

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

Кафедра «*Электротехника и теплоэнергетика*»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

*Б1.В.1 «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА»*

для направления подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по магистерской программе

«Электрический транспорт железных дорог и метрополитенов»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2023

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Электромагнитная совместимость электрооборудования электрического подвижного состава» (Б1.В.1) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (далее – ФГОС ВО), утвержденным «28» февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 147, с учетом требований работодателя.

Целью изучения дисциплины является подготовка обучающихся к профессиональной деятельности, связанной с обеспечением надежности и безотказности функционирования электротехнического оборудования при наличии электромагнитных влияний.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- формирование уровня теоретических знаний в области воздействия электромагнитных полей электрооборудования на смежные устройства;
- приобретение практических навыков расчета опасного и мешающего влияния электрооборудования на смежные устройства;
- освоение базовых принципов обеспечения электромагнитной совместимости электрооборудования.

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

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

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Разработка и внедрение эффективных методов эксплуатации подвижного состава электрического транспорта	
ПК-1.1.1 Знает конструкцию и характеристики электрооборудования электрического подвижного состава	Обучающийся <i>знает</i> : – общую характеристику проблем электромагнитной совместимости при эксплуатации электрооборудования электрического подвижного состава.
ПК-1.2.1 Умеет определять наиболее эффективные режимы работы отдельных узлов оборудования и электрического подвижного состава в целом	Обучающийся <i>умеет</i> : – разрабатывать модели для исследования проблем электромагнитной совместимости отдельных узлов оборудования; – использовать наиболее эффективные режимы работы экранов для обеспечения электромагнитной совместимости электрооборудования.
ПК-1.3.3 Владеет навыками разработки мероприятий по обеспечению заданного срока службы и расчетных характеристик оборудования	Обучающийся <i>владеет</i> : – навыками построения и анализа расчетных моделей для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования электрического подвижного состава.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

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

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	32
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	
– лабораторные работы (ЛР)	
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	72
Контроль	4
Форма контроля знаний	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	108 / 3

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	16
– лекции (Л)	16
– практические занятия (ПЗ)	
– лабораторные работы (ЛР)	
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	88
Контроль	4
Форма контроля знаний	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	108 / 3

Примечание: «Форма контроля» – зачет (3).

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	Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости при эксплуатации электрооборудования электрического подвижного состава	Практическое занятие 1. <i>Основные термины и понятия электромагнитной совместимости. Источники электромагнитных помех. Количественная оценка уровней помех. Воздействие на биосферу.</i> Практическое занятие 2-3. <i>Механизмы связи: гальваническая, емкостная, индуктивная, связь</i>	ПК-1.1.1

		<i>излучением (электромагнитная). (4 часа)</i>	
2	Принципы разработки моделей для исследования проблем электромагнитной совместимости отдельных узлов оборудования	<p>Практическое занятие 4. <i>Общие сведения об электромагнитном поле. Основные уравнения. Способы постановки задач.</i></p> <p>Практическое занятие 5-6. <i>Моделирование отдельных узлов оборудования для исследования проблем электромагнитной совместимости. (4 часа)</i></p> <p>Самостоятельная работа. <i>Оформление отчета по выполненной практической работе.</i></p>	ПК-1.2.1
3	Использование экранов для обеспечения электромагнитной совместимости электрооборудования	<p>Практическое занятие 7. <i>Исследование режима работы магнитоэлектрического экрана.</i></p> <p>Практическое занятие 8-9. <i>Исследование режима работы многослойного экрана для защиты от магнитного поля промышленной частоты. (4 часа)</i></p> <p>Самостоятельная работа. <i>Оформление отчета по выполненной практической работе.</i></p>	ПК-1.2.1
4	Построение и анализ расчетных моделей для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования электрического подвижного состава	<p>Практическое занятие 10-14. <i>Построение расчетных моделей, анализ электромагнитной совместимости оборудования, рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости. (работа по индивидуальным заданиям). (10 часов)</i></p> <p>Практическое занятие 15-16. <i>Семинар с обсуждением результатов исследований. (4 часа)</i></p> <p>Самостоятельная работа. <i>Оформление отчета по выполненной практической работе. Подготовка презентации и выступления на семинаре.</i></p>	ПК-1.3.3

Для заочной формы обучения:

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Индикаторы
---	----------------------	--------------------	------------

