

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 23.10.2020 09:55:14
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495dccc5155d5c573885feda18

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(СамГУПС)

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА
на заседании Ученого совета филиала
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
протокол от 23 июня 2020 г. № 1



Электромагнитная совместимость и средства
защиты

рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация «Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения: очная

Нижний Новгород 2020

Программу составил: Герман Л.А.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация «Электроснабжение железных дорог» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 217.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Протокол от «18» апреля 2020 г. № 8

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доц.


подпись

С.М. Корсаков

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

1.1.Цели и задачи дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Электромагнитная совместимость и средства защиты» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по специальности «Системы обеспечения движения поездов».

1.2.Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины. Индикаторы	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПКО-2. Способен использовать нормативно-технические документы для контроля качества и безопасности технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта СОДП, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, использовать технические средства для диагностики технического состояния систем	
ПКО-2.1. Применяет принципы и методы диагностирования технического состояния объектов, для оценки необходимых объемов работ по техническому обслуживанию и модернизации СОДП	Знать: - технические регламенты, санитарные нормы и правила, технические условия по электромагнитной совместимости; - применяемые ГОСТ на методы диагностирования технического состояния объектов; - объемы работ по техническому обслуживанию СОДП. Уметь: - контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов существующим нормативам по электромагнитной совместимости ЭМС; - разработать план по технической модернизации объекта; - проводить диагностику объекта. Владеть: - правилами и нормативами по электромагнитной совместимости в тяговом электро-снабжении постоянного и переменного тока; - методами экранирования объекта; - методами защиты от помех в устройствах постоянного и переменного тока.
ПКО-2.2. Производит оценку взаимного влияния элементов СОДП и факторов, воздействующих на работоспособность и надёжность оборудования СОДП с использованием современных научно-обоснованных методик	Знать: - формирование расчетной схемы замещения электромагнитного влияния; - нормативы показателей качества электро-энергии; - причины возникновения отказов;

	Уметь: - рассчитать показатели качества электроэнергии; - диагностировать показатели качества электроэнергии; - корректировать техническими средствами показатели качества электроэнергии; Владеть: - методами предупреждения и устранения технических отказов в устройствах СОДП; - современными методами диагностирования устройств СОДП; - методами расчета показателей качества электроэнергии.
ПКО-2.3. Анализирует виды, причины возникновения несоответствий функционирования и технических отказов в устройствах СОДП с использованием современных методов диагностирования и расчета показателей качества	Знать: - свойства и характеристики материалов, применяемых в СОДП; - нормы расхода электроэнергии при эксплуатации оборудования СОДП; - нормы расхода материалов и запасных частей при ремонте оборудования. Уметь: - рассчитать объем материала и зап. частей для ремонта оборудования; - рассчитать расход электроэнергии для ремонта оборудования; - оценить пригодность материалов для ремонта оборудования. Владеть: - методами классификации, оценки свойств и характеристик для оценки пригодности материалов в составе оборудования СОДП; - методами расчета расхода электроэнергии для эксплуатации оборудования СОДП; - методами эффективного использования материалов и зап. частей для обслуживания оборудования СОДП.
ПКО-2.4. Знает и применяет теоретические положения о классификации, свойствах и характеристиках материалов, для оценки их пригодности к использованию в составе оборудования СОДП, применяет способы подбора и эффективного использования материалов, нормы расхода материалов, запасных частей и электроэнергии при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте	Знать: - принципы обеспечения ЭМС в электроэнергетических системах; - источники и виды электромагнитных помех, их характеристики, каналы распространения и способы защиты от них; - требования к качеству электрической энергии и способы измерения его характеристик; Уметь: - формулировать требования к технико - экономическим показателям системы обеспечения электромагнитной совместимости в соответствии с имеющейся электромагнитной обстановкой;

