

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электроснабжение железных дорог»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.В.24 «Электромагнитная совместимость и средства защиты в
системах тягового электроснабжения»**

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2024

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «*Электроснабжение железных дорог*»
Протокол № 4 от 18.12.2024

Заведующий кафедрой
«*Электроснабжение железных дорог*»
18.12.2024

А.В. Агунов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
18.12.2024

А.В. Агунов

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины Б1.В.24 «Электромагнитная совместимость и средства защиты в системах тягового электроснабжения» (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27.03.2018, приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 217, с учетом профессиональных стандартов 17.044 Профессиональный стандарт «Начальник участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения (сигнализации, централизации и блокировки) железнодорожного транспорта)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.03.2022 № 193н, 17.100 Профессиональный стандарт «Специалист по технической поддержке процесса эксплуатации устройств электрификации и электроснабжения железнодорожного транспорта», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.06.2020 № 334н (зарегистрирован Министерством Юстиции Российской Федерации 20.06.2020, регистрационный номер № 59018

Целью изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость и средства защиты» является приобретение студентами знаний, умений и навыков, позволяющих им сформировать компетентность в области оценки воздействия электромагнитного поля электрических железных дорог на смежные устройства и способах обеспечения электромагнитной совместимости электрических железных дорог со смежными устройствами.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

- выработка навыков и освоение средств самостоятельного обновления знаний в области воздействия электромагнитного поля электрических железных дорог на смежные устройства;
 - освоение законов передачи электромагнитной энергии электрических железных дорог в смежные системы;
 - освоение методов расчета опасного и мешающего воздействия электрических железных дорог на смежные устройства;
 - получение представления о способах обеспечения электромагнитной совместимости электрических железных дорог со смежными устройствами
- получение практических навыков расчетов опасного и мешающего влияния электрических железных дорог на смежные устройства.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине является формирование у обучающихся компетенций (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенции) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1 Организация выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, восстановлению, усилению, реконструкции и монтажу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1.1.4 Знает правила и требования безопасности при эксплуатации оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта, нормативные документы по охране труда, правила пожарной безопасности, санитарные нормы и правила, правила применения средств индивидуальной защиты, применяемые в организациях железнодорожного транспорта	Обучающийся знает: <ul style="list-style-type: none"> – физическую природу опасных и мешающих электромагнитных влияний в системах тягового электроснабжения; – нормы допустимых опасных и мешающих влияний на смежные устройства; – правила техники безопасности при работах в зонах действия сильных электрических и магнитных полей.
ПК-1.2.4 Умеет оценивать работу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся умеет: <ul style="list-style-type: none"> – производить расчет уровней опасного и мешающего влияния тяговой сети на смежные линии; – оценивать работу оборудования систем электроснабжения с точки зрения критериев электромагнитной совместимости.
ПК-1.3.5 Имеет навыки разработке мероприятий по обеспечению бесперебойного электроснабжения потребителей, совершенствованию технологии обслуживания и предупреждению неисправностей и отказов оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта и контроля их выполнения	Обучающийся владеет: <ul style="list-style-type: none"> – навыком разработки мероприятий по защите смежных устройств от электромагнитных влияний; – навыком подбора и расчета типовых средств защиты (заземлений, экранов, фильтров).
ПК-2 Контроль производственной и хозяйственной деятельности участков производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	
ПК-2.1.3 Знает технологии производства работ на контактной сети в местах повышенной опасности, местах повышенного внимания	Обучающийся знает: <ul style="list-style-type: none"> – особенности распространения тяговых токов в земле и физическую природу возникновения шагового напряжения; – классификацию мест повышенной опасности с точки зрения электромагнитной обстановки.
ПК-2.3.2 Имеет навыки контроля выполнения мероприятий, гарантирующих безопасность движения поездов и безопасные условия труда при эксплуатации оборудования, устройств, и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся владеет: <ul style="list-style-type: none"> – навыком контроля соответствия уровней влияния и состояния защитных устройств установленным нормам.
ПК-3 Анализ результатов производственной деятельности участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3.3.2 Имеет навыки анализа причин производственного травматизма и нарушения нормальной работы оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся владеет: – навыком анализа причин нарушений работы оборудования для выявления их возможной электромагнитной природы.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– лабораторные работы (ЛР)	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– лабораторные работы (ЛР)	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	124
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	104/4

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР).*

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
-------	---------------------------------	--------------------	-----------------------------------

