

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

Кафедра «Электрическая связь»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

Б1.В.21 «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ В  
СИСТЕМАХ СВЯЗИ»

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»

Форма обучения – очная, заочная

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Электромагнитная совместимость и средства защиты в системах связи» (Б1.В.21) (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 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217, с учетом профессионального стандарта 17.018 «Работник по техническому обслуживанию и ремонту объектов железнодорожной электросвязи» (утвержден 30 марта 2021 г., приказ Минтруда России № 160н).

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 чтении электрических схем объектов железнодорожной электросвязи, в оценивании технического состояния объектов железнодорожной электросвязи с позиции ЭМС и в использовании физико-математического аппарата для разработки математических моделей ЭМС объектов автоматики, телемеханики, связи и объектов электроснабжения;
- приобретение обучающимися навыков применения методов математического анализа и моделирования для анализа технического состояния объектов железнодорожной электросвязи и 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 образовательной программе индикаторами достижения компетенций

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

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков<sup>1</sup>.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1 Техническое обслуживание объектов железнодорожной электросвязи	

<sup>1</sup> Абзац добавляется только для дисциплин, в рамках которых осуществляется практическая подготовка обучающихся. Перечень таких дисциплин приведен в п.5 общей характеристики ОПОП

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>ПК-1.1.5.</b> Знает условия эксплуатации объектов железнодорожной электросвязи и технические требования, предъявляемые к ним	<i>Обучающийся знает:</i> - актуальность и суть проблемы ЭМС, касающейся систем обеспечения движения поездов, принципы взаимодействия систем связи; - 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
<b>ПК-1.2.1.</b> Умеет оценивать техническое состояние объектов железнодорожной электросвязи	<i>Обучающийся умеет:</i> - использовать теорию вероятностей и математическую статистику для синтеза параметрических моделей ЭМС; - применять математические законы и предельные теоремы теории вероятностей к решению задач ЭМС и выбору средств защиты в системах связи
<b>ПК-1.2.3.</b> Умеет читать чертежи, электрические схемы объектов железнодорожной электросвязи	<i>Обучающийся умеет:</i> - читать схемы защиты средств связи от мощных импульсных помех
<b>ПК-1.3.7</b> Имеет навыки анализа технического состояния объектов железнодорожной электросвязи	<i>Обучающийся имеет навыки:</i> - применения метода 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:

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
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)	
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Для заочной формы обучения:

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

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	Раздел 1. Актуальность и суть проблемы ЭМС в системах обеспечения движения поездов	<b>Лекция 1.</b> 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. Экономическая составляющая проблемы ЭМС. Связь ЭМС с надежностью и безопасностью СОДП.	ПК-1.1.5
		<b>Самостоятельная работа.</b> Рассмотрение семантики (смысла) общих терминов и определений, используемых в дисциплине «Электромагнитная совместимость и средства защиты»: помеха, помехоустойчивость, помехозащищенность. Работа с литературой (источники информации см.п.8.5).	ПК-1.1.5
2	Раздел 2. Теоретические основы ЭМС: Нормоцентрическая концепция	<b>Лекция 2.</b> Нормоцентрическая концепция ЭМС. Семантика терминов «норма» и «норматив».	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1
		<b>Лекция 3.</b> Вероятностный норматив и методика его получения. Проектно-конструкторский норматив, методика его определения. Испытательный норматив и методика его получения	ПК-1.1.5,
		<b>Лабораторная работа 1.</b> Изучение принципа действия и конструктивных особенностей ключевого защитного устройства. (КЗУ)	ПК-1.2.1
		<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение	ПК-1.1.5,

