

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г.**  
**Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Цифровые системы релейной защиты и автоматики**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ УСТРОЙСТВ РЗИА**

<b>Блок</b>	<b>Блок 1. «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.В.21</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>8 семестр - 3</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр–16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8семестр–40часов</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> зачет с оценкой	<b>8семестр – 0,3 часа</b>
<b>Контроль:</b> зачет с оценкой	<b>8 семестр – 35,7 часа</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.В. Стрижиченко

(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой ЭиЭ,

К.Т.Н., ДОЦЕНТ

(название кафедры)

(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы релейной защиты и автоматики

И.о. заведующего кафедрой ЭиЭ,

К.Т.Н., ДОЦЕНТ

(название кафедры)

(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой ЭиЭ,

К.Т.Н., ДОЦЕНТ

(название кафедры)

(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины является** формирование знаний по вопросам электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств релейной защиты,

**Задачами дисциплины является:**

- формирование знаний о причинах и источниках электромагнитных помех,
- формирование знаний по влиянию на цифровые устройства и мероприятиям по снижению уровня помех;
- формирование знаний об обеспечении электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств релейной защиты.

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 управлять технологическим оборудованием, выбирать серийное и проектировать новое оборудование	ПК-1.1.Выполняет сбор и анализ данных по заданной тематике, обосновывает выбор технологических решений.	<b>знать:</b> – причины и механизмы возникновения электромагнитных помех; <b>уметь:</b> – производить выбор средств для обеспечения электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств релейной защиты

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока дисциплин 1 по направлению подготовки Бакалавр 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профили: Цифровые системы релейной защиты и автоматики).

Дисциплина базируется на знании дисциплин: «Теоретические основы РЗА (профиль 2)», «Релейная защита систем электроснабжения и ЭС (профиль 2)», «Микропроцессорные средства в РЗА (профиль 2)».

Для освоения дисциплины, обучающийся должен:

**знать:**

– причины и механизмы возникновения электромагнитных помех;

**уметь:**

– производить выбор средств для обеспечения электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств релейной защиты

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, могут быть применены 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	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР		Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная										
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА					
1	Общие вопросы электромагнитной совместимости технических средств	10	7	2							8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с 14-24, [3] с 29-41.	
2	Источники электромагнитных влияний и характеристики помех	14	7	2	4						8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с 25-35, [2] с 69-125, [4] с 248-281.	
3	Механизмы распространения помех	16	7	4	4						8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы: [1] с 37-43, [3] с 41-58.	
4	Методы и технические средства контроля помех и определения помехоустойчивости	18	7	4	6						8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы: [1] с 44-49, [3] с 59-75.	
5	Обеспечение электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств релейной защиты	14	7	4	2						8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы: [1] с. 49-59, [2] с 173-239, [3] с 105-158, [4] с 281-320.	
	Зачет с оценкой	36	7							0,3		35,7	Зачет с оценкой проводится согласно программе проведения зачета	
	Итого:	108		16	16					0,3	40	35,7		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2 Краткое содержание разделов

#### 7семестр

##### 1. Общие вопросы электромагнитной совместимоститехнических средств

Электромагнитное поле в проблеме электромагнитной совместимости. Последствия влияний электромагнитных полей. Характеристики помех.

##### 2. Источники электромагнитных влияний и характеристики помех

Классификация источников электромагнитных влияний. Источники узкополосных помех. Источники техногенных широкополосных помех. Статическое электричество. Коммутационные помехи. Разряд молнии как источник помех. Классы электромагнитной обстановки.

##### 3. Механизмы распространения помех

Гальваническая связь между электрическими цепям. Емкостная связь. Индуктивная связь.

##### 4. Методы и технические средства контроля помехи определения помехоустойчивости

Методы испытаний источников помех. Контроль электромагнитных помех.

##### 5. Обеспечение электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств релейной защиты

Защита от помех с помощью фильтров. Ограничители напряжений. Электромагнитное экранирование. Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии. Стандартизация в области электромагнитной совместимости

### 3.3 Темы практических занятий

#### 7семестр

1. Чувствительность микропроцессорных устройств релейной защиты к электромагнитным воздействиям (2 часа);
2. Грозовые разряды (2 часа);
3. Коммутационные процессы и электромагнитные поля от работающего оборудования (2 часа);
4. Проблемы экранирования контрольных кабелей (2 часа);
5. Искажения сигналов в цепях трансформаторов тока (2 часа);
6. Влияние на микропроцессорных устройств релейной защиты гармоник в измеряемом напряжении и токе (2 часа);
7. Качество напряжения в питающей сети (2 часа);
8. Преднамеренные деструктивные электромагнитные воздействия (2 часа).

### 3.4. Темы лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

### 3.5. РГР

РГР учебным планом не предусмотрены.

### 3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ.

Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом 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>							
– причины и механизмы возникновения электромагнитных помех	ПК-1.1	X	X	X			Тест 1, контрольная работа 1 Отчет по практическим работам 1,2,3,4 Зачет с оценкой
<b>Уметь:</b>							
– производить выбор средств для обеспечения электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств релейной защиты	ПК-1.1			X	X	X	Тест 2, контрольная работа 2 Отчет по практическим работам 5,6,7,8 Зачет с оценкой

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

**7семестр**

– тестирование:

1. Электромагнитные помехи;
2. Средства для обеспечения электромагнитной совместимости;

– контрольные работы

1. Чувствительность микропроцессорных устройств релейной защиты к электромагнитным воздействиям
2. Методы и технические средства контроля помех

Балльно-рейтинговая структура дисциплины приведена в приложении А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

**7семестр**

Зачет с оценкой.

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

В приложение к диплому выносится оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. Закарюкин, В.П. Электромагнитная совместимость и средства защиты : учебное пособие : [16+] / В.П. Закарюкин, М.Л. Дмитриева, А.В. Крюков ; под общ.ред. В.П. Закарюкина. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 248 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598053> (дата обращения: 30.11.2020). – Библиогр.: с. 239-240. – ISBN 978-5-4499-1579-5. – DOI 10.23681/598053. – Текст : электронный.

2. Гуревич, В.И. Уязвимости микропроцессорных реле защиты: проблемы и решения / В.И. Гуревич. – Москва : Инфра-Инженерия, 2014. – 256 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234774> (дата обращения: 30.11.2020). – ISBN 978-5-9729-0077-0. – Текст : электронный.

3. Овсянников, А.Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник : [16+] / А.Г. Овсянников, Р.К. Борисов ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 196 с. : ил., табл. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575557> (дата обращения: 30.11.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3367-6. – Текст : электронный.

4. Микропроцессорные реле защиты: устройство, проблемы, перспективы : практическое пособие. – Москва : Инфра-Инженерия, 2011. – 336 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144648> (дата обращения: 11.12.2020). – ISBN 978-5-9729-0043-5. – Текст : электронный.



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

1. MicrosoftOffice
2. Mathcad 15

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

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекции проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов (телевизор), средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Практические занятия проводятся в компьютерном классе и специально оборудованной лаборатории. Необходимое программное обеспечение: MicrosoftOffice, Mathcad 15.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ УСТРОЙСТВ РЗИА (ПРОФИЛЬ 2)

(название дисциплины)

### 7семестр

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

КМ-1 Тест «Электромагнитные помехи»

КМ-2 Тест «Средства для обеспечения электромагнитной совместимости»

КМ-3 Контрольная работа «Чувствительность микропроцессорных устройств релейной защиты к электромагнитным воздействиям»

КМ-4 Контрольная работа «Методы и технические средства контроля помех»

**Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой**

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	Зачет с оценкой
1	Общие вопросы электромагнитной совместимости технических средств		+				+
2	Источники электромагнитных влияний и характеристики помех		+				+
3	Механизмы распространения помех				+	+	+
4	Методы и технические средства контроля помех и определения помехоустойчивости					+	+
5	Обеспечение электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств релейной защиты			+	+		+
Минимальный балл за КМ			10	10	10	10	20
Максимальный балл за КМ			15	15	15	15	40