1	Общие вопросы электромагнитной совместимости	<p>Лекции</p> <p>1.1. Общие сведения об электрических и магнитных полях. Электромагнитное поле электрических железных дорог</p> <p>1.2. Виды воздействия тяговой сети на смежные линии и устройства. Понятие о смежных устройствах. Основные виды электромагнитного воздействия.</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Самостоятельное изучение источников теоретического материала по темам лекций</p>	ПК-1.1.4 ПК-3.3.2
2	Основы теории электромагнитного воздействия.	<p>Лекции</p> <p>2.1. Основы теории электромагнитного воздействия электрических железных дорог на смежные устройства.</p> <p>2.2. Общие уравнения электромагнитного воздействия. Основные уравнения</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Проработка лекционных материалов</p>	ПК-1.2.4
3	Воздействие тяговой сети на смежные устройства	<p>Лекции</p> <p>3.1. Воздействие электрического поля на смежные устройства. Уравнения распределения напряжения и тока по длине смежной линии. Расчет значений напряжений и тока.</p> <p>3.2. Воздействие магнитного поля на смежные устройства. Уравнение распределения напряжения и тока по длине смежной линии. Расчет значений напряжений. Экранирование смежных линий.</p> <p>3.3. Влияющий ток при магнитном воздействии</p> <p>3.4. Гальваническое влияние тяговой сети</p> <p>3.5. Результирующее влияние тяговой сети на смежные устройства. Нормы опасных и мешающих влияний</p> <p>3.6. Влияние тяговой сети на линии низкого напряжения</p> <p>3.7. Мешающее воздействие электрических железных дорог</p> <p>3.8. Влияние тягового тока на работу рельсовых цепей и устройства железнодорожной автоматики</p> <p>Лабораторные работы</p> <p>ЛР № 1 – Воздействие электрического поля тяговой сети на смежные устройства;</p> <p>ЛР № 2 – Воздействие магнитного поля тяговой сети на смежные устройства;</p> <p>ЛР № 3 – Гальваническое влияние тяговой сети на смежные устройства;</p>	ПК-1.2.4 ПК-1.3.5 ПК-2.1.3 ПК-2.3.2 ПК-3.3.2

		<p>ЛР № 4 – Мешающее воздействие тяговой сети на смежные устройства</p> <p>Курсовая работа Расчет опасного воздействия электрической железной дороги переменного тока на линию проводной связи</p> <p>Самостоятельная работа Самостоятельная проработка конспекта лекций и источников теоретического материала Написание курсовой работы</p>	
4	Защита смежных устройств от влияния электрифицированных железных дорог	<p>Лекции 4.1. Активные способы защиты от мешающего влияния 4.2. Пассивные способы защиты от мешающего влияния 4.3. Расчет основных параметров защитных устройств</p> <p>Лабораторные работы ЛР № 5 – Защита смежных устройств от воздействия электромагнитного поля тяговой сети.</p> <p>Самостоятельная работа Изучение нормативной документации, содержащей требования к устройствам защиты</p>	ПК-1.3.5
5	Техника безопасности при обслуживании смежных устройств в условиях наводимых напряжений	<p>Лекции 5.1. Техника безопасности при работе на устройствах, подверженных электромагнитному воздействию тяговой сети.</p> <p>Самостоятельная работа Изучение нормативной документации, содержащей требования техники безопасности</p>	ПК1.1.4 ПК-2.1.3

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Общие вопросы электромагнитной совместимости	<p>Лекции 1.1. Общие сведения об электрических и магнитных полях. Электромагнитное поле электрических железных дорог 1.2. Виды воздействия тяговой сети на смежные линии и устройства. Понятие о смежных устройствах. Основные виды электромагнитного воздействия.</p> <p>Самостоятельная работа Самостоятельное изучение источников</p>	ПК-1.1.4 ПК-3.3.2