	- применять инженерные методы расчета и выбора средств защиты от помех; - обосновывать принятие технических решений при разработке методов и средств обеспечения ЭМС Владеть: - навыками самостоятельной работы, - методологией, принятия решений при разработке, внедрении и эксплуатации технических средств в области ЭМС; - терминологией и нормативно-технической документацией в области ЭМС.
ПКО-5. Способен проводить, на основе современных научных методов, в том числе при использовании информационно-компьютерных технологий, исследования влияющих факторов, технических систем и технологических процессов в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов СОДП.	
ПКО-5.1. Знает (имеет представление) о современных научных методах исследований технических систем и технологических процессов в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов СОДП	Знать: - средства анализа и моделирования состояния и динамики объектов СОДП; - информационные технологии анализа функционирования объектов СОДП; - схемные решения электромагнитной совместимости тяговой сети с устройствами автоблокировки и электроподвижным составом; Уметь: - моделировать рабочие и аварийные процессы СОДП; - составлять схемы замещения расчетов электромагнитных процессов; - рассчитывать показатели качества электроэнергии; Владеть: - информационно-компьютерной технологией анализа электромагнитных процессов в СОДП; - компьютерными программами расчета основных показателей СОДП; - методами анализа аварийных процессов в СОДП.
ПКО-5.2. Умеет применять методики, средства анализа и моделирования (в том числе информационно-компьютерные технологии) для анализа состояния и динамики явлений (факторов), процессов и объектов СОДП.	Знать: - принципы моделирования электромагнитной совместимости объектов СОДП; - схему замещения устройств заземления подстанций и трансформаторных пунктов; - уровни нормированных помех на устройствах СОДП. Уметь: - рассчитывать переходные процессы в оборудовании СОДП; - рассчитывать перенапряжения в объектах СОДП;

	- рассчитывать и обеспечить электромагнитную совместимость в СОДП; Владеть: - способами снижения электромагнитных помех на тяговых и трансформаторных подстанциях; - методами компьютерного моделирования электромагнитных помех; - владеет компьютерными программами анализа электромагнитных полей.
ПКО-5.3. Умеет интерпретировать явления и процессы на объектах СОДП, результаты их анализа и моделирования в интересах проводимого исследования	Знать: - схемы электроснабжения объектов СОДП; - способы электромагнитной совместимости объектов СОДП; - методы корректировки показателей качества электроэнергии; Уметь: - формировать расчетные схемы определения электромагнитных помех на электрооборудовании; - разрабатывать программы испытания объектов СОДП; - разрабатывать методики испытания объектов СОДП. Владеть: - знаниями научных исследования объектов СОДП; - правилами выполнения электромагнитной совместимости СОДП; - правилами защит от электромагнитных помех объектов СОДП.
ПКО-5.4. Способен разрабатывать программы и методики испытаний объектов СОДП; разрабатывать предложения по внедрению результатов научных исследований в области СОДП	Знать: - схемы электроснабжения объектов СОДП; - способы электромагнитной совместимости объектов СОДП; - методы корректировки показателей качества электроэнергии. Уметь: - формировать расчетные схемы определения электромагнитных помех на электрооборудовании; - разрабатывать программы испытания объектов СОДП; - разрабатывать методики испытания объектов СОДП; Владеть: - знаниями научных исследования объектов СОДП; - правилами выполнения электромагнитной совместимости СОДП; - правилами защит от электромагнитных по-

	мех объектов СОДП.
--	--------------------

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций
Осваиваемая дисциплина		
Б1.О.37	Электромагнитная совместимость и средства защиты	ПКО-2, ПКО-5
Предшествующие дисциплины		
Б1.О.17	Электротехническое материаловедение	ПКО-2, ПКО-5
Б1.О.35	Основы технической диагностики	ПКО-2, ПКО-5
Б1.О.37	Электромагнитная совместимость и средства защиты	ПКО-2, ПКО-5
Б2.О.01(У)	Учебная практика, ознакомительная практика	ПКО-2
Б2.О.02(П)	Производственная практика, технологическая практика	ПКО-2, ПКО-5
Последующие дисциплины		
ФТД.04	Техника высоких напряжений	ПКО-2
Б2.О.04(Пд)	Производственная практика, преддипломная практика	ПКО-5
Б3.01	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ПКО-2, ПКО-5

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

3.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы(семестр)
		5(9)
Общая трудоемкость дисциплины:		
- часов	144	144
- зачетных единиц	4	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	55,75	55,75
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	55,75	55,75
в т.ч.:		
лекции	18	18
практические занятия	18	18
лабораторные работы	18	18

КА	1,75	1,75
КЭ		
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)		
Самостоятельная работа (всего), часов	88,25	88,25
в т.ч. на выполнение:		
контрольной работы	-	-
расчетно-графической работы	-	-
реферата	-	-
курсовой работы	36	36
курсового проекта	-	-
Виды промежуточного контроля	ЗаО	ЗаО
Текущий контроль (вид, количество)	КР(1)	КР(1)

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Темы и краткое содержание курса

Тема 1. Введение. Общая характеристика проблем ЭМС в электроэнергетике

Классификация проблем ЭМС. Качество энергии. Бесперебойность; отклонения от номинальной величины, по фазовым углам и частоте; содержание высших гармоник и т.д. Влияние электрических и магнитных полей на живую природу. Нормы на предельно допустимые напряженности электрического и магнитного поля на промышленной частоте, в ВЧ и в СВЧ – диапазоне.