		главных подходов определения нормативов- по материалам лекций 2-3, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.2.1
3	Раздел 3. Теоретические основы ЭМС: Математические модели	<b>Лекция 4.</b> Параметрическая совместимость электромагнитной обстановки и защитных средств на основе статистических моделей. Аналитические решения. Метод Монте-Карло как инструмент виртуальных экспериментов. Методика определение проектно-конструкторских нормативов с применением статистического моделирования на примере ключевого защитного устройства.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.2.3
		<b>Лабораторная работа 2.</b> Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. <b>Часть 1.</b> Изучение вероятностного метода обеспечения электромагнитной совместимости элементов и процессов по параметрическому критерию.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.2.3, ПК-1.3.7
		<b>Самостоятельная работа.</b> Анализ задания на курсовую работу и плана ее написания. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.2.3, ПК-1.3.7
4	Раздел 4. Теоретические основы ЭМС: Внутренние источники, каналы и рецепторы помех в СОДП, методы и средства их подавления	<b>Лекция 5.</b> Состав СОДП и их элементная база. Внутренние и внешние источники помех: внутренняя эмиссия помех; внешние источники. Коммутация питающих линий высокого и низкого напряжения. Газоразрядные приборы. Электростатические разряды. Кабельные линии. Полевые каналы. Связь через элементы систем. 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). Защита устройств экранированием металлического корпуса. Качество электроэнергии как часть проблемы ЭМС СОДП.	ПК-1.1.5
		<b>Лабораторная работа 3.</b> Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. <b>Часть 2.</b> Изучение экспериментальными методами свойств основных теорем теории вероятностей, используемых в параметрических моделях ЭМС.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.2.3

		<b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.1. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.1.5
5	Раздел 5. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Основы атмосферного электричества	<b>Лекция 6.</b> Виды гроз. Физика образования электрических зарядов в грозовых облаках. Структура грозовой ячейки облака.	ПК-1.1.5
		<b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.2. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.1.5
6	Раздел 6. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Физика и характеристики молниевых процессов.	<b>Лекция 7.</b> Механизм пробоя воздуха. Процесс развития молнии: лидерная стадия. Главный разряд. Положительная и отрицательная, нисходящая и восходящая молнии. Многокомпонентные молнии. Основные характеристики молний. Вероятностные зависимости характеристик.	ПК-1.1.5,
		<b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.3. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.1.5, ПК-1.2.3
7	Раздел 7. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Механизм воздействия молниевых процессов на устройства СОДП	<b>Лекция 8.</b> Принцип попадания тока молнии в линейные и аппаратные средства СОДП. 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.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.2.3.
		<b>Лабораторная работа 4.</b> Изучение особенностей молниевых поражений изоляции кабелей без металлопокрова.	ПК-1.1.5
		<b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.4. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.1.5
8	Раздел 8. Применение физико-математического аппарата для разработки математических моделей объектов: Молниеотводы, их эффективность, расчеты.	<b>Лекция 9.</b> Методы определения зон защиты молниеотводов. Расчетные модели и формулы. Молниеприемники и токоотводы. Допустимые расстояния между токоотводом и защищаемым объектом. Примеры.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1
		<b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.5. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.1.5
9	Раздел 9. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического	<b>Лекция 10.</b> Разрядники: принцип действия, вольт-амперная характеристика, конструктивные решения, достоинства и недостатки. Варисторы: принцип действия, вольт-амперная характеристика, конструктивные решения, достоинства и недостатки. Стабилитроны, позисторы, ключевое защитное устройство: принцип действия,	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.3.7