		теоретического материала по темам лекций	
2	Основы теории электромагнитного воздействия.	<p>Лекции</p> <p>2.1. Основы теории электромагнитного воздействия электрических железных дорог на смежные устройства.</p> <p>2.2. Общие уравнения электромагнитного воздействия. Основные уравнения</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Проработка лекционных материалов</p>	ПК-1.2.4
3	Воздействие тяговой сети на смежные устройства	<p>Лекции</p> <p>3.1. Воздействие электрического поля на смежные устройства. Уравнения распределения напряжения и тока по длине смежной линии. Расчет значений напряжений и тока.</p> <p>3.2. Воздействие магнитного поля на смежные устройства. Уравнение распределения напряжения и тока по длине смежной линии. Расчет значений напряжений. Экранирование смежных линий.</p> <p>3.3. Влияющий ток при магнитном воздействии</p> <p>3.4. Гальваническое влияние тяговой сети</p> <p>3.5. Результирующее влияние тяговой сети на смежные устройства. Нормы опасных и мешающих влияний</p> <p>3.6. Влияние тяговой сети на линии низкого напряжения</p> <p>3.7. Мешающее воздействие электрических железных дорог</p> <p>3.8. Влияние тягового тока на работу рельсовых цепей и устройства железнодорожной автоматики</p> <p>Лабораторные работы</p> <p>ЛР № 1 – Воздействие электрического поля тяговой сети на смежные устройства;</p> <p>ЛР № 2 – Воздействие магнитного поля тяговой сети на смежные устройства;</p> <p>Курсовая работа</p> <p>Расчет опасного воздействия электрической железной дороги переменного тока на линию проводной связи</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Самостоятельная проработка конспекта лекций и источников теоретического материала</p> <p>Написание курсовой работы</p>	<p>ПК-1.2.4</p> <p>ПК-1.3.5</p> <p>ПК-2.1.3</p> <p>ПК-2.3.2</p> <p>ПК-3.3.2</p>

4	Защита смежных устройств от влияния электрифицированных железных дорог	<p>Лекции</p> <p>4.1. Активные способы защиты от мешающего влияния</p> <p>4.2. Пассивные способы защиты от мешающего влияния</p> <p>4.3. Расчет основных параметров защитных устройств</p> <p>Лабораторные работы</p> <p>ЛР № 5 – Защита смежных устройств от воздействия электромагнитного поля тяговой сети.</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Изучение нормативной документации, содержащей требования к устройствам защиты</p>	ПК-1.3.5
5	Техника безопасности при обслуживании смежных устройств в условиях наводимых напряжений	<p>Лекции</p> <p>5.1. Техника безопасности при работе на устройствах, подверженных электромагнитному воздействию тяговой сети.</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Изучение нормативной документации, содержащей требования техники безопасности</p>	ПК1.1.4 ПК-2.1.3

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Общие вопросы электромагнитной совместимости	4			6	10
2	Основы теории электромагнитного воздействия.	4			6	10
3	Воздействие тяговой сети на смежные устройства	16		24	42	82
4	Защита смежных устройств от влияния электрифицированных железных дорог	6		8	6	20
5	Техника безопасности при обслуживании смежных устройств в условиях наводимых напряжений	2			6	8
	Итого	32		32	76	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Общие вопросы	1			22	23

	электромагнитной совместимости					
2	Основы теории электромагнитного воздействия.	1			18	19
3	Воздействие тяговой сети на смежные устройства	4		6	44	54
4	Защита смежных устройств от влияния электрифицированных железных дорог	1		2	20	23
5	Техника безопасности при обслуживании смежных устройств в условиях наводимых напряжений	1			20	21
	Итого	8		8	124	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используются лаборатории кафедры «Электроснабжение железных дорог», оборудованные следующими приборами/специальной техникой/установками используемыми в учебном процессе¹:

- коммутационное оборудование;
- макет СТЭ переменного тока.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

При изучении дисциплины информационные справочные системы не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

– Бадер, М.П. Электромагнитная совместимость. [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2002. — 638 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58894> — Загл. с экрана.

– Жижеленко И.В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях. (Электронный ресурс): Учебное пособие/И.В. Жижеленко , М.А. Короткевич.– Электрон.дан. –Минск: «Вышэйшая школа», 2012.-197с.–Режим доступа :<http://e.lanbook.com/book/65619>.

– Шаманов В.И. Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики.– М.: УМЦ ЖДТ, 2013. –244 с.

– ГОСТ 32895-2014 Электрификация и электроснабжение железных дорог. Термины и определения. [Электронный ресурс] – Введ. 2015-01-01. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200113587>, свободный

– СП 224.1326000.2014 Тяговое электроснабжение железной дороги. [Электронный ресурс] – Введ. 2014-12-01. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200120202>, свободный

– ГОСТ 29205-91 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от электротранспорта. Нормы и методы испытаний. [Электронный ресурс] – Введ. 1993-01-01. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200029375>, свободный

– ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. [Электронный ресурс] – Введ. 2014-07-01. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200104301>, свободный

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

– Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс].

- URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы, доцент
09.12.2024

О.А. Степанская