

**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: Техника и электрофизика высоких напряжений

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СПЕЦВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В**  
**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**

<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.03
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	1 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 39,7 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> <b>Контрольная работа</b> <b>Тестирование</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	1 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Борисов Р.К.
	Идентификатор	Re031da99-BorisovRK-17c2a72f

(подпись)

Р.К. Борисов

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Лебедева Н.А.
	Идентификатор	R75716a03-LebedevaNA-9930664f

(подпись)

Н.А. Лебедева

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00f

(подпись)

А.Г. Темников

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении технологии обеспечения электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи 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 приемниках электромагнитных воздействий на электрических станциях и подстанциях, о механизмах передачи электромагнитных возмущений от источников к приемникам;

- приобретение навыков применения эффективных методов по защите технических средств и персонала объектов электроэнергетики от электромагнитных воздействий естественного и искусственного происхождения;

- получение знаний о методах испытаний оборудования на помехоустойчивость и помехоэмиссию;

- получение знаний об экспериментально-расчетных методах определения электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики.

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, разрабатывать и обосновывать технические решения при проектировании объектов профессиональной деятельности (техники и электрофизики высоких напряжений)	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание проблем электромагнитной совместимости при разработке, проектировании и эксплуатации электроэнергетических объектов и возможных путей их решения	знать: - экспериментально-расчетные методы определения электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики; - методы испытаний оборудования на помехоустойчивость и помехоэмиссию; - основные источники и приемники электромагнитных воздействий на электрических станциях и подстанциях, механизмы передачи электромагнитных возмущений от источников к приемникам, отечественную и зарубежную специализированную литературу и нормативную документацию в области электромагнитной совместимости объектов электроэнергетики.  уметь: - организовывать исследования в области проблем электромагнитной совместимости в электроэнергетике и применять методы защиты от электромагнитных воздействий; - самостоятельно формулировать цели и задачи в области обеспечения электромагнитной совместимости на

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		энергообъектах; - самостоятельно анализировать научно-техническую информацию и предлагать решения в области исследования проблем и обеспечения электромагнитной совместимости в электроэнергетике.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техника и электрофизика высоких напряжений (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 2 зачетных единицы, 72 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	Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики	7	1	4	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики" и подготовка к контрольной работе №1</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], гл. 1</p>		
1.1	Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики	7		4	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-	
2	Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике	7		4	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-	
2.1	Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике	7		4	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике" и подготовка к тесту №1</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], гл. 2 [2], гл. 2</p>
3	Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах	13		8	-	-	-	-	-	-	-	-	5		-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах" и подготовка к контрольной работе №2</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
3.1	Методы определения электромагнитной обстановки на	13		8	-	-	-	-	-	-	-	-	5		-	

	энергообъектах												[2], гл. 10
4	Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий	14	8	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий" и подготовка к контрольной работе №2
4.1	Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий	14	8	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], гл. 10
5	Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость	13	8	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость" и подготовка к тесту №2
5.1	Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость	13	8	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], гл. 7 [3], с.59-75
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>32</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>22</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>32</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>39.7</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КНР – 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 определения. Источники электромагнитных воздействий на объектах электроэнергетики. Чувствительные к электромагнитным воздействиям оборудование и системы на объектах электроэнергетики. Каналы передачи помех. Кондуктивные и полевые помехи. Особенности распространения помех на объектах электроэнергетики. Биологические проблемы обеспечения электромагнитной совместимости на объектах электроэнергетики..

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

2.1. Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике

Закон об электромагнитной совместимости. Нормативные документы по обеспечению электромагнитной совместимости при проектировании, строительстве и эксплуатации энергообъектов. Помехоустойчивость оборудования и систем. Допустимые уровни электромагнитных помех на объектах электроэнергетики. Допустимые электрические и магнитные поля для населения и персонала на рабочих местах..

