

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

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

Р.К. Борисов


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

Н.А. Лебедева

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

А.Г. Темников

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 _{ПК-2} 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 анализировать научно-техническую информацию и предлагать решения в области исследования

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		проблем и обеспечения электромагнитной совместимости в электроэнергетике; - самостоятельно формулировать цели и задачи в области обеспечения электромагнитной совместимости на энергообъектах.

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 высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Основные термины и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики" и подготовка к контрольной работе №1</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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		-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике" и подготовка к тесту №1</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 2 [2], гл. 2</p>
2.1	Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике	7		4	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-	
3	Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах	13		8	-	-	-	-	-	-	-	-	5		-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Методы определения электромагнитной обстановки на энергообъектах" и подготовка к контрольной работе №2</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></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	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], гл. 10
5	Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость	13	8	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], гл. 7 [3], с.59-75
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	72.0	32	-	-	-	-	-	-	0.3	22	17.7	
	Итого за семестр	72.0	32	-	-	-	-	-	-	0.3	39.7		

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	
Знать:							
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»
Уметь:							
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»
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»
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. 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	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
	Д-205, 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-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
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-201,	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