

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

Кафедра «Автоматика и телемеханика на ж.д.»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.О.31 «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И СРЕДСТВА
ЗАЩИТЫ»**

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Автоматика и телемеханика на ж.д.»
Протокол №3 от «20» января 2022 г.

Заведующий кафедрой
«Автоматика и телемеханика на ж.д.»

«20» января 2022 г.



А.Б. Никитин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«20» января 2022 г.



А.Б. Никитин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Электромагнитная совместимость и средства защиты» (Б1.О.31) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (уровень специалитета) (далее - ФГОС ВО), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г. N 1296, с учетом профессиональных стандартов:

- 17.017 «Работник по обслуживанию и ремонту устройств железнодорожной автоматики и телемеханики», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 октября 2015 г. N 772н;

- 17.032 «Специалист диспетчерского аппарата по обслуживанию сооружений и устройств инфраструктуры железнодорожного транспорта», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 12 декабря 2018 г. N 788н;

- 17.044 «Начальник участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения, сигнализации, централизации и блокировки железнодорожного транспорта», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 января 2017 г. N 65н .

Целью изучения дисциплины является получение обучающимися знаний и умений по вопросам теории электромагнитной совместимости (ЭМС) и современным методам обеспечения ЭМС, для использования полученных в результате изучения дисциплины знаний и умений при разработке, проектировании и эксплуатации устройств автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения на железнодорожном транспорте.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- формирование знаний в области теории, методов и средств электромагнитной совместимости систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения;

- развитие умений в использовании физико-математического аппарата для разработки математических моделей ЭМС объектов автоматики, телемеханики, связи, объектов электроснабжения;

- приобретение студентами навыков применения методов математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений по параметрам средств защиты от помех, актуальных для систем обеспечения движения поездов.

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	
ОПК-1.1.2. Знает основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений.	Обучающийся знает: - актуальность и суть проблемы ЭМС, касающейся систем обеспечения движения поездов; - теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения; - методы вычислительных экспериментов с целью получения данных для выполнения вероятностных расчетов
ОПК-1.2.1. Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении инженерных задач в профессиональной деятельности.	Обучающийся умеет - использовать теорию вероятностей и математическую статистику для синтеза параметрических моделей ЭМС; - применять математические законы и предельные теоремы теории вероятностей к решению задач ЭМС
ОПК-1.2.2. Умеет применять методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	Обучающийся умеет - применять метод Монте-Карло для проведения модельных экспериментов с целью получения вероятностных характеристик элементов систем, необходимых для расчетов ЭМС и обоснования принятия решений по критерию вероятностных нормативов.

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:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64

В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	-
– лабораторные работы (ЛР)	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	144 / 4,0

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	-
– лабораторные работы (ЛР)	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	124
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	144 / 4,0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы ЭМС систем обеспечения движения поездов	Лекция 1. Актуальность и суть проблемы ЭМС в системах обеспечения движения поездов (2 часа)	ОПК-1.1.2
		Лекция 2. Теоретические основы ЭМС: Нормоцентрическая концепция (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1
		Лекция 3. Теоретические основы ЭМС: Математические модели (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2

		Лекция 4. Теоретические основы ЭМС: Внутренние источники, каналы и рецепторы помех в СОДП, методы и средства их подавления (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
		Лабораторная работа 1. Изучение принципа действия и конструктивных особенностей ключевого защитного устройства (КЗУ). (4 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
		Лабораторная работа 2. Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики (4 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
		Лабораторная работа 3. Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Часть 2. Изучение экспериментальными методами исследовать свойства основных теорем теории вероятностей, используемых параметрических моделях ЭМС. (4 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
2	Молния и молниезащита СОДП	Лекция 5. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Основы атмосферного электричества (2 часа)	ОПК-1.1.2
		Лекция 6. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Физика и характеристики молниевых процессов. (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1
		Лекция 7. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Механизм воздействия молниевых процессов на устройства СОДП (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1
		Лекция 8. Применение физико-математического аппарата для разработки математических моделей объектов: Молниеотводы, их эффективность, расчеты. (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1
		Лекция 9. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Средства защиты от мощных импульсных помех (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
		Лекция 10. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Заземления (2 часа)	ОПК-1.1.2
		Лабораторная работа 4. Изучение особенностей молниевых поражений изоляции кабелей без металлопокрова. (4 часа)	ОПК-1.1.2
		Лабораторная работа 5. Изучение	ОПК-1.1.2

