МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электромагнитная совместимость устройств электроснабжения

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич
Дата: 02.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) “Электромагнитная совместимость устройств электроснабжения” является:

- освоение студентами методов расчёта и способов обеспечения электромагнитной совместимости электрических железных дорог с смежными линиями связи, рельсовыми цепями автоблокировки, устройствами железнодорожной автоматики, низковольтными линиями электропередачи, трубопроводами, металлическими сооружениями и питающими высоковольтными электросетями.

Задачами освоения дисциплины (модуля) “Электромагнитная совместимость устройств электроснабжения” является:

- изучение методов математического моделирования источников помех (выпрямительно-инверторных агрегатов тяговых подстанций, электроподвижного состава и др.), законов передачи электромагнитной энергии электрических железных дорог в смежные системы, способов борьбы с атмосферными и коммутационными перенапряжениями;

- обеспечение надёжной и эффективной работы тяговой системы электрифи-цированного транспорта, автоматизированного электропривода и устройств электропитания других потребителей;

- приобрести способности осуществлять регулирование процессов передачи электроэнергии потребителям с соблюдением критериев надежности электроснабжения, параметров качества электроэнергии и её эффективного использования и экономного расходования.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-1 - Способен организовывать и выполнять работы по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы электроснабжения на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

ПК-2 - Способен осуществлять организационно-техническое, административно-правовое и финансово-экономическое регулирование процессов передачи электроэнергии потребителям с соблюдением критериев надежности электроснабжения, параметров качества электроэнергии и её эффективного использования и экономного расходования.

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

Знать:

- принципы обеспечения ЭМС технических средств, методы испытания оборудования на помехоустойчивость;
- технические, схемные и организационные мероприятия для обеспечения ЭМС;

Уметь:

- оценивать электромагнитную обстановку при работе технических средств;
- принимать конструкторские и технические решения для ограничения ЭМП;

Владеть:

- навыками оценки качества фильтров путем измерений;
- навыками выбора мероприятия по защите смежных линий от влияния

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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 №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	56	56
В том числе:		
Занятия лекционного типа	28	28
Занятия семинарского типа	28	28

