

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 29.03.2023 15:51:42
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a826493dc94556c5758834edc18

**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 28 июня 2022 г. № 1

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала

И.Н. Маланичева

05 июля 2022 г.



**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 2022

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 «Техника и технологии железнодорожного транспорта»

Протокол от «18» июня 2022 г. № 11

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 федеральным государственным образовательным стандартом.

В ходе изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость и средства защиты» у студента должны быть сформированы знания, умения и навыки, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательных программ

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

Индикаторы	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	
ОПК-4.6. Производит оценку взаимного влияния элементов электротехнического оборудования, факторов, воздействующих на его работоспособность, и соответствие требованиям нормативно-технической документации	Знать: - формирование расчетной схемы замещения электромагнитного влияния; - нормативы показателей качества электроэнергии; - 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

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций, индикаторов
Осваиваемая дисциплина		
Б.1.0.37	Электромагнитная совместимость и средства защиты	ОПК-4 (ОПК-4.6.)
Предшествующие дисциплины		
Последующие дисциплины		
Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-4 (ОПК-4.6.)

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	Курс/(семестр)
		5(9)
Общая трудоемкость дисциплины:		
- часов	144	144
- зачетных единиц	4	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	49,75	49,75
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	49,75	49,75
в т.ч.:		
лекции	16	16
практические занятия	16	16
лабораторные работы	16	16
КА	1,5	1,5
КЭ	0,25	0,25
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	8,75	8,75
Самостоятельная работа (всего), часов	85,5	85,5
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	КР

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 стабисторы, ограничительные и переключаательные 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 электромагнитных 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 разъединителя-ми 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)			СР
		ЛК	ЛР	ПЗ	
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	30,5	4	6	4	16,5
Тема 6. Стандартизация в области ЭМС	13,5	2		2	9,5
КА	1,5				
КЭ	0,25				
Контроль	8,75				
Итого	144	16	16	16	85,5

4.3. Тематика практических и/или семинарских занятий

Общая цель занятия: сформировать навыки по технике и технологии измерения помех

Тема практического занятия	Количество часов
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	2
Итого	16

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
Исследование сглаживающего устройства	4
Исследование фильтрующих свойств установок поперечной емкостной компенсации	6
Исследование симметрирующих свойств устройств симметрирования на тяговых подстанциях	6
Итого	16

4.5. Тематика курсовых работ (проектов)

Тема: «Расчет характеристик питания нагрузок в сети электроснабжения».

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
Тема 1. Введение. Общая характеристика проблем ЭМС в электроэнергетике	15	Выполнение курсовой работы, работа 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	16,5	Выполнение курсовой работы, работа с литературой
Тема 6. Стандартизация в области ЭМС	9,5	Выполнение курсовой работы, работа с литературой
Итого	85,5	

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	-
Курсовая работа	1
Промежуточный контроль	
Зачет с оценкой	1
Экзамен	-
Зачет	-

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 : УМК МПС России, 2002. – 638 с. - Режим доступа: https://umczdt.ru/books/44/18644/	Электронный ресурс
7.2. Дополнительная литература				
Л2.1	Бадер М.П.	Электромагнитная совместимость: учебник для вузов ж.д. транспорта	Москва : УМК МПС РФ.- 2002.- 638 с.	40
Л2.2	Шаманов В.И.	Электромагнитная совместимость ж.д. автоматики и телемеханики: учебник	Москва : ФГБОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте.- 2014.- 244с.	20

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Официальный сайт
2. Система дистанционного обучения «Космос»
3. Электронные библиотечные системы
4. Поисковая система «Яндекс» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе освоения дисциплины студенты должны посетить лекционные, лабораторные и практические занятия, участвовать в дискуссиях по установленным темам, проводить самостоятельную работу, выполнить курсовую работу, пройти допуски к экзамену, используя систему дистанционного обучения «Космос», сдать экзамен.

Указания для освоения теоретического и практического материала

1. Обязательное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий по дисциплине с конспектированием излагаемого преподавателем материала в соответствии с расписанием занятий.

2. Получение в библиотеке рекомендованной учебной литературы и электронное копирование рабочей программы с методическими рекомендациями, конспекта лекций.

3. При подготовке к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

4. Рекомендуются следовать советам лектора, связанным с освоением предлагаемого материала, использовать рекомендованные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «интернет», а также использование библиотеки Нижегородского филиала для самостоятельной работы.

