Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор Департамента по образовательной политике
Дата подписания: 17.09.2025 15:24:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
_____ /К.И. Лушин/

«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электромагнитная совместимость»

Направление подготовки
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль
«Интеллектуальные системы электрооборудования и промышленной электроники»

Квалификация
магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):
Заведующий кафедрой «Электрооборудование и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Электрооборудование и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Руководитель образовательной программы,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Электромагнитная совместимость» 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3 Структура и содержание дисциплины 4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 4
3.2 Тематический план изучения дисциплины 5
3.3 Содержание дисциплины 5
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 6
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 6
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 6
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 6
4.2 Основная литература 6
4.3 Дополнительная литература 7
4.4 Электронные образовательные ресурсы 7
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 7
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 7
5 Материально-техническое обеспечение 8
6 Методические рекомендации 8
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 8
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. 9
7 Фонд оценочных средств 9
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 9
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 9
7.3 Оценочные средства 10

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Электромагнитная совместимость»

Целью изучения данной дисциплины является формирование у магистрантов знаний, навыков и умений в области электромагнитной совместимости в электроэнергетике, выбору средств защит от электромагнитных воздействий, испытанию оборудования на помехоустойчивость, применение знаний в практической деятельности.

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Ознакомление с основными источниками электромагнитных помех на объектах энергетики; классификацией электромагнитных помех.

2. Знакомство со способами защиты от электромагнитных помех.

3. Изучение практических возможностей оценки электромагнитной обстановки на объектах энергетики; знакомство с методами расчета и моделирования электромагнитных полей.

Планируемые результаты обучения, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.

Обучение по дисциплине **«Электромагнитная совместимость»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПК-1.1. Применяет методы расчета ЭМП от действующих объектов энергетики. ИПК-1.2. Использует нормативно-техническую документацию в области ЭМС.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- информационные системы в электроэнергетике;
- полупроводниковые преобразователи с высокими энергетическими показателями;
- системы управления электроприводов.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**36**	**36**
	В том числе:		
2.1	Обучение в системе LMS	18	18
2.2	Подготовка к промежуточной аттестации	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**Зачет**
	Итого:	**72**	**72**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	**Раздел 1. Понятия и проблемы электромагнитной совместимости**	**6**	**2**	**-**			**4**
2.	**Раздел 2. Электромагнитная обстановка**	**66**	**16**	**18**			**32**
2.1	Тема 1. Основные понятия	20	6	6			8
2.2	Тема 2. Улучшение электромагнитной обстановки	18	4	6			8
2.3	Тема 3. Моделирование электромагнитной обстановки	18	4	6			8
2.4.	Тема 4. Учет электромагнитной обстановки	10	2	-			8
	Итого	**72**	**18**	**18**			**36**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Понятия и проблемы электромагнитной совместимости

Введение. Основные понятия. Проблема электромагнитной совместимости в энергетике.

Раздел 2. Электромагнитная обстановка

Тема 1. Основные понятия.

Классификация источников ЭМП. Факторы влияющие на качество электроэнергии. Природа электромагнитных влияний и пути их передачи. Источники электромагнитных помех.

Тема 2. Улучшение электромагнитной обстановки.

Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики. Компоновка распределительных устройств.

Тема 3. Моделирование электромагнитной обстановки.

Моделирование в современных программных комплексах (ANSYS; Matlab; Simulink) электромагнитной обстановки на объектах энергетики.

Тема 4. Учет электромагнитной обстановки.

Вопросы проектирования объектов энергетики с учетом требований электромагнитной совместимости.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1. Измерение напряжённости электрического и магнитного поля промышленной частоты от установок высокого напряжения (6 часов).

Практическое занятие №2. Изучение и оценка электромагнитной обстановки вблизи подстанции и качества электроэнергии. Способы защиты (6 часов).

Практическое занятие №3. Особенности моделирования электромагнитных полей в ANSYS (6 часов).

3.4.2 Лабораторные занятия - нет

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Свод правил «Электротехнические устройства» СП 76.13330.2016. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.

4.2 Основная литература

1. Дзюба, М. А. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Текст] программа, контрол. задания и метод. указания по специальности 140211 "Электроснабжение" М. А. Дзюба; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 13, [1] с. электрон. Версия

2. Коржов, А. В. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Текст] учеб. пособие для самостоят. работы студентов А. В. Коржов; Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 69, [1] с. ил.

4.3 Дополнительная литература

1. Ионкин, П. А. Теоретические основы электротехники Т. 2 Нелинейные цепи и основы теории электромагнитного поля. Для электротехн. спец. вузов: В 2 т. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1976. - 383 с. ил.

2. Нейман, Л. Р. Теоретические основы электротехники Т. 1. Ч. 1. Основные понятия и законы теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей. Ч. 2. Теория линейных электрических цепей. Учебник для электротехн. и электроэнер. спец. вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. - 533 с. ил.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Электромагнитная совместимость в электроэнергетике	https://lms.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=14802

Разработанные ЭОРы включают промежуточный, итоговый и экзаменационный тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/

7. Электротехническая библиотека «Элек.ру» https://www.elec.ru/library/info/
8. Netelectro. Новости электротехники, оборудование. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. https://netelectro.ru/
9. Электроцентр. http://electrocentr.info/

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: В-307 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используется аудитория: В-306 и аудитории в Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны

и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации в шестом семестре: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Электромагнитная совместимость» проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Электромагнитная совместимость», а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«зачет»** и их описание:

Шкала оценивания	**Критерий оценивания**

Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

1. Подготовка к выполнению, проведение расчетов, оформление отчетов и защита всех лабораторных работ.
2. Выполнение промежуточного и итогового тестирования по основным разделам дисциплины в системе LMS.

7.3.2 Промежуточная аттестация (зачёт)

Промежуточная аттестация в форме **зачёта** проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра.

Вопросы к зачёту:

1. Оценка ЭМО на заданном объекте энергетики.
2. Основные способы защиты от ЭМП.
3. Исходные данные для моделирования ЭМП в современных программных комплексах (типа ANSYS).
4. Допустимые уровни электромагнитного влияния на терминалы РЗиА.
5. Виды испытаний оборудования на помехоустойчивость. Аттестация терминалов РЗиА по требованиям ЭМС.
6. Основные источниками электромагнитных помех на объектах энергетики.
7. Классификация электромагнитных помех.
8. Естественные и искусственные источники ЭМП, на объектах энергетики.
9. Методы расчета и моделирования электромагнитных полей.
10. Электрические фильтры.
11. Гальванические развязки.
12. Ограничители перенапряжений.
13. Основы экранирования.
14. Молниезащита объекта энергетики.

15. Выбор вторичных кабелей к терминалам РЗиА.
16. Постоянный и переменный оперативный ток.
17. Тракты передачи помех в терминалы микропроцессорной РЗиА.
18. Проектирование подстанции (ОРУ, ГЩУ) с позиций электромагнитной совместимости.
19. Качество электроэнергии.
20. Основы оценки ЭМС для терминалов РЗиА.
21. Приборы и методы измерения ЭМП на объектах энергетики.
22. Требования к помещению и схемам экспериментов при аттестации устройств РЗиА по требованиям ЭМС.
23. Оптоволоконные развязки.
24. Мероприятия для повышения качества электроэнергии.
25. Статическое электричество.