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 52 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	Электромагнитная совместимость преобразовательных агрегатов тяговых подстанций с питающими электросистемами. Рассматриваемые вопросы: - общие сведения об электромагнитной совместимости; - электромагнитная совместимость преобразовательных агрегатов тяговых подстанций с питающими электросистемами; - атмосферные и коммутационные перенапряжения; - потребление реактивной энергии, коэффициент мощности; - несинусоидальность питающего напряжения, критерии несинусоидальности; - несимметрия питающего напряжения тяговых подстанций переменного тока; - способы их улучшения электромагнитной совместимости преобразовательных агрегатов тяговых подстанций с питающими электросистемами
2	Электромагнитная совместимость высоковольтных линий с протяженными смежными линиями и коммуникациями. Рассматриваемые вопросы: - электромагнитная совместимость высоковольтных линий с протяженными смежными линиями и коммуникациями, схемы сближения, классификация электромагнитных влияний; - опасные электрические влияния тяговой сети и линий электропередачи на смежные линии; - опасные магнитные влияния тяговой сети и линий электропередачи на смежные линии, определение влияющих токов.
3	Электромагнитноая и гальваническая совместимость электрических железных дорог со смежными линиями связи и устройствами железнодорожной автоматики. Рассматриваемые вопросы: - влияющие и смежные линии как линии с распределенными параметрами, составление и решение дифференциальных уравнений для линии с распределенными параметрами; - формулы для определения комплексов напряжения и тока в любой точке линии через комплексы напряжения и тока в начале или в линии; - падающие и отраженные волны в линии, согласованная нагрузка, входное сопротивление; - методика расчета мешающих влияний тяговой сети на линии связи; - краткая методика расчета электромагнитного влияния тяговой сети (линии с сосредоточенными параметрами) на смежные линии (линии с распределенными параметрами); - электрические влияния тяговой сети на изолированную от земли смежную линию и магнитные влияния на заземлённую в конце смежную линию; - гальваническое влияние тяговой сети на протяженные металлические сооружения, результирующее электромагнитное и гальваническое влияние;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- методика расчета влияния тягового тока на работу рельсовых цепей и устройства железнодорожной автоматики.
4	Гармонический анализ влияющих токов и напряжений Рассматриваемые вопросы: - прогнозирование гармоник, гармонический анализ с помощью рядов Фурье, графо-аналитический метод; - гармонический анализ выпрямленного напряжения и сетевого тока выпрямительных агрегатов тяговых подстанций; - гармонический анализ тягового тока электрических ж.д. переменного тока; - гармонический анализ тягового тока тиристорно-импульсных преобразователей с частотной и широтной модуляцией; - современные средства и методы измерения гармонического состава токов и напряжений.
5	Защиты, обеспечивающие электромагнитную совместимость Рассматриваемые вопросы: - защиты смежных линий от электромагнитного влияния тяговой сети и линий электропередачи; - обеспечение электромагнитной совместимости с помощью многопульсовых (12- и 24-пульсовых) выпрямительно-инверторных агрегатов тяговых подстанций; - сглаживающие фильтры тяговых подстанций, ыбор их оптимальных схем и параметров; - коэффициенты экранирующего действия рельсов и металлических оболочек кабеля; - фильтр-компенсирующие устройства тяговых подстанций постоянного тока; - защиты подземных сооружений от влияния блуждающих токов в земле.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Расчёт опасных влияний тяговой сети и линий продольного электроснабжения на смежные линии Рассматриваемые вопросы: – методика расчёт опасных электрических влияний тяговой сети и линий продольного электроснабжения на линии связи; – методика расчёт опасных магнитных влияний тяговой сети и линий продольного электроснабжения на линии связи; – методика расчёт опасных гальванических влияний тяговой сети и линий продольного электроснабжения на линии связи; - опасные результирующие влияния на воздушные и кабельные линии и сравнение их с допустимыми значениями.
2	Методика расчёта мешающих влияний тяговой сети на линии связи. Рассматриваемые вопросы: - расчёт токораспределения гармонических тягового тока в контактной сети и рельсовых цепях; - определение уровня помех на входе устройств железнодорожной автоматики; - допустимые значения уровня помех на входе устройств железнодорожной автоматики.
3	Векторные диаграммы наведенных напряжений в трёхфазной низковольтной линии. Рассматриваемые вопросы: - векторные диаграммы наведенных напряжений в трёхфазной низковольтной линии при электромагнитном влиянии на них тяговой сети;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- векторные диаграммы наведенных напряжений в трёхфазной низковольтной линии при электромагнитном влиянии на них линий продольного электроснабжения
4	Расчёт гармонических составляющих выпрямленного напряжения выпрямительно-инверторных агрегатов тяговых подстанций Рассматриваемые вопросы: - расчёт гармонических составляющих выпрямленного напряжения 6-ти пульсовых выпрямительно-инверторных агрегатов; - расчёт гармонических составляющих выпрямленного напряжения 12-ти пульсовых выпрямительно-инверторных агрегатов; - расчёт гармонических составляющих выпрямленного напряжения 24-х пульсовых выпрямительно-инверторных агрегатов; - коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения 6-ти, 12-ти и 24-х пульсовых; выпрямительно-инверторных агрегатов; - коэффициент полной волнистости выпрямленного напряжения. 6-ти, 12-ти и 24-х пульсовых; выпрямительно-инверторных агрегатов.
5	Расчёт гармонических составляющих. сетевого тока выпрямительно-инверторных агрегатов тяговых подстанций Рассматриваемые вопросы: - расчёт гармонических составляющих сетевого тока. 6-ти пульсовых выпрямительно-инверторных агрегатов; - расчёт гармонических составляющих. сетевого тока. 12-ти пульсовых выпрямительно-инверторных агрегатов; - расчёт гармонических составляющих. сетевого тока 24-х пульсовых выпрямительно-инверторных агрегатов; - коэффициент искажения сетевых токов, 6-ти, 12-ти и 24-х пульсовых выпрямительно-инверторных агрегатов.
6	Аналитическое описание кривой тока в тяговой сети переменного тока Рассматриваемые вопросы: - аналитическое описание кривой тока, потребляемого выпрямительным электроподвижным составом; - гармонический анализ тока в тяговой сети при допущении, что индуктивное сопротивление в цепи двигателей близко к бесконечности и мгновенной коммутации; - гармонический анализ при допущении, что ток в цепи двигателей идеально сглажен и естественной коммутации.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к практическим занятиям
2	работа с лекционным материалом и литературой
3	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Расчёт электромагнитного влияния тяговой сети переменного тока 27,5 кВ на смежные кабельные линии СЦБ и связи на перегоне

