

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электромагнитная совместимость в электроэнергетике

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

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: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) “Электромагнитная совместимость на электрических железных дорогах” 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 на электрических железных дорогах” 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 электрифицированного транспорта, автоматизированного электропривода и устройств электропитания других потребителей;

- приобрести способности осуществлять регулирование процессов передачи электроэнергии потребителям с соблюдением критериев надёжности 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, используя знания об особенностях функционирования систем электроснабжения, осуществлять организационно-техническое сопровождение проектирования, эксплуатации, строительства и реконструкции объектов профессиональной деятельности.

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 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):	32	32
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
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 40 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	<p>Электромагнитная совместимость преобразовательных агрегатов тяговых подстанций с питающими электросистемами.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Электромагнитная совместимость высоковольтных линий с протяженными смежными линиями и коммуникациями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Электромагнитная и гальваническая совместимость электрических железных дорог со смежными линиями связи и устройствами железнодорожной автоматики.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; - методика расчета влияния тягового тока на работу рельсовых цепей и устройства железнодорожной автоматики.
4	<p>Гармонический анализ влияющих токов и напряжений</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прогнозирование гармоник, гармонический анализ с помощью рядов Фурье, графо-аналитический

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	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, выбор 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; - 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-

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	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	Подготовка к промежуточной аттестации.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Примерный перечень вариантов курсового проекта приведен в Приложении 1 к рабочей программе.

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. Костроминов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. — 44 с. — ISBN 978-5-7641-1781-2.	https://e.lanbook.com/book/279068 (дата обращения: 31.01.2024).
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:

Зачет в 3 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
Председатель учебно-методической
комиссии

М.В. Шевлюгин

Н.А. Андриянова