		принципа действия, разновидностей и конструктивных особенностей разрядников. (4 часа)	
		Лабораторная работа 6. Изучение принципа действия, разновидностей и конструктивных особенностей варисторов. (4 часа)	ОПК-1.1.2
		Лабораторная работа 7. Изучение разновидностей и конструктивных особенностей модульно-стержневых заземлителей. (4 часа)	ОПК-1.1.2
3	Специальные области и вопросы ЭМС	Лекция 11. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: особенности ЭМС в области радиосвязи (2 часа)	ОПК-1.1.2
		Лекция 12. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: ЭМС рельсовых цепей (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
		Лекция 13. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: ЭМС тягового электроснабжения с устройствами автоматики, телемеханики и связи (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
		Лекция 14. Теоретические основы БиоЭМС (электромагнитная совместимость человека с электроустановками) (2 часа)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
		Лекция 15. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Международное сотрудничество в области ЭМС. (4 часа)	ОПК-1.1.2
		Лабораторная работа 8. Изучение методов и средств измерения сопротивления заземления (4 часа)	ОПК-1.1.2
		Самостоятельная работа. Выполнение курсовой работы (76 часов)	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

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

1	Основы ЭМС систем обеспечения движения поездов	<p>Лекция 1. Основные понятия и определения. Актуальность и ретроспективный обзор проблемы ЭМС, специфика ЭМС в системах обеспечения движения поездов (СОДП). Особая актуальность влияния молниевых процессов на работу СОДП. Нормоцентрическая концепция ЭМС.</p> <p>Проектно-конструкторский норматив, методика его определения.</p> <p>Параметрическая совместимость электромагнитной обстановки и защитных средств на основе статистических моделей. Метод Монте-Карло как инструмент виртуальных экспериментов. (2 часа)</p>	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
		<p>Самостоятельная работа. Изучение материалов лекций, проработка (источники информации см. п. 8.5) вопросов: Экономическая составляющая проблемы ЭМС. Связь ЭМС с надежностью и безопасностью СОДП. Семантика терминов «норма» и «норматив». Вероятностный норматив и методика его получения. Испытательный норматив и методика его получения. Методика определения проектно-конструкторских нормативов с применением статистического моделирования на примере ключевого защитного устройства. Изучение принципа действия и конструктивных особенностей ключевого защитного устройства (КЗУ). (31 час)</p>	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1
		<p>Лабораторная работа №1 – Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. <u>Часть 1.</u> Изучение вероятностного метода обеспечения электромагнитной совместимости элементов и процессов по параметрическому критерию. (4 часа)</p>	ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
2	Молния и молниезащита СОДП	<p>Лекция 2. Состав СОДП и их элементная база. Внутренние и внешние источники помех: внутренняя эмиссия помех; внешние источники. Качество электроэнергии как часть проблемы ЭМС СОДП.</p> <p>Виды гроз. Физика образования электрических зарядов в грозовых облаках.</p> <p>Механизм пробоя воздуха. Процесс развития молнии: лидерная стадия. Главный разряд. Положительная и отрицательная, нисходящая и восходящая молнии. Многокомпонентные молнии.</p> <p>Принцип попадания тока молнии в линейные и аппаратные средства СОДП.</p>	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.2