Защита от электромагнитных помех. Взаимные влияния объектов электроэнергетики и внешней техносферы; внутренняя ЭМС между объектами электроэнергетики: ЭМС силовых и вторичных цепей электрооборудования станций и подстанций, внутренняя ЭМС вторичных цепей. Технические, экономические и организационные основы ЭМС.

Тема 2. Классификация источников помех и механизмы их генерации

Внешние и внутренние источники помех. Атмосферные (молния) и коммутационные перенапряжения (коммутации выключателями, разъединителями и низковольтными аппаратами, тиристорами). Разрядные явления: молния, корона, электросварка, искра зажигания, искрение щеток, разряды статического электричества, внутренние и поверхностные частичные разряды. Связь: радио и телевидение, ВЧ – и СВЧ – связь в т.ч. мобильная, военная техника. ЭМИ ядерного взрыва.

Характеристики помех: узко- и широкополосные, переходные. Каналы распространения помех: гальванические, индуктивные, емкостные, эфирные.

Тема 3. Техника и технология измерения помех

Термины и определения. Нормы. Методы измерений электромагнитных и радиопомех от линий электропередачи и подстанций.

Общие методы испытаний источников радиопомех. Испытательные установки и аппаратура для измерений. Мониторинг и локация источников помех на линиях и подстанциях.

Тема 4. Экспериментальное определение помехоустойчивости

Испытания на устойчивость к действию помех блоков аппаратуры РЗА и связи. Последовательность испытаний. Проверка изоляции. Методы и нормы испытаний аппаратуры на устойчивость к помехам различных видов: грозовых, коммутационных сетевых, электростатического разряда, импульсных высокочастотных, наносекундных, мощных магнитных полей, электромагнитных полей ВЧ – и СВЧ – диапазонов.

Испытания на устойчивость к действию помех оборудования вторичных цепей действующих подстанций в условиях эксплуатации.

Методы и нормы испытаний импульсами тока, введенными в контур заземления ОРУ.

Проверка взаимных влияний вторичных цепей подстанционного оборудования. Испытания на устойчивость к помехам специальной техники.

Испытания оборудования летательных аппаратов на стойкость к воздействиям токов молнии.

Тема 5. Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости

Пассивные способы и устройства защиты от помех. Фильтры: основные характеристики (добротность, АЧХ, крутизна среза и др.) и схемы (ФНЧ, ФВЧ и режекторные, пассивные и активные, Г -, П -, Т- образные, двойные Т – образные, многозвенные).

Разделительные трансформаторы. Кабели с витыми парами, бифилярные конструкции и монтаж. Оптроны и оптоволоконные линии связи: основные характеристики (спектральный диапазон, затухание, электрическая прочность и др.) и схемы (прямые и обратные преобразователи, источники света, фотоприемники и др.).

Смешанные способы и устройства защиты от помех. Разрядники и ограничители перенапряжений, электронные приборы защиты. Виды и типы: искровые разрядники; варисторы; полу-проводниковые приборы: дефензоры; диоды (выпрямительные, лавинные, импульсные, стабилитроны и стабилитроны, ограничительные и переключательные р–i–n диоды, диоды Шотки). Основные характеристики: ВАХ, диапазоны номинальных напряжений и токов, перегрузочная способность, быстродействие, электрическая прочность и др. Предпочтительные области применения, выбор и расчет характеристик.

Электромагнитные экраны. Природа экранирующего действия. Экранирование статических и квазистатических полей. Экранирование электро-

магнитных волн. Расчеты экранов и их конструкции. Мероприятия по защите вторичных цепей подстанционного оборудования от влияния помех, генерируемых силовым оборудованием. Размещение силового коммутационного и другого оборудования на ОРУ. Проектирование систем заземления. Проектирование систем электропитания. Правила прокладки кабелей и заземления их экранов. Правила монтажа вторичных цепей. Резервирование. Амплитудная, частотная и фазовая модуляции в каналах ВЧ – связи по проводам и тросам ВЛ.