### 3. Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах

3.1. Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах

Основные положения. Определение характеристик источников и приемников электромагнитных воздействий. Определение уровней воздействий напряжений и токов промышленной частоты. Определение импульсных помех при КЗ и коммутациях. Определение импульсных помех от молнии и статического электричества. Экспериментальные методы определения электромагнитной обстановки на энергообъекте. Проведение измерений и расчетов по определению ЭМО. Исходные данные. Имитация короткого замыкания на землю. Имитация импульсных помех. Импульсные помехи при ударах молнии. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона. Оформление результатов измерений и расчетов. Меры безопасности при определении электромагнитной обстановки. Периодичность проведения работ по определению электромагнитной обстановки. Требования к техническим средствам. Требования к расчетным программам..

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

4.1. Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий

Мероприятия по защите от воздействия напряжений и токов 50Гц, импульсных помех и статического электричества. Выбор средств защиты от импульсных помех. Система выравнивания и уравнивания потенциалов. Экранирование устройств, зданий и сооружений. Кабельная канализация. Экранированные контрольные кабели. Выбор трассы прокладки кабелей. Применение ВОЛС. Ограничители перенапряжений, фильтры. Развязка по питанию. Разработка типового раздела проекта по ЭМС для электрической подстанции..

### 5. Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость

5.1. Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость

Нормативные требования. Виды испытаний. Методы и средства для проведения испытаний. Оформление результатов испытаний..

### **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 "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 и средства защиты от электромагнитных воздействий"
5. Обсуждение материалов раздела "Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость"

### **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 приемникам, отечественную и зарубежную специализированную литературу и нормативную документацию в области электромагнитной совместимости объектов электроэнергетики	ИД-4ПК-2		+				Тестирование/Тест №1 – «Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике»
методы испытаний оборудования на помехоустойчивость и помехоэмиссию	ИД-4ПК-2					+	Тестирование/Тест №2 – «Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость»
экспериментально-расчетные методы определения электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики	ИД-4ПК-2		+				Контрольная работа/Контрольная работа №1 – «Источники и приемники электромагнитных воздействий на энергообъектах, их основные характеристики»
<b>Уметь:</b>							
самостоятельно анализировать научно-техническую информацию и предлагать решения в области исследования проблем и обеспечения электромагнитной совместимости в электроэнергетике	ИД-4ПК-2			+	+		Контрольная работа/Контрольная работа №2 – «Методы и средства защиты от электромагнитных помех»
самостоятельно формулировать цели и задачи в области обеспечения электромагнитной совместимости на энергообъектах	ИД-4ПК-2				+		Контрольная работа/Контрольная работа №2 – «Методы и средства защиты от электромагнитных помех»
организовывать исследования в области проблем электромагнитной совместимости в электроэнергетике и	ИД-4ПК-2			+	+		Контрольная работа/Контрольная работа №2 – «Методы и средства защиты от

применять методы защиты от электромагнитных воздействий							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**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 – «Источники и приемники электромагнитных воздействий на энергообъектах, их основные характеристики» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 – «Методы и средства защиты от электромагнитных помех» (Контрольная работа)
3. Тест №1 – «Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике» (Тестирование)
4. 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 №1)*

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 1 семестр.

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

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

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

1. Колечицкий, Е. С. Защита биосферы от влияния электромагнитных полей : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Е. С. Колечицкий, В. А. Романов, В. Г. Карташев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 352 с. - ISBN 978-5-383-00312-1 .;
2. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике : учебник для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика"; учебное пособие для системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала энергетических компаний, а также для вузов, осуществляющих подготовку энергетиков / А. Ф. Дьяков, Б. К. Максимов, Р. К. Борисов ; ред. А. Ф. Дьяков . – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 544 с. - ISBN 978-5-383-00621-4 .;
3. А. Г. Овсянников, Р. К. Борисов- "Электромагнитная совместимость в электроэнергетике", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2017 - (196 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575557>.

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

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

3. Майнд Видеоконференции.

### 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	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для	НТБ-303,	стол компьютерный, стул, стол

самостоятельной работы	Компьютерный читальный зал	письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Д-207, 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

### Спецвопросы электромагнитной совместимости в электроэнергетике

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа №1 – «Источники и 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 и средства защиты от электромагнитных помех» (Контрольная работа)
- КМ-4 Тест №2 – «Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость» (Тестирование)

**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	15
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 и средства защиты от электромагнитных воздействий					
4.1	Методы и средства защиты от электромагнитных воздействий				+	
5	Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость					
5.1	Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25