		<p>Методы определения зон защиты молниеотводов. Расчетные модели и формулы. Молниеприемники и токоотводы. Допустимые расстояния между токоотводом и защищаемым объектом. Примеры.</p> <p>Разрядники: принцип действия, вольт-амперная характеристика, конструктивные решения, достоинства и недостатки. (2 часа)</p>	
		<p>Лабораторная работа 2. Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи (на примере КЗУ) (4 часа)</p>	<p>ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.2</p>
		<p>Самостоятельная работа.</p> <p>Анализ задания на курсовую работу и плана ее написания.</p> <p>Изучение материалов лекций, проработка (источники информации см.п.8.5) вопросов: Коммутация питающих линий высокого и низкого напряжения. Газоразрядные приборы. Электростатические разряды. Кабельные линии. Полевые каналы. Связь через элементы систем.</p> <p>Общий подход к подавлению помех. Разделение питания источников и рецепторов помех. Защита со стороны питания (фильтры и трансформаторы). Защита по входным и выходным цепям (гальваническая развязка, симметрирование, экранирование).</p> <p>Защита устройств экранированием металлического корпуса.</p> <p>Анализ типовой схемы молниезащиты СОДП на примере устройств числовой кодовой автоблокировки (ЧКА). Особенности канализации тока молнии по проводам кабелей без металлопокрова. Причина пробоя изоляции этих кабелей. Принцип нормирования тепловой стойкости молниезащитных приборов для ЧКА.</p> <p>Структура грозовой ячейки облака. Основные характеристики молний. Вероятностные зависимости характеристик.</p> <p>Варисторы: принцип действия, вольт-амперная характеристика, конструктивные решения, достоинства и недостатки.</p> <p>Стабилитроны, позисторы, ключевое защитное устройство: принцип действия, вольт-амперная характеристика, конструктивные решения, достоинства и недостатки.</p> <p>Плавкие предохранители: принцип действия, ЭМС-свойства, конструктивные решения, достоинства и недостатки. (31 час)</p>	<p>ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1</p>

3	Специальные области и вопросы ЭМС	<p>Лекция 3. Классификация заземлений. Функции заземления в СОД; линейные и нелинейные свойства сопротивления заземления. Требования к заземлителям. Конструкции современных заземлителей. Технология строительства и ремонта заземлителей. Методы измерения сопротивлений заземлений.</p> <p>Радиочастотный ресурс как системная составляющая ЭМС в области радиосвязи.</p> <p>Опасное влияние квазинепрерывных помех на непрерывные рельсовые цепи. (2 часа)</p>	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1,
		<p>Самостоятельная работа. Выполнение курсовой работы. Изучение материалов лекций, проработка (источники информации см.п.8.5) вопросов: Влияние сопротивления заземления на экономические характеристики молниезащиты Источники квазинепрерывных помех. Методы и средства защиты. (31 час)</p>	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2
		<p>Лекция 4. Качество электроэнергии как характеристика ЭМС. Опасные для человека электромагнитные факторы. Модель биоЭМС. Методы и средства защиты. Роль заземлений. Стандартизация и сертификация в области ЭМС. Директива ЭМС. Международные и российские организации, занимающиеся стандартами ЭМС. Стандарты по электромагнитной совместимости. Системы сертификации Стандарты по испытаниям на ЭМС. (2 часа)</p>	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1
		<p>Самостоятельная работа. Выполнение курсовой работы. Изучение материалов лекций, проработка (источники информации см.п.8.5) вопросов: Виды тягового электроснабжения как источники эмиссии кондуктивных и индуктивных помех. Механизмы влияния этих помех на устройства автоматики, телемеханики и связи. (31 час)</p>	ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Основы ЭМС систем обеспечения движения поездов	8		12		20
2	Раздел 2. Молния и молниезащита СОДП	12		16		28

3	Раздел 3. Специальные области и вопросы ЭМС	12		4	76	82
	Итого	32	0	32	76	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Основы ЭМС систем обеспечения движения поездов	2		4	31	
2	Раздел 2. Молния и молниезащита СОДП	2		4	31	
3	Раздел 3. Специальные области и вопросы ЭМС	4			62	
	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 разделах 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 программы магистратуры по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

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

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

8.3. Профессиональные базы данных при изучении дисциплины не используются.

8.4. Информационные справочные системы при изучении дисциплины не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Шаманов В.И. Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики, ГОУ «Учебно-методический центр по оборудованию на железнодорожном транспорте», 2014,-242 с.

2. Уильямс Т., Армстронг К. ЭМС для систем и установок. Издательский дом «Технологии», 2004, - 508 с.

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

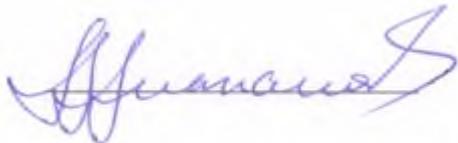
1. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

3. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

4. СЦБИСТ - железнодорожный форум. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scbist.com/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

Разработчик рабочей программы
профессор
«20» января 2022 г.



А.Д. Манаков