10. 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. Компьютерные программы: 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/>

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

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

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - аудитория № 405. Специализированная мебель: столы ученические - 18 шт., стулья ученические - 36 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: переносной экран, переносной проектор, ноутбук. Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций, плакатов.

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа) - Лаборатория «Электротехника, электроника», аудитория № 305. Специализированная мебель: столы ученические - 11 шт., стулья ученические - 25 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт. Вольтметр ВК 7-9 (1 шт.), комплект измерительных приборов (1 шт.). Лабораторные стенды: «Исследование трехфазной цепи по схеме соединения - Звезда» (1 шт.), «Исследование трехфазной цепи по схеме соединения - Треугольник» (1 шт.), «Исследование сложной цепи постоянного тока» (1 шт.), «Исследование электрических приборов» (1 шт.), «Исследование резонанса напряжений» (1 шт.), «Исследование резонанса токов» (1 шт.), «Исследование электрических цепей постоянного тока» - (1 шт.). Учебно-наглядные пособия комплект плакатов (11 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

ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.

Индикатор ОПК-4.6. Производит оценку взаимного влияния элементов электротехнического оборудования, факторов, воздействующих на его работоспособность, и соответствие требованиям нормативно-технической документации.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные работы, практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.6)
Этап 2. Формирование умений	Лабораторные работы, практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.6)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение курсовой работы	ОПК-4 (ОПК-4.6)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита курсовой работы, зачет с оценкой	ОПК-4 (ОПК-4.6)

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	ОПК-4 (ОПК-4.6)	- 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, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов.	устный ответ
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по	ОПК-4 (ОПК-4.6)	- выполнение лабораторных и практических работ	- успешное самостоятельное выполнение лабораторных и практических работ	отчет по лабораторным и практическим работам

образцу)				
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ОПК-4 (ОПК-4.6)	- наличие правильно выполненных курсовых работ	- курсовая работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	курсовая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ОПК-4 (ОПК-4.6)	- 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
ОПК-4 (ОПК-4.6)	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

2.4. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания зачета с оценкой:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Индикатор достижения компетенции сформирован 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. Оперирует 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»	- Индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне; - индикатор достижения компетенции сформирован на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы;

	- индикатор достижений компетенции сформирован на среднем 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. Оперировать 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 «удовлетворительно»	- Индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне; - индикатор достижения компетенции сформирован на базовом 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»	Индикатор достижения компетенции сформирован 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. Оперировать приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы работы 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. Оперировать 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, индикатора	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ОПК-4 (ОПК-4.6)	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

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 экспериментирования. 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.

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.

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.

Оценочные средства

ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.

Тестовые задания

1. Задание

Вставьте пропущенное слово. Электромагнитная совместимость - это _____ электротехнического оборудования работать удовлетворительно в электромагнитной среде и не создавать недопустимого влияния на другое оборудование и жизнь людей

2. Задание

Вставьте через запятую пропущенные слова. При электрическом влиянии принято считать, что во влияющей линии напряжение, а ток

3. Задание

Вставьте пропущенные слова через запятую. При магнитном влиянии принято считать, что во влияющей линии напряжение....., а ток.....

4. Задание

Вставьте пропущенное числовое значение. Допустимое значение напряженности электрического поля для длительности пребывания в нем 3 часа составляет..... кВ/м

5. Задание

Вставьте пропущенное слово. Принцип непрерывности магнитного потока объясняется характером магнитного поля

6. Задание

Вставьте пропущенное слово. Емкость конденсатора пропорциональна расстоянию между его обкладками

7. Задание

Вставьте пропущенное слово. При расчете мешающих влияний все ЭДС, определенные для разных частот, приводятся к эталонной частоте, значение которой составляет ... Гц.

8. Задание

Введите пропущенное выражение. ГОСТ 32144-2013 называется «Нормы..... в системах электроснабжения общего назначения»

9. Задание

Назовите самый эффективный способ повышения напряжения в контактной сети с помощью установок:

- Продольной емкостной компенсации;
- РПН трансформаторов;
- Нерегулируемой Поперечной емкостной компенсации;
- Регулируемой поперечной емкостной компенсации.

10. Задание

Вставьте пропущенное выражение. Метод расчета потенциалов, наводимых электрическим полем влияющей линии в смежной линии относительно земли, называется «метод»

11. Задание

Вставьте пропущенное слово. Нормально допустимое значение коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности согласно ГОСТ 32144-20137 составляет ____ %

12. Задание

Вставьте пропущенное слово. Предельно допустимое значение коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности согласно ГОСТ 13109-97 составляет ____%

13. Задание

Вставьте пропущенное слово. При применении 6-ти фазных выпрямителей на подстанциях постоянного тока при питании их от симметричных ЛЭП переменного тока частота гармоник кратна ... Гц

14. Задание

Вставьте пропущенное слово. При применении 12-ти фазных выпрямителей на подстанциях постоянного тока при питании их от симметричных ЛЭП переменного тока частота гармоник кратна ... Гц

15. Задание

Вставьте пропущенное слово. При расчете мешающего влияния за расчетный режим берется _____ режим работы влияющей линии

16. Задание

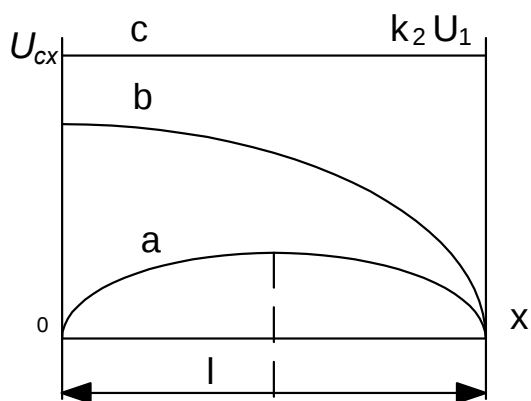
Закончите фразу. Максимальное магнитное влияние на смежные линии связи из ЛЭП переменного тока оказывает ...

- однопроводная
- двухпроводная однофазная
- трехфазная трехпроводная
- трехфазная четырехпроводная

17. Задание

Закончите фразу. На рисунке представлены кривые распределения потенциалов, наведенных электрическим полем влияющей линии в воздушной

смежной линии связи при различных режимах ее работы. Нижняя кривая относится к режиму ...



воздушная линия связи заземлена с двух сторон

воздушная линия связи заземлена в начале и изолирована в конце

воздушная линия связи изолирована в начале и заземлена в конце

воздушная линия связи изолирована с двух сторон

18. Задание

Закончите фразу. Про оболочку кабеля и магнитное поле, наведенное влияющим проводом в однопроводной линии связи, можно сказать следующее ...

Оболочка увеличивает влияние в 5-10 раз

Оболочка уменьшает влияние в 100-10 раз

Оболочка увеличивает влияние в 100-10 раз

Оболочка уменьшает влияние в 5-10 раз

Оболочка не оказывает никакого влияния

19. Задание

Закончите фразу. Для определения уровня шума, наводимого ЛЭП трехфазного тока, проложенной вдоль линии связи и содержащей гармоники, необходимо сначала найти значения наведенных напряжений шума от К-той гармоники в линии связи от каждой фазы U_{AK} , U_{BK} , U_{CK} и затем

найти среднее арифметическое значение

сложить полученные значения геометрически

сложить полученные значения алгебраически

перемножить полученные значения

20. Задание

Закончите фразу. Редукционные трансформаторы применяются для...

для защиты кабельных линий связи от электрического влияния

для защиты кабельных линий связи от магнитного влияния

для защиты воздушных линий связи от магнитного влияния

для защиты воздушных линий связи от электрического влияния

21. Задание

Закончите фразу. Нормально допустимое значение коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности согласно ГОСТ 32144-2013 составляет...

2% для всех классов (ступеней) напряжения

4% для всех классов (ступеней) напряжения

2% для классов (ступеней) напряжения 27,5-35 кВ, 4% для ступеней напряжения 110-220 кВ

4% для классов (ступеней) напряжения 27,5-35 кВ, 2% для напряжения 110-220 кВ

22. Задание

Закончите фразу. Человек, находящийся под проводами ЛЭП СВН, подвергается наибольшей опасности при прикосновении рукой к ...

кустарнику

сельскохозяйственному орудю на гусеничном ходу

сельскохозяйственному орудю на резиновых колесах

23. Задание

Выберите один или несколько правильных вариантов и закончите фразу. Наиболее эффективно регулировать напряжение в следующих электроустановках районных потребителей энергосистемы.....

генераторы электрических станций

повышающие трансформаторы электростанций

трансформаторы районных подстанций

линии электропередачи

24. Задание

Закончите фразу, используя предлагаемые варианты ответа. Заряд фазы ВЛ 750 кВ и заряд фазы одиночного провода ВЛ 220 кВ взаимосвязаны соотношением

заряд фазы ВЛ 750 кВ в 5-8 раз больше заряда ВЛ 220 кВ

заряд фазы ВЛ 750 кВ в 5-8 раз меньше заряда ВЛ 220 кВ

заряд фазы ВЛ 750 кВ в 15-20 раз меньше заряда ВЛ 220 кВ

заряд фазы ВЛ 750 кВ в 15-20 раз больше заряда ВЛ 220 кВ

25. Задание

Закончите фразу, используя предлагаемые варианты ответы. В ГОСТ 32144-2013 не записан

коэффициент искажения синусоидальности формы кривой тока

коэффициент искажения синусоидальности формы кривой напряжения

коэффициент n-ной гармонической составляющей напряжения

коэффициент n-ной гармонической составляющей тока

коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности

доза фликера

коэффициент мощности

26. Задание

Закончите фразу, используя предлагаемые варианты ответа. Включение фильтрокомпенсирующего устройства поперечной емкостной компенсации не влияет на ...

коэффициент искажения синусоидальности формы кривой тока

коэффициент искажения синусоидальности формы кривой напряжения

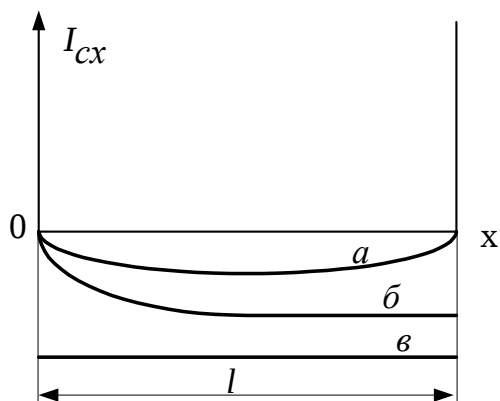
коэффициент n -ной гармонической составляющей напряжения
отклонение частоты
отклонение напряжения

27. Задание

Почему фильтрокомпенсирующую установку включают в отстающую фазу
тяговой подстанции переменного тока
для эффективного снижения потерь мощности
для снижения несимметрии
для выполнения требований энергосистемы

28. Задание

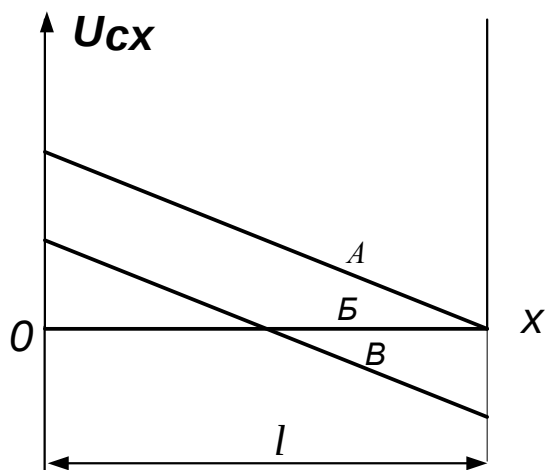
Закончите фразу, используя предлагаемые варианты ответа. На рисунке представлены кривые распределения токов, наведенных магнитным полем влияющей линии в воздушной смежной линии при 3^х режимах ее работы. Расчетному режиму «ВЛ изолирована с двух сторон»



соответствует кривая с индексом "а"
соответствует кривая с индексом "б"
соответствует кривая с индексом "в"
не соответствует ни одна из кривых

29. Задание

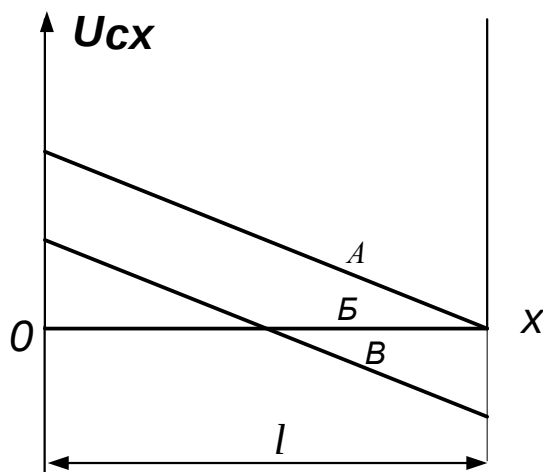
Закончите фразу, используя предлагаемые варианты ответа. На рисунке представлены кривые распределения потенциалов, наведенных магнитным полем влияющей линии в воздушной смежной линии при 3^х режимах ее работы. Кривая, обозначенная индексом "А" соответствует режиму



линия связи изолирована в начале и в конце
 линия связи заземлена в начале и в конце
 линия связи изолирована в начале и заземлена в конце
 линия связи заземлена в начале и изолирована в конце

30. Задание

Закончите фразу, используя предлагаемые варианты ответа. На рисунке представлены кривые распределения потенциалов, наведенных магнитным полем влияющей линии в воздушной смежной линии при 3^х режимах ее работы. Кривая, соответствующая режиму “линия связи изолирована от земли”,



обозначена индексом "А"

обозначена индексом "Б"

обозначена индексом "В"

отсутствует на рисунке

31. Задание

Выстройте частоты высших гармонических составляющих в порядке возрастания соответствующего им коэффициента акустического воздействия

- 1: 50 Гц
- 2: 400 Гц
- 3: 600 Гц
- 4: 1400 Гц
- 5: 1000 Гц
- 6: 800 Гц

32. Задание

Укажите типы ЛЭП переменного тока в порядке возрастания магнитного влияния, оказываемого ими на смежные линии связи

- 3: Однопроводная однофазная ЛЭП (наибольшее влияние)
- 1: Двухпроводная однофазная ЛЭП
- 2: Трехфазная трехпроводная ЛЭП

33. Задание

Почему фильтрокомпенсирующую установку включают на посту секционирования?

- для снижения потерь мощности,
- для повышения напряжения в контактной сети,

для снижения потерь мощности и для повышения напряжения в контактной сети.

34. Задание

Расставьте наименования расчетных режимов работы смежной линии в порядке уменьшения наведенных потенциалов $U_{сх}$ при электрическом влиянии ЛЭП переменного тока

3: Смежная линия заземлена двумя концами (уменьшенный наведенный потенциал)

2: Смежная линия заземлена одним концом

1: Смежная линия изолирована от земли

35. Задание

Расставьте наименования расчетных режимов работы смежной линии в порядке возрастания наведенных потенциалов $U_{сх}$ в начале смежной линии при магнитном влиянии трехфазной ЛЭП переменного тока

3: Смежная линия изолирована в начале и заземлена в конце

2: Смежная линия изолирована от земли

1: Смежная линия заземлена с двух сторон

36. Задание

Расставьте схемы выпрямления в порядке увеличения числа высших гармоник, генерируемых в питающую сеть, при условии симметрии питающих напряжений

2: 12-ти импульсная схема

3: 6-ти импульсная схема

1: 24-х импульсная схема

37. Задание

На какую частоту настраивают установку поперечной емкостной компенсации в тяговой сети переменного тока

142 Гц,

150 Гц,

152 Гц

38. Задание

Расположите нормативные документы в области электромагнитной совместимости в порядке возрастания их значимости

3: Федеральный закон "Об электромагнитной совместимости"

4: Федеральный закон "Об электроэнергетике"

1: "Правила защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияний линий электропередачи"

2: ГОСТ 32144-2013 "Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения"

39. Задание

Степень опасности поражения электрическим током при прочих равных

условиях зависит от вида электроинструмента, одежды или обуви, используемых человеком. Расположите нижеприведенные виды электросопротивлений в порядке увеличения опасности поражения

2: Одежда сухая

1: Изолированный монтерский инструмент

5: Обувь на кожаных подметках, влажная

3: Обувь сухая или с профилированными подметками из изоляционного материала

4: Рабочая одежда с мокрыми участками

40. Задание

Расположите варианты норм максимально допустимой напряженности электрического поля при пересечении различных типов местности и ЛЭП СВН в порядке возрастания их величины

1: Норма на участках пересечения ЛЭП и населенной местности в пределах садов и огородов

2: Норма на участках пересечения автодорог с ВЛ СВН

3: Норма на участках пересечения ЛЭП и ненаселенной местности над пашнями и выгонами

4: Норма для загороженных и труднодоступных участков, где нельзя использовать машины и механизмы

41. Задание

Свяжите виды влияния и вызывающие их причины

Электрическое влияние	Напряжение во влияющей линии
-----------------------	------------------------------

Магнитное влияние	Ток во влияющей линии
-------------------	-----------------------

Гальваническое влияние	Протекание блуждающего тока в земле
------------------------	-------------------------------------

