

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

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине
«Электромагнитная совместимость и средства защиты в СЖАТ»
(Б1.В.20)

для специальности
23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации
«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,

Санкт-Петербург
2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Оценочные материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры
«Автоматика и телемеханика на ж.д.»
Протокол №5 от «22» марта 2023 г.

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

«22» 03 2023 г.



А.Б. Никитин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«22» 03 2023 г.



А.Б. Никитин

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы приведены в таблице 2 рабочей программы.

2. Задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Перечень материалов, необходимых для оценки индикатора достижения компетенций, приведен в таблице 1.

Т а б л и ц а 2.1

Для очной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования		
ОПК-1.1.2 Знает основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений	Обучающийся <i>знает</i> : - актуальность и суть проблемы ЭМС, касающейся систем обеспечения движения поездов; - теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения; - методы вычислительных экспериментов с целью получения данных для выполнения вероятностных расчетов	Вопросы к зачету №1-5,11,19-45 Практические задания №1-6 Лабораторные работы №1,2 Тестовые задания № 1,2,3 Курсовая работа
ОПК-1.2.1 Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся <i>умеет</i> - использовать теорию вероятностей и математическую статистику для синтеза параметрических моделей ЭМС; - применять математические законы и предельные теоремы теории вероятностей к решению задач ЭМС	Вопросы к зачету №6-16, 26, 28, 29, 32 Лабораторные работы №1,2 Тестовые задания №№1, 2, 3 Курсовая работа
ОПК-1.2.2 Умеет применять методы математического ана-	Обучающийся <i>умеет</i> - применять метод Монте-	Вопросы к зачету №15, 17, 18, 28, 29

лиза и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	Карло для проведения модельных экспериментов с целью получения вероятностных характеристик элементов систем, необходимых для расчетов ЭМС и обоснования принятия решений по критерию вероятностных нормативов.	Лабораторные работы №№1,2 Тестовые задания №№1, 2, 3 Курсовая работа
---	--	--

Для заочной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования		
ОПК-1.1.2 Знает основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений	Обучающийся <i>знает</i> : - актуальность и суть проблемы ЭМС, касающейся систем обеспечения движения поездов; - теоретические основы, методы и средства ЭМС систем обеспечения движения поездов и возможности их практического применения; - методы вычислительных экспериментов с целью получения данных для выполнения вероятностных расчетов	Вопросы к зачету №1-5,11,19-45 Лабораторные работы №1,2 Тестовые задания № 1,2,3 Курсовая работа
ОПК-1.2.1 Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся <i>умеет</i> - использовать теорию вероятностей и математическую статистику для синтеза параметрических моделей ЭМС; - применять математические законы и предельные теоремы теории вероятностей к решению задач ЭМС	Вопросы к зачету №6-16, 26, 28, 29, 32 Лабораторные работы №1,2 Тестовые задания №№1, 2, 3 Курсовая работа
ОПК-1.2.2 Умеет применять методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	Обучающийся <i>умеет</i> - применять метод Монте-Карло для проведения модельных экспериментов с целью получения вероятностных характеристик элементов систем, необходимых для расчетов ЭМС и обоснования принятия решений по критерию вероятностных нормативов.	Вопросы к зачету №15, 17, 18, 28, 29 Лабораторные работы №№1,2 Тестовые задания №№1, 2, 3 Курсовая работа

Материалы для текущего контроля

Для проведения текущего контроля по дисциплине обучающийся должен выполнить следующие задания:

- 1.Лабораторные работы
- 2.Тесты

Перечень и содержание лабораторных работ

Лабораторная работа №1 – Изучение принципа действия и конструктивных особенностей ключевого защитного устройства (КЗУ)

- 1) Изучить принцип действия КЗУ, его вольт-амперную характеристику.
- 2) Определить уровень и длительность приложения избыточного напряжения к защищаемой нагрузке.
- 3) Рассмотреть схему включения КЗУ и определить области его применения.

Лабораторная работа №2 – Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Часть 1. Изучение вероятностного метода обеспечения электромагнитной совместимости элементов и процессов по параметрическому критерию.

- 1) Определить закон распределения случайной величины порогового напряжения и его числовые характеристики методом Монте-Карло.
- 2) С учетом полученных сведений построить графическую и математическую модели параметрической совместимости ключевого защитного устройства (КЗУ) с питающим напряжением.
- 3) Вычислить вероятность ложной работы КЗУ при случайных отклонениях напряжения питания, используя математическую модель параметрической совместимости и характеристику дисперсии порога срабатывания КЗУ. Дать уточненную экспертную оценку оптимальности параметрической совместимости порогового, питающего, допустимого напряжения устройства.
- 4) Разработать рекомендации по оптимизации параметрической совместимости питающего, порогового, допустимого напряжений, дать заключение о готовности изделия к серийному производству по критерию ЭМС

Лабораторная работа №3 Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Часть 2. Изучение экспериментальными методами исследовать свойства основных теорем теории вероятностей, используемых в параметрических моделях ЭМС.