Активные способы и устройства защиты от помех. Способы ограничения помех, генерируемых при коммутациях разъединителями и выключателями. Мероприятия по снижению влияния статического электричества.

Тема 6. Стандартизация в области ЭМС

Законодательство в области ЭМС. Органы стандартизации. Стандарты МЭК и ГОСТы. Отраслевые стандарты и внутренние стандарты фирм производителей оборудования РЗА и связи.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий				
		Контактная работа (Аудиторная работа)				СРС
		ЛК	ЛР	ПЗ	КСР	
5 курс						
9 семестр						
Тема 1. Введение. Общая характеристика проблем ЭМС в электроэнергетике	17	2				15
Тема 2. Классификация источников помех и механизмы их генерации	21	2		4		15
Тема 3. Техника и технология измерения помех	22,5	2	4	2		14,5
Тема 4. Экспериментальное определение помехоустойчивости	29	4	6	4		15
Тема 5. Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости	32,25	4	8	4		16,25
Тема 6. Стандартизация в области ЭМС	20,5	4		4		12,5
КА	1,75					
КЭ						
Контроль						
Всего за 9 семестр	144	18	18	18		88,25
Итого за 5 курс	144	18	18	18		88,25

4.3. Тематика практических и/или семинарских занятий

Общая цель занятия:

- сформировать навыки по технике и технологии измерения помех;

Тема практического занятия	Количество часов
5 курс	
9 семестр	
Методические аспекты техники и технологии измерения помех	4
Характеристика проблем ЭМС в тяговом электроснабжении	2
Классификация источников помех и механизмы их генерации в тяговом электроснабжении	4
Техника и технология измерения помех в тяговом электроснабжении	4
Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости	4
Всего за 9 семестр	18
Итого за 5 курс	18

4.4. Тематика лабораторных работ

Общая цель лабораторных работ:

- сформировать навыки по исследованию защитных свойств фильтров и симметрирующих устройств тяговых подстанций.

Тема практического занятия	Количество часов
5 курс	
9 семестр	
Исследование сглаживающего устройства	4
Исследование фильтрующих свойств установок поперечной емкостной компенсации	6
Исследование симметрирующих свойств устройств симметрирования на тяговых подстанциях	8
Всего за 9 семестр	18
Итого за 5 курс	18

4.5. Тематика курсовых работ (проектов)

9 семестр: Тема: «Расчет характеристик питания нагрузок в сети электро-снабжения».

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид самостоятельной работы
5 курс		
9 семестр		
Тема 1. Введение. Общая характери-	15	Выполнение курсовой работы, работа

стика проблем ЭМС в электроэнергетике		с литературой
Тема 2. Классификация источников помех и механизмы их генерации	15	Выполнение курсовой работы, работа с литературой
Тема 3. Техника и технология измерения помех	14,5	Выполнение курсовой работы, работа с литературой
Тема 4. Экспериментальное определение помехоустойчивости	15	Выполнение курсовой работы, работа с литературой
Тема 5. Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости	16,25	Выполнение курсовой работы, работа с литературой
Тема 6. Стандартизация в области ЭМС	12,5	Выполнение курсовой работы, работа с литературой
Всего за 9 семестр	88,25	
Итого за 5 курс	88,25	

5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения:

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов:

- учебная литература – библиотека филиала.
- методические рекомендации по выполнению курсовой работы (УМКд).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Вид оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Контрольная работа	Учебным планом не предусмотрено
Курсовая работа	1
Промежуточный контроль	
Зачет с оценкой	1
Экзамен	Учебным планом не предусмотрено
Зачет	Учебным планом не предусмотрено

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Бадер М.П.	Электромагнитная совместимость : Учебник для вузов железнодорожного транспорта	Москва : Издательство УМК МПС России, 2002. – 638 с. - Режим доступа: https://umczdt.ru/books/44/18644/	[Электронный ресурс]
Л1.2	Шаталов А.Ф. и др.	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие	Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС,	[Электронный ресурс]

			2014. — 64 с. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47397.html	
7.2. Дополнительная литература				
Л12.1	Бадер М.П.	Электромагнитная совместимость: учебник для вузов ж.д. транспорта	Москва : УМК МПС РФ.- 2002.- 638 с.	40
Л12.2	Вагин Г.Я.	Электромагнитная совместимость в электро-энергетике: учебник	Москва : ИЦ Академия.- 2010.- 224 с.	52
Л12.3	Вагин Г.Я.	Электромагнитная совместимость в электро-энергетике: учебник	Н. Новгород.: НГТУ.- 2004.- 214 с.	29
Л12.4	Шаманов В.И.	Электромагнитная совместимость ж.д. автоматики и телемеханики: учебник	Москва : ФГБОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте.- 2014.- 244с.	40

8. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций: Microsoft Office 2003 и выше.

Программное обеспечение для проведения лабораторных занятий:

- графический редактор Excel

– Программы компьютерной математики MathCAD.

Профессиональные базы данных,

используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)

1. Mathcad – обучающий ресурс -

<http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp>

2. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина

https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=500&Itemid=569&lang=ru

3. Отраслевой электротехнический портал. Адрес ресурса:
<https://marketelectro.ru>

9. Описание материально - технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения

Учебная аудитория Кабинет «Общетехнических дисциплин» (аудитория № 405), г. Н. Новгород. пл. Комсомольская. д. 3 соответствует требованиям пожарной безопасности и охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов. Оснащена необходимым оборудованием, обеспечивающим проведение предусмотренного учебным планом лекционных занятий по дисциплине. Освещенность рабочих мест соответствует действующим СНиПам.

Специализированная мебель: столы ученические - 24 шт., стулья ученические – 50 шт., доска настенная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: (переносной экран, переносной проектор, ноутбук)

Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций

9.2. Перечень лабораторного оборудования

Лаборатория «Электротехника и электроника» (аудитория № 305), г. Н. Новгород. пл. Комсомольская. д. 3

Специализированная мебель: столы ученические - 7 шт., стулья ученические – 26 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт. реостат РПШС 10 (3 шт.), - лабораторный стенд «Исследование трехфазной цепи по схеме соединения - Звезда» (1 шт.)

- лабораторный стенд «Исследование трехфазной цепи по схеме соединения - Треугольник» (1 шт.)

- лабораторный стенд «Исследование сложной цепи постоянного тока» (1 шт.)

- лабораторный стенд «Исследование электрических приборов» (3 шт.)

- лабораторный стенд «Исследование резонанса напряжений» (1 шт.)

- лабораторный стенд «Исследование резонанса токов» (1 шт.)

- лабораторный стенд «Исследование электрических цепей постоянного тока» - (1 шт.)

- вольтметр ВК 7-9 (1 шт.), комплект измерительных приборов (1 шт.), плакаты – 10 шт.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

1.1. Перечень компетенций

ПКО-2. Способен использовать нормативно-технические документы для контроля качества и безопасности технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта СОДП, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, использовать технические средства для диагностики технического состояния систем

Индикатор ПКО-2.1. Применяет принципы и методы диагностирования технического состояния объектов, для оценки необходимых объемов работ по техническому обслуживанию и модернизации СОДП

Индикатор ПКО-2.2. Производит оценку взаимного влияния элементов СОДП и факторов, воздействующих на работоспособность и надёжность оборудования СОДП с использованием современных научно-обоснованных методик

Индикатор ПКО-2.3. Анализирует виды, причины возникновения несоответствий функционирования и технических отказов в устройствах СОДП с использованием современных методов диагностирования и расчета показателей качества

Индикатор ПКО-2.4. Знает и применяет теоретические положения о классификации, свойствах и характеристиках материалов, для оценки их пригодности к использованию в составе оборудования СОДП, применяет способы подбора и эффективного использования материалов, нормы расхода материалов, запасных частей и электроэнергии при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте

ПКО-5. Способен проводить, на основе современных научных методов, в том числе при использовании информационно-компьютерных технологий, исследования влияющих факторов, технических систем и технологических процессов в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов СОДП

Индикатор ПКО-5.1. Знает (имеет представление) о современных научных методах исследований технических систем и технологических процессов в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов СОДП

Индикатор ПКО-5.2. Умеет применять методики, средства анализа и моделирования (в том числе информационно-компьютерные технологии) для анализа состояния и динамики явлений (факторов), процессов и объектов СОДП