2. Расчёт параметров устройств защиты от перенапряжений на тяговой подстанции переменного тока и проверка электромагнитной совместимости оборудования РЗА

3. Расчёт влияния высших гармоник от преобразователей тяговых подстанций постоянного тока на качество напряжения в питающей сети 10 кВ и выбор параметров фильтрокомпенсирующих устройств

4. Расчёт электромагнитной обстановки в зоне тяговой сети 3 кВ постоянного тока: оценка пульсаций напряжения и их влияния на нетяговые потребители

5. Расчёт токов короткого замыкания в тяговой сети и оценка электромагнитного воздействия на рельсовые цепи и устройства АЛС

6. Расчёт системы заземления тяговой подстанции и оценка электромагнитной обстановки при стекании токов короткого замыкания

7. Расчёт влияния рекуперативного торможения электроподвижного состава на уровень электромагнитных помех в тяговой сети и работу устройств РЗА

8. Расчёт электромагнитного влияния контактной сети на параллельно проложенные линии электропередачи нетягового назначения и обоснование мер защиты

9. Расчёт помех от коммутационных аппаратов тяговой подстанции и оценка электромагнитной совместимости с микропроцессорными системами управления

10. Расчёт показателей качества электроэнергии в тяговой сети и оценка их влияния на электромагнитную совместимость с оборудованием нетяговых потребителей железнодорожного транспорта

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Овсянников, А. Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник / А. Г. Овсянников, Р. К. Борисов. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 196 с. — ISBN 978-5-7782-3367-6.	https://e.lanbook.com/book/118157 (дата обращения: 21.02.2024).
2	Костроминов, А. М. Электромагнитная совместимость и средства защиты: практикум : учебное пособие / А. М. Костроминов, А. А.	https://e.lanbook.com/book/279068 (дата обращения: 31.01.2024).

	Костроминов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. — 44 с. — ISBN 978-5-7641-1781-2.	
3	Электромагнитная совместимость и молниезащита в современной электроэнергетике : учебное пособие / А. Ф. Дьяков, Б. К. Максимов, Р. К. Борисов [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : НИУ МЭИ, 2018. — 688 с. — ISBN 978-5-7046-1994-9.	https://e.lanbook.com/book/307232 (дата обращения: 21.02.2024).
4	Макашева, С. И. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: расчет электромагнитных влияний и обеспечение условий электробезопасности : учебное пособие / С. И. Макашева, С. В. Клименко. — Хабаровск : ДВГУПС, 2021. — 99 с.	https://e.lanbook.com/book/259427 (дата обращения: 21.02.2024).
5	Федосов, Д. С. Электромагнитная совместимость в электроэнергетических системах : учебное пособие / Д. С. Федосов. — Иркутск : ИРНИТУ, 2021. — 162 с.	https://e.lanbook.com/book/325484 (дата обращения: 21.02.2024).

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

http://scbist.com - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы.

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)

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

Российская Государственная Библиотека http://www.rsl.ru

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

Microsoft Office

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

Маркерная доска или проектор, компьютерное оборудование

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 8 семестре.
Экзамен в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

профессор, доцент, д.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»
Института железнодорожного
транспорта Д.В. Ермоленко

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова