

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


| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.13 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 8 семестр - 42 часа; |
| Практические занятия | 8 семестр - 14 часов; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 8 семестр - 51,7 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 | 8 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2023

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 | Волошин А.А. |
| | Идентификатор | Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73 |


(подпись)

А.А. Волошин

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.А. Волошин

(расшифровка
подписи)

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 _{ПК-1} 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 _{ПК-1} Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения | знать: - методы испытаний оборудования на помехоустойчивость и помехоэмиссию; - экспериментально-расчетные методы определения электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики с цифровыми системами управления. 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><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов на тему "Электромагнитная обстановка на энергообъектах", подготовка к контрольной работе №1 "Источники и цифровые приемники электромагнитных воздействий на энергообъектах, их основные характеристики" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов на тему "Нормативная база обеспечения электромагнит-ной совместимости на объектах электроэнергетики.", подготовка к тесту №1 "Нормативно-технические документы по ЭМС в электроэнергетике" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 101-151 [2], стр. 614-631, 91-141 | |
| 4 | Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость | 19 | 10 | - | 2 | - | - | - | - | - | 7 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> 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" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 249-292 |
| 4.1 | Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость | 19 | 10 | - | 2 | - | - | - | - | - | 7 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов на тему "Помехоподавляющие и защитные компоненты. Экранирование", подготовка к контрольной работе №3 "Методы и средства защиты от электромагнитных помех" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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. Методы и средства защиты от электромагнитных помех;

2. 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;

3. Нормативные документы по ЭМС для цифровых подстанций;

4. Источники и цифровые приемники электромагнитных воздействий на энергообъектах, их основные характеристики;

5. Составление методик испытания цифровых терминалов РЗА на помехоустойчивость.

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 | |
| Знать: | | | | | | | |
| 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» |
| 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» |
| методы испытаний оборудования на помехоустойчивость и помехоэмиссию | ИД-2ПК-1 | | | | + | | Тестирование/Тест № 2 «Методы испытаний технических средств на помехоустойчивость» |
| Уметь: | | | | | | | |
| 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/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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.

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 | 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 |