Индикатор ПКО-5.3. Умеет интерпретировать явления и процессы на объектах СОДП, результаты их анализа и моделирования в интересах проводимого исследования

Индикатор ПКО-5.4. Способен разрабатывать программы и методики ис-

пытаний объектов СОДП; разрабатывать предложения по внедрению результатов научных исследований в области СОДП

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе ПКО-2 компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные работы, практические работы	ПКО-2; (ПКО-2.1 ПКО-2.2 ПКО-2.3, ПКО-2.4), ПКО-5 (ПКОС -5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4)
Этап 2. Формирование умений	Лабораторные работы, практические работы	ПКО-2; (ПКО-2.1 ПКО-2.2 ПКО-2.3, ПКО-2.4), ПКО-5 (ПКОС -5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение курсовой работы	ПКО-2; (ПКО-2.1 ПКО-2.2 ПКО-2.3, ПКО-2.4), ПКО-5 (ПКОС -5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита курсовой работы, зачет с оценкой	ПКО-2; (ПКО-2.1 ПКО-2.2 ПКО-2.3, ПКО-2.4), ПКО-5 (ПКОС -5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4)

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ПКО-2; (ПКО-2.1 ПКО-2.2 ПКО-2.3, ПКО-2.4), ПКО-5 (ПКО -5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4)	-посещение лекционных занятий, лабораторных работ; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждой лабораторной и практической работе	-наличие конспекта лекций по всем темам, внесенным на лекционное обсуждение; -активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов;	устный ответ

Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ПКО-2; (ПКО-2.1 ПКО-2.2 ПКО-2.3, ПКО-2.4), ПКО-5 (ПКО -5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4)	-выполнение лабораторных и практических работ	-успешное самостоятельное выполнение лабораторных и практических работ	отчет по лабораторным и практическим работам
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ПКО-2; (ПКО-2.1 ПКО-2.2 ПКО-2.3, ПКО-2.4), ПКО-5 (ПКО -5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4)	-наличие правильно выполненных контрольных работ	-курсовая работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	курсовая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ПКО-2; (ПКО-2.1 ПКО-2.2 ПКО-2.3, ПКО-2.4), ПКО-5 (ПКО -5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4)	- защита курсовой работы - успешное прохождение тестирования - зачет с оценкой	- ответы на все вопросы по курсовой работам; - ответы на вопросы к зачету и на дополнительные вопросы по билету (при необходимости)	устный ответ, решение задач

2.3. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ПКО-2; (ПКО-2.1)	Знать: - технические регламенты, санитарные нормы и правила, технические условия по электромагнитной совместимости. Уметь: - контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов существующим нормативам по электромагнитной совместимости ЭМС. Владеть: - правилами и нормативами по электромагнитной совместимости в тяговом электроснабжении постоянного и переменного	Знать - применяемые ГОСТ на методы диагностирования технического состояния объектов. Уметь: - разработать план по технической модернизации объекта. Владеть: - методами экранирования объекта.	Знать - объемы работ по техническому обслуживанию СОДП. Уметь: - проводить диагностику объекта. Владеть: - методами защиты от помех в устройствах постоянного и переменного тока.