	применения: Средства защиты от мощных импульсных помех	вольт-амперная характеристика, конструктивные решения, достоинства и недостатки. Плавкие предохранители: принцип действия, ЭМС-свойства, конструктивные решения, достоинства и недостатки.	
		<b>Лабораторная работа 5.</b> Изучение принципа действия, разновидностей и конструктивных особенностей разрядников.	ПК-1.1.5
		<b>Лабораторная работа 6.</b> Изучение принципа действия, разновидностей и конструктивных особенностей варисторов.	ПК-1.1.5
		<b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.6. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ОПК-1.3.7
10	Раздел 10. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Заземления	<b>Лекция 11.</b> 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. Влияние сопротивления заземления на экономические характеристики молниезащиты.	ПК-1.1.5
		<b>Лабораторная работа 7.</b> Изучение разновидностей и конструктивных особенностей модульно-стержневых заземлителей.	ПК-1.1.5
		<b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.7. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.1.5
11	Раздел 11. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: особенности ЭМС в области радиосвязи	<b>Лекция 12.</b> Радиочастотный ресурс как системная составляющая ЭМС в области радиосвязи.	ПК-1.1.5
		<b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.8. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5)	ПК-1.1.5
12	Раздел 12. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: ЭМС рельсовых цепей	<b>Лекция 13.</b> Опасное влияние квазинепрерывных помех на непрерывные рельсовые цепи. Источники квазинепрерывных помех. Методы и средства защиты.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.3.7
		<b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.9. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5).	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.3.7
13	Раздел 13. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов:	<b>Лекция 14.</b> Качество электроэнергии как характеристика ЭМС. Виды тягового электроснабжения как источники эмиссии кондуктивных и индуктивных помех. Механизмы влияния этих помех на устройства автоматики, телемеханики и	ПК-1.1.5,

	ЭМС тягового электроснабжения с устройствами автоматики, телемеханики и связи	связи. <b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы п.10. Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5).	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.3.7
14	Раздел 14. Теоретические основы БиоЭМС (электромагнитная совместимость человека с электроустановками)	<b>Лекция 15.</b> Опасные для человека электромагнитные факторы. Модель биоЭМС. Методы и средства защиты. Роль заземлений.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1
		<b>Лабораторная работа 8.</b> Изучение методов и средств измерения сопротивления заземления	ПК-1.1.5
		<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовка к защите курсовой работы по дисциплине «Электромагнитная совместимость и средства защиты». Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5).	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.3.7
15	Раздел 15. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Международное сотрудничество в области ЭМС.	<b>Лекция 16.</b> 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.	ПК-1.1.5
		<b>Самостоятельная работа.</b> Изучение материалов лекций, работа с литературой (источники информации см.п.8.5).	ПК-1.1.5

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Раздел 1. Актуальность и суть проблемы ЭМС на ж.д. транспорте	<b>Лекция 1.</b> 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.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.3.7
	Раздел 2. Теоретические основы ЭМС: Нормоцентрическая концепция	Нормоцентрическая концепция ЭМС.  Проектно-конструкторский норматив, методика его определения. Параметрическая совместимость электромагнитной обстановки и защитных средств на основе статистических моделей.	
	Раздел 3. Теоретические основы ЭМС: Математические модели	Метод Монте-Карло как инструмент виртуальных экспериментов. <b>Самостоятельная работа.</b> Изучение принципа действия и конструктивных	



		<p><u>особенностей ключевого защитного устройства (КЗУ). 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.</u></p>	
		<p><b>Лабораторная работа</b> – 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.</p>	<p>ПК-1.2.1, ПК-1.3.7</p>
2	<p>Раздел 4. Теоретические основы ЭМС: Внутренние источники, каналы и рецепторы помех в СОДП, методы и средства их подавления</p> <p>Раздел 5. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Основы атмосферного электричества</p> <p>Раздел 6. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Физика и характеристики молниевых процессов.</p> <p>Раздел 7. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Механизм воздействия молниевых процессов на устройства СОДП</p> <p>Раздел 8. Применение физико-математического аппарата для разработки</p>	<p><b>Лекция 2.</b> 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. Принцип попадания тока молнии в линейные и аппаратные средства СОДП.</p> <p>Методы определения зон защиты молниеотводов. Расчетные модели и формулы. Молниеприемники и токоотводы. Допустимые расстояния между токоотводом и защищаемым объектом. Примеры. Разрядники: принцип действия, вольт-амперная характеристика, конструктивные решения, достоинства и недостатки.</p>	<p>ПК-1.1.5, ПК-1.3.7</p>
		<p><b>Лабораторная работа.</b> Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи (на примере КЗУ)</p>	<p>ПК-1.1.2, ПК-1.3.7</p>
		<p><b>Самостоятельная работа.</b> Анализ задания на курсовую работу и плана ее написания.</p>	<p>ПК-1.1.5, ПК-1.2.1</p>

