2ПК-1					+		Контрольная работа/Контрольная работа №5 «Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества»
формулировать требования к элементам измерительных систем СЭ для различных условий применения	ИД-2ПК-1		+					Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Приборы ротационного типа для измерения параметров статической электризации»

#### **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. Контрольная работа №1 «Опасные и негативные проявления статического электричества» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Приборы ротационного типа для измерения параметров статической электризации» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 «Методы защиты от статической электризации» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 «Нейтрализаторы статического электричества» (Контрольная работа)
5. Контрольная работа №5 «Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества» (Контрольная работа)
6. Контрольная работа №6 «Мероприятия по ограничению накопления зарядов статического электричества на объектах энергетики» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №2)

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

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

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

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

1. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / И. М. Бортник, [и др.] ; Общ. ред. И. П. Верещагин . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 704 с. - ISBN 978-5-383-00195-0 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4208](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4208);

2. Максимов, Б. К. Учебное пособие по курсу "Электрофизические основы техники высоких напряжений": Защита от статического электричества / Б. К. Максимов, А. А. Обух ; Ред. И. П. Кужекин ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1982 . – 68 с.;

3. Максимов, Б. К. Статическое электричество в промышленности и защита от него / Б. К. Максимов, А. А. Обух . – М. : Энергоатомиздат, 2000 . – 96 с. – (Библиотека энергетика) . - ISBN 5-283-01220-4 .;

4. Кечиев, Л. Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества : учебное пособие для вузов по специальности 340100 "Управление качеством" / Л. Н. Кечиев, Е. Д. Пожидаев . – 2-е изд . – М. : Группа ИДТ, 2008 . – 352 с. – (Б-ка ЭМС) . - ISBN 978-5-948330-72-3 .;

5. Высоковольтные электротехнологии : Учебное пособие для вузов по курсу "Основы электротехнологии" / О. А. Аношин, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. И. П. Верещагин . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 204 с. - ISBN 5-7046-0535-4 .;
6. Дьяков А. Ф., Максимов Б. К., Борисов Р. К., Кужекин И. П.- "Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (543 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72336](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72336).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office;
2. Майнд Видеоконференции;
3. Scilab.

## 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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.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
	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Статическое электричество и методы борьбы с ним

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Опасные и негативные проявления статического электричества» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №2 «Приборы ротационного типа для измерения параметров статической электризации» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа №3 «Методы защиты от статической электризации» (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №4 «Нейтрализаторы статического электричества» (Контрольная работа)
- КМ-5 Контрольная работа №5 «Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества» (Контрольная работа)
- КМ-6 Контрольная работа №6 «Мероприятия по ограничению накопления зарядов статического электричества на объектах энергетики» (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	10	12	14	16
1	Физические основы статического электричества и его опасные проявления							
1.1	Физические основы статического электричества и его опасные проявления		+					
2	Способы и методы измерений основных параметров статической электризации							
2.1	Способы и методы измерений основных параметров статической электризации			+				
3	Методы защиты от статического электричества							
3.1	Методы защиты от статического электричества				+			
4	Нейтрализаторы зарядов статического электричества							
4.1	Нейтрализаторы зарядов статического электричества					+		
5	Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества							
5.1	Техника безопасности при эксплуатации нейтрализаторов статического электричества						+	

6	Устойчивость технических средств к воздействию разрядов статического электричества						
6.1	Устойчивость технических средств к воздействию разрядов статического электричества						+
Вес КМ, %:		25	15	20	20	10	10