	тока.		
ПКО-2; ПКО-2.2	Знать: -формирование расчетной схемы замещения электромагнитного влияния. Уметь: - рассчитать показатели качества электроэнергии. Владеть: - методами предупреждения и устранения технических отказов в устройствах СОДП.	Знать: - нормативы показателей качества электроэнергии. Уметь: - диагностировать показатели качества электроэнергии. Владеть: -современными методами диагностирования устройств СОДП.	Знать: - причины возникновения отказов. Уметь: - корректировать техническими средствами показатели качества электроэнергии. Владеть: - методами расчета показателей качества электроэнергии.
ПКО-2; ПКО-2.3	Знать: - свойства и характеристики материалов, применяемых в СОДП. Уметь: - рассчитать объем материала и зап. частей для ремонта оборудования. Владеть: - методами классификации, оценки свойств и характеристик для оценки пригодности материалов в составе оборудования СОДП.	Знать: - нормы расхода электроэнергии при эксплуатации оборудования СОДП. Уметь: - рассчитать расход электроэнергии для ремонта оборудования. Владеть: - методами расчета расхода электроэнергии для эксплуатации оборудования СОДП.	Знать: - нормы расхода материалов и запасных частей при ремонте оборудования. Уметь: - оценить пригодность материалов для ремонта оборудования. Владеть: - методами эффективного использования материалов и зап. частей для обслуживания оборудования СОДП.
ПКО-2; ПКО-2.4	Знать: - принципы обеспечения ЭМС в электроэнергетических системах. Уметь: - формулировать требования к технико - экономическим показателям системы обеспечения электромагнитной совместимости в соответствии с имеющейся электромагнитной обстановкой. Владеть: - навыками самостоятельной работы.	Знать: - источники и виды электромагнитных помех, их характеристики, каналы распространения и способы защиты от них. Уметь: - применять инженерные методы расчета и выбора средств защиты от помех. Владеть: - методологией, принятия решений при разработке, внедрении и эксплуатации технических средств в области ЭМС.	Знать: - требования к качеству электрической энергии и способы измерения его характеристик. Уметь: - обосновывать принятие технических решений при разработке методов и средств обеспечения ЭМС. Владеть: - терминологией и нормативно-технической документацией в области ЭМС.
ПКО-5	Знать:	Знать:	Знать:

ПКО-5.1.	-средства анализа и моделирования состояния и динамики объектов СОДП. Уметь: - моделировать рабочие и аварийные процессы СОДП. Владеть: - информационно-компьютерной технологией анализа электромагнитных процессов в СОДП.	- информационные технологии анализа функционирования объектов СОДП. Уметь: - составлять схемы замещения расчетов электромагнитных процессов. Владеть: - компьютерными программами расчета основных показателей СОДП.	- схемные решения электромагнитной совместимости тяговой сети с устройствами автоблокировки и электроподвижным составом. Уметь: - рассчитывать показатели качества электроэнергии. Владеть: СОДП; - методами анализа аварийных процессов в СОДП.
ПКО-5 ПКО-5.2.	Знать: - принципы моделирования электромагнитной совместимости объектов СОДП. Уметь: - рассчитывать переходные процессы в оборудовании СОДП. Владеть: -способами снижения электромагнитных помех на тяговых и трансформаторных подстанциях.	Знать: -схему замещения устройств заземления подстанций и трансформаторных пунктов. Уметь: - рассчитывать перенапряжения в объектах СОДП. Владеть: - методами компьютерного моделирования электромагнитных помех.	Знать: - уровни нормированных помех на устройствах СОДП. Уметь: - рассчитывать и обеспечить электромагнитную совместимость в СОДП. Владеть: -владеет компьютерными программами анализа электромагнитных полей.
ПКО-5 ПКО-5.3.	Знать: -схемы электроснабжения объектов СОДП. Уметь: -формировать расчетные схемы определения электромагнитных помех на электрооборудовании. Владеть: -знаниями научных исследований объектов СОДП.	Знать: -способы электромагнитной совместимости объектов СОДП. Уметь: - разрабатывать программы испытания объектов СОДП. Владеть: -правилами выполнения электромагнитной совместимости СОДП.	Знать: - методы корректировки показателей качества электроэнергии. Уметь: - разрабатывать методики испытания объектов СОДП. Владеть: -правилами защит от электромагнитных помех объектов СОДП.
ПКО-5 ПКО-5.4.	Знать: -схемы электроснабжения объектов СОДП. Уметь: -формировать расчетные	Знать: -способы электромагнитной совместимости объектов СОДП.	Знать: - методы корректировки показателей качества электроэнергии.

	схемы определения электромагнитных помех на электрооборудовании. Владеть: -знаниями научных исследований объектов СОДП.	Уметь: - разрабатывать программы испытания объектов СОДП. Владеть: -правилами выполнения электромагнитной совместимости СОДП.	Уметь: - разрабатывать методики испытания объектов СОДП. Владеть: -правилами защит от электромагнитных помех объектов СОДП.
--	--	---	---

2.4.Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания зачета с оценкой:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на высоком уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Опирается на приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы.
оценка «хорошо»	- Один индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, а другие индикаторы достижений компетенций сформированы на среднем уровне; - все индикаторы достижений компетенции сформированы на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы; - один индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, а другие на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Опирается на приобретенными знаниями, умениями и навыками; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности.
оценка «удовлетво-	- Все индикаторы достижений компетенции сформированы на

нительно»	базовом уровне; - один индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, другие на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы.
оценка «неудовлетворительно»	Индикаторы достижений компетенций сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции.