	<p>математических моделей объектов: Молниеотводы, их эффективность, расчеты.</p> <p>Раздел 9. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Средства защиты от мощных импульсных помех</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. 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). Защита устройств экранированием металлического корпуса. 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. Структура грозовой ячейки облака. Основные характеристики молний. Вероятностные зависимости характеристик. Варисторы: принцип действия, вольт-амперная характеристика, конструктивные решения, достоинства и недостатки. Стабилитроны, позисторы, ключевое защитное устройство: принцип действия, вольт-амперная характеристика, конструктивные решения, достоинства и недостатки. Плавкие предохранители: принцип действия, ЭМС-свойства, конструктивные решения, достоинства и недостатки.</p>	
3	<p>Раздел 10. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Заземления</p> <p>Раздел 11. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: особенности ЭМС в области радиосвязи</p> <p>Раздел 12. Теоретические основы и средства ЭМС систем</p>	<p><b>Лекция 3.</b> 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.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Выполнение курсовой работы. Изучение материалов лекций, проработка (источники информации см.п.8.5) вопросов: Влияние сопротивления заземления на экономические характеристики</p>	<p>ПК-1.1.5, ПК-1.2.1</p> <p>ПК-1.1.5, ПК-1.2.1, ПК-1.3.7</p>

	обеспечения движения поездов: ЭМС рельсовых цепей	молниезащиты Источники квазинепрерывных помех. Методы и средства защиты.	
4	Раздел 13. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: ЭМС тягового электроснабжения с устройствами автоматики, телемеханики и связи	<b>Лекция 4.</b> Качество электроэнергии как характеристика ЭМС.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1
		Опасные для человека электромагнитные факторы. Модель биоЭМС. Методы и средства защиты. Роль заземлений.	
	Раздел 14 Теоретические основы БиоЭМС (электромагнитная совместимость человека с электроустановками)	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.	ПК-1.1.5, ПК-1.2.1
Раздел 15. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Международное сотрудничество в области ЭМС.	<b>Самостоятельная работа.</b> 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.		

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Актуальность и суть проблемы ЭМС в системах обеспечения движения поездов	2			2	4
2	Раздел 2. Теоретические основы ЭМС: Нормоцентрическая концепция	4		4	8	16
3	Раздел 3. Теоретические основы ЭМС: Математические модели	2		4	14	20
4	Раздел 4. Теоретические основы ЭМС: Внутренние источники, каналы и рецепторы помех в СОДП, методы и средства их подавления	2		4	4	10
5	Раздел 5. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Основы атмосферного электричества	2			6	8
6	Раздел 6 Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Физика и характеристики молниевых процессов.	2			4	6

7	Раздел 7. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Механизм воздействия молниевых процессов на устройства СОДП	2		4	8	14
8	Раздел 8. Применение физико-математического аппарата для разработки математических моделей объектов: Молниеотводы, их эффективность, расчеты.	2			2	4
9	Раздел 9. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Средства защиты от мощных импульсных помех	2		8	6	16
10	Раздел 10. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Заземления	2		4	2	8
11	Раздел 11. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: особенности ЭМС в области радиосвязи	2			2	4
12	Раздел 12. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: ЭМС рельсовых цепей	2			6	8
13	Раздел 13 Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: ЭМС тягового электроснабжения с устройствами автоматики, телемеханики и связи	2			8	10
14	Раздел 14. Теоретические основы БиоЭМС (электромагнитная совместимость человека с электроустановками)	2		4	2	8
15	Раздел 15. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Международное сотрудничество в области ЭМС.	2			2	4
	<b>Итого</b>	32		32	76	140
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						144

