

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электромагнитная совместимость

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Электрооборудование и электропривод
подвижного состава

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 2017
Подписал: заместитель руководителя Ефимова Ольга
Владимировна
Дата: 12.07.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью изучения дисциплины (модуля) является:

- формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области устройства, принципов работы, методов анализа и обеспечения электромагнитной совместимости систем железнодорожного транспорта.

Задачами изучения дисциплины (модуля) являются:

- изучение принципов генерации, распространения и воздействия электромагнитных помех в системах подвижного состава и инфраструктуры;
- освоение методов подавления помех (экранирование, фильтрация, заземление) и анализа их эффективности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-1 - Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области проектирования ПСЖД.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- основные виды электромагнитных помех и механизмы их распространения;
- требования стандартов ЭМС для ж/д транспорта;
- методы подавления помех: экранирование, фильтрация, заземление.

Уметь:

- анализировать источники помех в системах подвижного состава;
- рассчитывать защитные решения;
- интерпретировать результаты испытаний на ЭМС

Владеть:

- методиками проведения измерений помех и оформления отчетной документации;
- алгоритмами разработки ЭМС-мер для критичных систем.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	16	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 24 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Введение в ЭМС Рассматриваемые вопросы: основные понятия; цели и задачи ЭМС; история развития; ключевые стандарты; актуальность для ж/д транспорта.
2	Источники электромагнитных помех Рассматриваемые вопросы: классификация помех (кондуктивные, излучаемые); природные и техногенные источники; специфика ж/д источников (контактная сеть, тяговые двигатели, силовая электроника).

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
3	Механизмы распространения помех Рассматриваемые вопросы: кондуктивная передача по цепям; электромагнитное излучение; емкостная и индуктивная связь; особенности распространения в ж/д инфраструктуре.
4	Влияние помех на системы подвижного состава Рассматриваемые вопросы: сбои в системах управления; искажения сигналов связи; ложные срабатывания защиты; воздействие на пассажирское оборудование; риски для безопасности движения.
5	Принципы обеспечения ЭМС Рассматриваемые вопросы: экранирование; фильтрация; заземление; гальваническая развязка; проектирование печатных плат; требования к компоновке оборудования.
6	Нормативная база ЭМС Рассматриваемые вопросы: международные стандарты; российские нормы; сертификация оборудования; процедуры испытаний.
7	Методы измерений в ЭМС Рассматриваемые вопросы: оборудование для испытаний (генераторы, анализаторы спектра, антенны); измерение кондуктивных и излучаемых помех; тестирование иммунитета.
8	ЭМС тягового электрооборудования Рассматриваемые вопросы: помехи от преобразователей частоты; гармоники в контактной сети; методы подавления помех в ТЭД; ЭМС систем рекуперации.
9	ЭМС систем связи и сигнализации Рассматриваемые вопросы: помехоустойчивость GSM-R, СЦБ; защита кабельных линий; экранирование устройств АЛСН; влияние ЛЭП на ж/д автоматику.
10	Экранирование в ЭМС Рассматриваемые вопросы: материалы и конструкции экранов; эффективность экранирования; экраны кабелей и корпусов; расчет параметров экранов.
11	Фильтрация помех Рассматриваемые вопросы: типы фильтров (ФВЧ, ФНЧ, режекторные); проектирование LC-фильтров; монтаж фильтров; подавление синфазных помех.
12	Заземление в системах ЭМС Рассматриваемые вопросы: схемы заземления (звезда, шина); защитное и функциональное заземление; проблемы контуров заземления; требования к заземлению на подвижном составе.
13	ЭМС цифровых систем управления Рассматриваемые вопросы: помехоустойчивость микропроцессоров; защита интерфейсов (CAN, Ethernet); ЭМС датчиков; проектирование плат для критичных систем.
14	ЭМС и высокоскоростной транспорт Рассматриваемые вопросы: специфика ЭМС для ВСМ; взаимодействие с ЛЭП; защита от электромагнитных импульсов; требования к инфраструктуре.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Анализ источников помех в ж/д системах В результате выполнения практического задания студенты научатся идентифицировать источники кондуктивных и излучаемых помех (тяговые преобразователи, контактная сеть), строить их частотные спектры и оценивать уровень воздействия на оборудование.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
2	Расчет параметров экранирования В результате выполнения практического задания студенты освою методики расчета эффективности экранов для кабельных линий и корпусов оборудования, подбирать материалы (медь, алюминий, ферриты) и анализировать их применение в условиях ж/д транспорта.
3	Проектирование LC-фильтров В результате выполнения практического задания студенты смогут проектировать фильтры для подавления синфазных и дифференциальных помех, рассчитывать параметры (индуктивность, емкость) и моделировать их работу в силовых цепях локомотивов.
4	Заземление критичных систем В результате выполнения практического задания студенты научатся разрабатывать схемы заземления (звезда, шина) для цифровых систем управления, устранять контуры заземления и минимизировать импеданс соединений.
5	Анализ помехоустойчивости CAN-интерфейсов В результате выполнения практического задания студенты освою методы тестирования помехозащищенности шин CAN, выявлять уязвимости в протоколах передачи данных и применять защитные меры (дрессели, TVS-диоды).
6	Обработка результатов измерений ЭМС В результате выполнения практического задания студенты научатся интерпретировать данные спектральных анализаторов (кондуктивные/излучаемые помехи), сравнивать их с нормами и оформлять протоколы испытаний.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Текущая подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к промежуточной аттестации.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Капралов, М. Е. Электромагнитная совместимость : учебно-методическое пособие / М. Е. Капралов, В. Ф. Янушкевич. — Новополюцк : ПГУ им. Евфросинии Полоцкой, 2020. — 273 с. — ISBN 978-985-531-684-9.	URL: https://e.lanbook.com/book/176974 (дата обращения: 12.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст: электронный.
2	Тимиргазин, Р. Ф. Электромагнитная совместимость : учебное пособие / Р. Ф. Тимиргазин. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 48 с. — ISBN 978-5-9795-1649-3.	URL: https://e.lanbook.com/book/165037 (дата обращения: 12.07.2025). - Текст: электронный.
3	Федосов, Д. С. Электромагнитная совместимость в электроэнергетических системах : учебное	URL: https://e.lanbook.com/book/325484

	пособие / Д. С. Федосов. — Иркутск : ИРНИТУ, 2021. — 162 с.	(дата обращения: 12.07.2025). - Текст: электронный.
4	Дмитриева, М. Л. Электромагнитная совместимость и средства защиты : учебно-методическое пособие / М. Л. Дмитриева, В. П. Закарюкин, А. В. Крюков. — Иркутск : ИрГУПС, 2020. — 96 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/157884 (дата обращения: 12.07.2025). - Текст: электронный.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Общие информационные, справочные и поисковые «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>)

«Гарант» (<http://www.garant.ru/>)

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)

Электронно-библиотечная система издательства (<http://e.lanbook.com/>)

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Office (Word, Excel);

Elektronics Workbench.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

К.С. Субханвердиев

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

П.А. Григорьев

Заместитель руководителя

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин