

**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: Эксплуатация релейной защиты, автоматики и электрооборудования электростанций

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ**

<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.13</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 42 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 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>8 семестр - 51,7 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>Тестирование</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

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

С.С. Жуликов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

А.А. Волошин

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

А.А. Волошин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении технологии обеспечения электромагнитной совместимости цифровых систем управления на объектах электроэнергетики (электрические станции и подстанции), включая методы определения электромагнитных воздействий, выбор оптимальных мероприятий по защите от опасных электромагнитных явлений при проектировании и методов испытаний оборудования на помехоустойчивость

### Задачи дисциплины

- получение знаний об основных источниках и цифровых приемниках электромагнитных воздействий на электрических станциях и подстанциях, о механизмах передачи электромагнитных возмущений от источников к приемникам;
- приобретение навыков применения эффективных методов по защите цифровых технических средств и персонала объектов электроэнергетики от электромагнитных воздействий естественного и искусственного происхождения;
- получение знаний о методах испытаний цифровых технических средств на помехоустойчивость и помехоэмиссию;
- получение знаний об экспериментально-расчетных методах определения электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики с цифровыми системами управления.

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 участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Применяет типовые проектные решения	знать: - нормативную документацию в области электромагнитной совместимости; - основные источники и приемники электромагнитных воздействий на электрических станциях и подстанциях, механизмы передачи электромагнитных возмущений от источников к цифровым приемникам.  уметь: - анализировать научно-техническую документацию и предлагать проектные решения при обеспечению электромагнитной совместимости в электроэнергетике.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения	знать: - экспериментально-расчетные методы определения электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики с цифровыми системами управления; - методы испытаний оборудования на помехоустойчивость и помехоэмиссию.  уметь: - организовывать исследования в области проблем электромагнитной

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		совместимости в электроэнергетике и применять методы защиты от электромагнитных воздействий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Эксплуатация релейной защиты, автоматики и электрооборудования электростанций (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 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	Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики	18	8	8	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов на тему "Электромагнитная обстановка на энергообъектах", подготовка к контрольной работе №1 "Источники и цифровые приемники электромагнитных воздействий на энергообъектах, их основные характеристики" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 15-21, 91-141</p>	
1.1	Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики	18		8	-	2	-	-	-	-	-	8	-		
2	Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике	18		8	-	2	-	-	-	-	-	8	-		<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материалов на тему "Нормативная база обеспечения электромагнит-ной совместимости на объектах электроэнергетики.", подготовка к тесту №1 "Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 632-645</p>
2.1	Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике	18		8	-	2	-	-	-	-	-	8	-		
3	Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах	19		8	-	6	-	-	-	-	-	5	-		<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов на тему "Электрические и магнитные поля промышленной частоты. Молния и молниезащита", подготовка к контрольной работе №2 "Методы определения</p>
3.1	Методы определения электромагнитной	19		8	-	6	-	-	-	-	-	5	-		

	обстановки на энергообъектах											электромагнит-ной обстановки на энергообъектах" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 101-151 [2], стр. 614-631, 91-141	
4	Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость	19	10	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материалов на тему "Испытания на воздействие импульсных помех. Испытания на воздействие электрические и магнитные поля промышленной частоты. Испытания на воздействие молнии", подготовка к тесту №2 "Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 249-292
4.1	Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость	19	10	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов на тему "Помехоподавляющие и защитные компоненты. Экранирование", подготовка к контрольной работе №3 "Методы и средства защиты от электромагнитных помех" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 387-475
5	Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий.	16	8	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
5.1	Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий.	16	8	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	42	-	14	-	-	-	-	0.3	34	17.7	
	Итого за семестр	108.0	42	-	14	-	-	-	-	0.3	51.7		

**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. Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики

1.1. Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики

Основные термины и определения. Электромагнитная обстановка на энергообъектах..

#### 2. Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике

2.1. Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике

Нормативная база обеспечения электромагнитной совместимости на объектах электроэнергетики. Помехоустойчивость вторичного оборудования. Нормы для персонала.

#### 3. Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах

3.1. Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах

Воздействие напряжений и токов промышленной частоты на вторичное оборудование. Переходные процессы в первичных цепях при коммутациях и КЗ. Электрические и магнитные поля промышленной частоты. Молния и молниезащита..

#### 4. Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость

4.1. Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость

Испытания на воздействие напряжений и токов промышленной частоты на вторичное оборудование. Испытания на воздействие импульсных помех. Испытания на воздействие электрические и магнитные поля промышленной частоты. Испытания на воздействие молнии.