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Актуальность и суть проблемы ЭМС в системах обеспечения движения поездов					
	Раздел 2. Теоретические основы ЭМС: Нормоцентрическая концепция	2		4	31	33
	Раздел 3. Теоретические основы ЭМС: Математические модели					
2 3	Раздел 4. Теоретические основы ЭМС: Внутренние источники, каналы и рецепторы помех в СОДП, методы и средства их подавления					
	Раздел 5. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Основы атмосферного электричества	2			31	37
	Раздел 6 Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Физика и					

	характеристики молниевых процессов.					
	Раздел 7. Основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов: Механизм воздействия молниевых процессов на устройства СОДП					
	Раздел 8. Применение физико-математического аппарата для разработки математических моделей объектов: Молниеотводы, их эффективность, расчеты.					
	Раздел 9. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Средства защиты от мощных импульсных помех					
33	Раздел 10. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Заземления	2	4	31	37	
	Раздел 11. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: особенности ЭМС в области радиосвязи					
	Раздел 12. Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: ЭМС рельсовых цепей					
4	Раздел 13 Теоретические основы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов: ЭМС тягового электроснабжения с устройствами автоматики, телемеханики и связи	2		31	33	
	Раздел 14. Теоретические основы БиоЭМС (электромагнитная совместимость человека с электроустановками)					
	Раздел 15. Теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения: Международное сотрудничество в области ЭМС.					
	<b>Итого</b>	8		8	124	140
<b>Контроль</b>					4	
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>					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 используется лаборатория «Моделирование технических систем» кафедры, оборудованная следующими приборами/специальной техникой/установками используемыми в учебном процессе:

- средства защиты различных типов (разрядники, варисторы, ключевое защитное устройство, плавкие предохранители) в удобном для изучения виде;
- программно-аппаратные средства на базе персональных компьютеров для проведение вычислительных экспериментов при решении задач обеспечения ЭМС с использованием вероятностных моделей, для выполнения экспериментальных исследований свойств моделей, необходимых для принятия практических решений;
- средства заземления модульно-стержневой конструкции в удобном для изучения виде;
- образцы кабелей СБПу с хорошо наблюдаемыми тепловыми следами испытаний на них предельного уровня джоулева интеграла с целью определения норматива для выбора молниезащитных средств; образцы гидрофобизированных и негидрофобизированных кабелей, на которых удобно изучать механизмы пробоя их изоляции;
- электромагнитное реле как источник пачек помех при его коммутации.

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:

- Microsoft Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

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](https://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:

– Шаманов, В.И. Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики. [Электронный ресурс]: Учебные пособия — Электрон. дан. — М.: УМЦ ЖДТ, 2013. — 244 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59145>.

– Т. Уилльямс, К. Армстронг [пер. с англ. : Кармашев В. С., Кечиев Л. Н., Сарылов В. Н.]. ЭМС для систем и установок. М. : ИД Технологии, 2004. [Электронный ресурс]: Монография—Электрон.дан.-Режим доступа: [https://consense.com.ua/ru/lib/showbook/ems\\_for\\_systems](https://consense.com.ua/ru/lib/showbook/ems_for_systems)

– ГОСТ 30372-2017 (IEC 60050-161:1990) «Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения»— URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157882>- Режим доступа: свободный;

– ГОСТ Р 50656-94 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики к кондуктивным электромагнитным помехам и электростатическим разрядам. Технические требования и методы испытаний» - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200028920>-Режим доступа: свободный;

– ГОСТ IEC/TS 61000-1-2-2015 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 1-2. Общие положения. Методология достижения функциональной безопасности электрических и электронных систем, включая оборудование, в отношении электромагнитных помех»- URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124129>-Режим доступа: свободный;

– ТР ТС 020/2011 «Технический регламент таможенного союза. Электромагнитная совместимость технических средств»- URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320551>-Режим доступа: свободный;

– Костроминов А.М., Костроминов А.А. Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи // Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015, 16 с.

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

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

– Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Справочная правовая система «КонсультантПлюс» — URL: <https://www.consultant.ru/> — Режим доступа: свободный;

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации –  
URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы,  
доцент кафедры «Электрическая связь»

О.Г. Евдокимова

30 марта 2023 г.