б) Шкала оценивания курсовой работы:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Хорошо ориентируется в методиках расчета технических систем и направлениях исследования. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы работе без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы. Работа выполнена без ошибок.
оценка «хорошо»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками; имеются неточности в формулировании понятий. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности. В работе имеются незначительные ошибки.
оценка «удовлетворительно»	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы. В работе имеются ошибки.
оценка «неудовлетворительно»	Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижений компетенции

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ПКО-2; (ПКО-2.1 ПКО-2.2 ПКО-2.3, ПКО-2.4), ПКО-5 (ПКО -5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- дискуссия
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- практические занятия - лабораторные работы
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- курсовая работа - лабораторные работы
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к зачету с оценкой

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Зачет с оценкой Зачет с оценкой (дифференцированный зачет) проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценки учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту на подготовку – 30 мин.

Курсовые работы

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов. После проверки курсовая работа возвращается студентам для подготовки ее защите.

Защита курсовой работы проводится на экзаменационной сессии и является основанием для допуска студента к зачету. При защите курсовой работы студенты должны ответить на теоретические вопросы по тематике курсовой работы.

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по теме, отведенной на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины). При ответе на вопросы студентам необходимо определить схему дальнейшего решения поставленной задачи. Также при ответе на вопросы необходимо провести анализ напряженно-деформируемого состояния конструкции.

Лабораторная работа

Проведение лабораторных работ позволяет студентам углубить и закрепить теоретические знания, развития навыков самостоятельного экспери-

ментирования. Включает подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, составление схемы-плана опыта, его проведение и описание. Учащиеся приобретают умения и навыки, необходимые им в последующей профессиональной деятельности и способствуют формированию причинно-следственных связей законов физики и исследуемых явлений.

Практические занятия

Проведение практических занятий позволяет студентам углубить и закрепить теоретические знания, развития навыков самостоятельного решения практических задач. Учащиеся приобретают умения и навыки, необходимые им в последующей профессиональной деятельности и способствуют формированию причинно-следственных связей законов и исследуемых явлений.

Вопросы к зачету с оценкой

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Общая характеристика проблем электромагнитной совместимости на железной дороге.
2. Источники помех на железной дороге.
3. Влияние электрических и магнитных полей на человека
4. Электромагнитная совместимость технических средств. Ее значение на работоспособность технических средств.
5. Классификация источников и видов помех.
6. Характеристики основных типов помех.
7. Механизмы генерации и каналы распространения помех.
8. Измерения радиопомех, излучаемых компонентами электрооборудования.
9. Измерения помех от воздушных линий электропередачи.
10. Измерения помех от тяговых подстанций.
11. Локация источников помех на линиях и подстанциях.
12. Экспериментальное определение помехоустойчивости. Выбор видов, степеней жесткости и условий проведения испытаний.
13. Испытания на устойчивость к кондуктивным переходным помехам.
14. Испытания на устойчивость к кондуктивным высокочастотным помехам.
15. Испытания на устойчивость к электростатическим помехам.

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

16. Испытания на устойчивость к магнитным помехам.
17. Испытания на устойчивость к радиочастотным электромагнитным помехам.
18. Испытания на устойчивость к действию помех оборудования вторичных цепей подстанций в условиях эксплуатации.
19. Общие методы испытаний источников радиопомех.
20. Стандартизация в области ЭМС.
21. Помехоподавляющие фильтры. Назначение, характеристики.
22. Ограничители напряжений. Назначение, характеристики.
23. Разделительные элементы. Правила монтажа.
24. Электромагнитные экраны. Назначение. Область применения.
25. Защита силовых и вторичных цепей подстанционного электрооборудования. Мероприятия, выполняемые на стадии проектирования.
26. Мероприятия по ограничению ВЧ перенапряжений и защите от них оборудования на действующих подстанциях.
27. Мероприятия по защите вторичных цепей подстанционного оборудования.
28. Безэховая камера. Назначение. Область применения.

29. Показатели качества электроэнергии

30. Нормативы показателей качества электроэнергии по ГОСТ.

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

Решение задач по пройденным темам