п/п	дисциплины		достижения компетенций
1	Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости при эксплуатации электрооборудования электрического подвижного состава	<p>Практическое занятие 1-2. <i>Основные термины и понятия электромагнитной совместимости. Источники электромагнитных помех. Механизмы связи: гальваническая, емкостная, индуктивная, связь излучением (электромагнитная). (4 часа)</i></p> <p>Самостоятельная работа. <i>Количественная оценка уровней помех. Воздействие на биосферу.</i></p>	ПК-1.1.1
2	Принципы разработки моделей для исследования проблем электромагнитной совместимости отдельных узлов оборудования	<p>Практическое занятие 3. <i>Общие сведения об электромагнитном поле. Основные уравнения. Способы постановки задач.</i></p> <p>Самостоятельная работа. <i>Моделирование отдельных узлов оборудования для исследования проблем электромагнитной совместимости.</i></p>	ПК-1.2.1
3	Использование экранов для обеспечения электромагнитной совместимости электрооборудования	<p>Практическое занятие 4. <i>Исследование режима работы магнитостатического экрана.</i></p> <p>Самостоятельная работа. <i>Оформление отчета по выполненной практической работе. Исследование режима работы многослойного экрана для защиты от магнитного поля промышленной частоты.</i></p>	ПК-1.2.1
4	Построение и анализ расчетных моделей для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования электрического подвижного состава	<p>Практическое занятие 5-7. <i>Построение расчетных моделей, анализ электромагнитной совместимости оборудования, рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости. (работа по индивидуальным заданиям). (6 часов)</i></p> <p>Практическое занятие 8. <i>Семинар с обсуждением результатов исследований.</i></p> <p>Самостоятельная работа. <i>Оформление отчета по выполненной практической работе. Подготовка презентации и выступления на семинаре.</i></p>	ПК-1.3.3

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости при эксплуатации электрооборудования электрического подвижного состава	-	6	-	-	6
2	Принципы разработки моделей для исследования проблем электромагнитной совместимости отдельных узлов оборудования	-	6	-	10	16
3	Использование экранов для обеспечения электромагнитной совместимости электрооборудования	-	6	-	10	16
4	Построение и анализ расчетных моделей для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования электрического подвижного состава	-	14	-	52	66
	Итого	-	32	-	72	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						108

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости при эксплуатации электрооборудования электрического подвижного состава	-	4	-	6	10
2	Принципы разработки моделей для исследования проблем электромагнитной совместимости отдельных узлов оборудования	-	2	-	12	14
3	Использование экранов для обеспечения электромагнитной совместимости электрооборудования	-	2	-	12	14
4	Построение и анализ расчетных моделей для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования электрического подвижного состава	-	8	-	58	66
	Итого	-	16	-	88	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						108

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

Оценочные материалы по дисциплине являются 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 типовые контрольные задания или иные материалы, 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 магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным), маркерной доской или меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным).

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

Помещение для проведения практических занятий (а. 6-110) оснащено компьютерной техникой с установленным лицензионным программным обеспечением.

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:

- операционная система Windows;
- MS Office;
- Антивирус Касперского;
- ELCUT 6.4 (профессиональный).

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

- 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;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.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.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная

библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

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

– Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

– Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле / Г. И. Атабеков, С. Д. Купалян, А. Б. Тимофеев, С. С. Хухриков; под редакцией Г. И. Атабекова.— Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 432 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134338> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

– Кузнецов, В. Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие / В. Н. Кузнецов. — Тольятти : ТГУ, 2014. — 69 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140216> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

– Кочин, Л. Б. Неумышленные помехи и электромагнитная совместимость : учебное пособие / Л. Б. Кочин, В. В. Смирнов, С. Ю. Страхов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 110 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122067> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

– Карпова И.М. Расчет электромагнитных полей в программе ELCUT. Учебное пособие. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2009. – 65 с.

– Акимов, М. Н. Основы электромагнитной безопасности : учебное пособие / М. Н. Акимов, С. М. Аполлонский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 200 с. —Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169217> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

– Бадер, М.П. Электромагнитная совместимость : учебник. – М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2002. – 639 с.

– ГОСТ 33436.1-2015. Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 1. Общие положения.

– ГОСТ 33436.2-2016. Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 2. Электромагнитные помехи от железнодорожных систем в целом во внешнюю окружающую среду. Требования и методы испытаний.

– ГОСТ 33436.3-1-2015. Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 3-1. Железнодорожный подвижной состав. Требования и методы испытаний.

– ГОСТ 33436.3-2-2015. Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 3-2. Железнодорожный подвижной состав. Аппаратура и оборудование. Требования и методы испытаний.

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.

Разработчик рабочей программы, *доцент*

И.М. Карпова

20.04.2023 г.