#### 5. Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий.

5.1. Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий.

Помехоподавляющие и защитные компоненты. Экранирование. Заземляющее устройство. Дискретные входы..

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

1. Составление методик испытания цифровых терминалов РЗА на помехоустойчивость;
2. Нормативные документы по ЭМС для цифровых подстанций;
3. Расчет воздействий напряжений и токов промышленной частоты на цифровые системы управления.  
Расчет переходных процессов в первичных цепях при коммутациях и КЗ.  
Имитация молнии и определение помех в кабельных линиях;
4. Методы и средства защиты от электромагнитных помех;
5. Источники и цифровые приемники электромагнитных воздействий на энергообъектах, их основные характеристики.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов раздела "Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики"
2. Обсуждение материалов раздела "Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике"
3. Обсуждение материалов раздела "Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах"
4. Обсуждение материалов раздела "Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость"
5. Обсуждение материалов раздела "Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий"

### **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>							
основные источники и приемники электромагнитных воздействий на электрических станциях и подстанциях, механизмы передачи электромагнитных возмущений от источников к цифровым приемникам	ИД-1ПК-1	+					Контрольная работа/Контрольная работа № 1 «Источники и цифровые приемники электромагнитных воздействий на энергообъектах, их основные характеристики»
нормативную документацию в области электромагнитной совместимости	ИД-1ПК-1		+				Тестирование/Тест № 1 «Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике»
методы испытаний оборудования на помехоустойчивость и помехоэмиссию	ИД-2ПК-1				+		Тестирование/Тест № 2 «Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость»
экспериментально-расчетные методы определения электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики с цифровыми системами управления	ИД-2ПК-1			+			Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах»
<b>Уметь:</b>							
анализировать научно-техническую документацию и предлагать проектные решения при обеспечению электромагнитной совместимости в электроэнергетике	ИД-1ПК-1		+				Тестирование/Тест № 1 «Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике»
организовывать исследования в области проблем электромагнитной совместимости в электроэнергетике и применять методы защиты от электромагнитных воздействий	ИД-2ПК-1					+	Контрольная работа/Контрольная работа № 3 «Методы и средства защиты от электромагнитных помех»

## **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. Контрольная работа № 1 «Источники и цифровые приемники электромагнитных воздействий на энергообъектах, их основные характеристики» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 3 «Методы и средства защиты от электромагнитных помех» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №2 «Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах» (Контрольная работа)
4. Тест № 1 «Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике» (Тестирование)
5. Тест № 2 «Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

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

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. Борисов, Р. К. Диагностика систем заземления, молниезащиты, собственных нужд, постоянного тока, блокировок безопасности и электромагнитной обстановки : для обучающихся по программе бакалавриата по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и программам магистратуры по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника", аспирантов и преподавателей, инженерно-технических работников и персонала, занимающихся эксплуатацией, испытанием и наладкой электротехнического оборудования, слушателей курсов подготовки, переподготовки и повышения квалификации / Р. К. Борисов, С. С. Жуликов, Е. В. Коломиец, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 371 с. - Победитель Всерос. конкурса рукописей учеб., науч.-техн., и справ. лит. по энергетике 2017 года . - ISBN 978-5-7046-1949-9 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10741>;
2. 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 / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. 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. 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	Г-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Г-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран
	Д-7, Кабинет	стеллаж, стол, стол компьютерный,

	сотрудников каф. "ТЭВН"	стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютер персональный, принтер
	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-12, Кладовая	стеллаж, стол, стул

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Электромагнитная совместимость

(название дисциплины)

## 8 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа № 1 «Источники и цифровые приемники электромагнитных воздействий на энергообъектах, их основные характеристики» (Контрольная работа)
- КМ-2 Тест № 1 «Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике» (Тестирование)
- КМ-3 Контрольная работа №2 «Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах» (Контрольная работа)
- КМ-4 Тест № 2 «Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость» (Тестирование)
- КМ-5 Контрольная работа № 3 «Методы и средства защиты от электромагнитных помех» (Контрольная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	14	16
1	Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики						
1.1	Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики		+				
2	Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике						
2.1	Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике			+			
3	Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах						
3.1	Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах				+		
4	Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость						
4.1	Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость					+	
5	Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий.						
5.1	Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий.						+
Вес КМ, %:			20	20	25	15	20