Изоляция от земли линии, подверженной влиянию

Короткое замыкание во влияющей линии

42. Задание

Свяжите виды влияния и типы линий связи, на который данный вид влияния не действует

Электрическое влияние	Все кабельные линии связи, независимо от количества проводов
-----------------------	--

Магнитное влияние	Хорошо экранированные кабельные линии связи
-------------------	---

Гальваническое влияние	Двухпроводные воздушные линии связи
------------------------	-------------------------------------

Однопроводные воздушные линии связи

43. Задание

Свяжите между собой названия нормативных документов в области ЭМС и содержащиеся в них положения

ФЗ "Об электромагнитной совместимости"	Необходимость обязательной сертификации всех мощных
--	---

ГОСТ 32144-2013

источников электромагнитных излучений

Требования к периодичности и приборам контроля ПКЭ

Правила защиты устройств проводной связи и проводного вещания от опасных и мешающих влияний ЛЭП

Нормы, расчетные формулы и расчетные режимы для определения U_{Σ} , U_m , U_{Γ}

Санитарные нормы и правила

Нормы длительности воздействия и величин разрядных токов через тело человека

44. Задание

Расшифруйте (дать формулы) обозначения показателей качества электрической энергии согласно ГОСТ 32144-2013

Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности

K_{2U}

Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности

K_{0U}

Размах изменения напряжения

δU_t

Коэффициент искажения синусоидальности напряжения кривой

K_U

45. Задание

Свяжите термины и соответствующие им единицы измерения

Напряженность электрического поля

В/м

Электрическая индукция

Кл/кв.м

Напряженность магнитного поля

А/м

Магнитная индукция

Тл

Кл/м

В/кв.м

Кл

46. Задание

Закончите фразу, вставив недостающее слово. Напряжение шума (или мешающее напряжение) также носит название _____ напряжение

47. Задание

Укажите, какие из указанных режимов работы влияющей линии являются расчетными для определения опасных и мешающих напряжений

Опасное напряжение

Вынужденный режим + режим короткого замыкания

Мешающее напряжение

Нормальный режим + режим

короткого замыкания
 Нормальный режим + вынужденный режим
 Режим короткого замыкания
 Вынужденный режим

48. Задание

Свяжите длительность пребывания в электрическом поле с допустимыми нормами напряженности на высоте роста человека

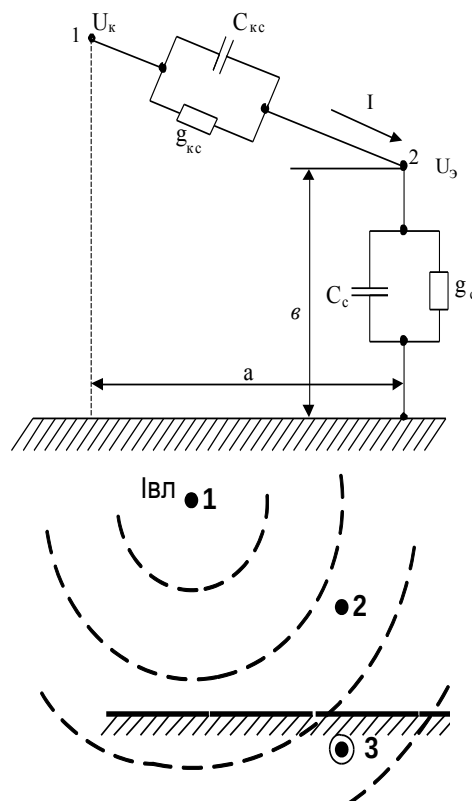
	20 мин
	4 часа
	2 часа
5 кВ/м	8 часов
10 кВ/м	3 часа
15 кВ/м	1,5 часа
20 кВ/м	10 мин

53. Задание

Свяжите названия видов электромагнитного влияния и соответствующие им расчетные схемы

Электрическое влияние?
 Магнитное влияние?
 Гальваническое?

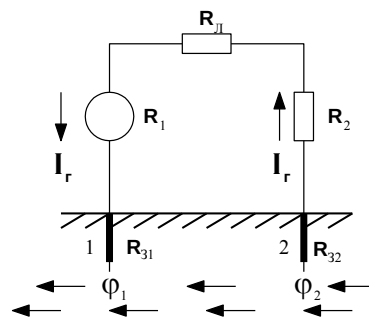
Магнитное влияние?
 Электрическое влияние?



Гальваническое влияние?

Электрическое?

Магнитное?



Вопросы для подготовки к тестовым заданиям:

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.
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