- 1) Экспериментально определить реализацию центральной предельной теоремы теории вероятностей в задаче определения статистических свойств порогового напряжения цепи из нескольких стабилитронов.
- 2) Экспериментально определить зависимости числовых характеристик абсолютных и относительных погрешностей от объема выборки наблюдений.

Лабораторная работа №4 – Изучение особенностей молниевых поражений изоляции кабелей без металлопокрова

- 1) Рассмотреть кабели без металлопокрова, применяющиеся в системах автоматики и связи.

2) Изучить механизм молниевых пробоя изоляции кабеля без металлопокрова, расположенного радиально заземлителю.

3) Рассмотреть (на физических образцах) отличительные особенности механизма пробоя гидрофобизированных и негидрофобизированных кабелей.

Лабораторная работа №5– Изучение принципа действия, разновидностей и конструктивных особенностей разрядников

- 1) Изучить принцип действия разрядников, их вольт-амперную характеристику.
- 2) Изучить (на физических образцах) разновидности разрядников, их конструктивные особенности.
- 3) Изучить способы защиты разрядников от подхвата током рабочего источника.
- 4) Изучить достоинства и недостатки разрядников, схемы их включения.

Лабораторная работа №6– Изучение принципа действия, разновидностей и конструктивных особенностей варисторов

- 1) Изучить принцип действия варисторов, их вольт-амперную характеристику.
- 2) Изучить (на физических образцах) разновидности варисторов, их конструктивные особенности.
- 3) Изучить достоинства и недостатки варисторов, схемы их включения.

Лабораторная работа №7 – Изучение разновидностей и конструктивных особенностей модульно-стержневых заземлителей

- 1) Изучить (на физическом образце) назначение каждого элемента модульно-стержневого заземлителя (МСЗ).
- 2) Дать сравнительную оценку вариантов антикоррозионного покрытия элементов МСЗ.
- 3) Рассмотреть технологию погружения МСЗ.

Лабораторная работа №8– Изучение методов и средств измерения сопротивления заземления

- 1) Изучить методы измерения удельного электрического сопротивления земли.
- 2) Изучить методы и приборы измерения сопротивления заземления.
- 3) Изучить требования безопасности при производстве измерений.

Примечание: на каждую лабораторную работу отводится 4 часа, из них 2 часа на выполнение работы и 2 часа на обсуждение результатов

Тестовые задания

Тестовое задание № 1

1. Как определяется понятие «электромагнитная помеха» (ЭМП)?
 - a. Любой нежелательный электромагнитный процесс.
 - b. Нежелательное воздействие электромагнитной энергии, способное ухудшить качество функционирования объекта.
 - c. Нежелательное воздействие электромагнитной энергии, вызывающее отказ объекта.
2. Как определяется понятие «электромагнитная совместимость» (ЭМС)?
 - a. Как свойство объекта не создавать электромагнитные помехи для других объектов.
 - b. Как свойство объекта не реагировать на электромагнитные помехи от других объектов.

- c. Как свойство объекта не создавать электромагнитные помехи для других объектов и не реагировать на электромагнитные помехи от других объектов.
 - d. Как способность объекта одновременно и совместно функционировать в реальных условиях эксплуатации при воздействии непреднамеренных помех и не допускать непреднамеренных помех другим объектам.
- 3. Как определяется понятие «кондуктивная помеха»?
 - a. Электромагнитная помеха, возникающая при коммутации емкостной нагрузки.
 - b. Электромагнитная помеха, возникающая при коммутации любых индуктивных нагрузок.
 - c. Электромагнитная помеха, имеющая проводной механизм связи между источником и рецептом.
 - d. Электромагнитная помеха, имеющая полевой механизм связи между источником и рецептом.
- 4. Методы определения вероятностного норматива ЭМС?
 - a. Метод экспертных оценок.
 - b. Метод проб и ошибок.
 - c. Экономический метод Брауна.
 - d. Метод Лапласа.
- 5. Методы определения проектно-конструкторского норматива ЭМС?
 - a. Метод с использованием статистических моделей типа «возмущение – противодействие».
 - b. Метод экспертных оценок.
 - c. Метод проб и ошибок.
 - d. Метод Декарта.
- 6. Можно ли применить ключевое защитное устройство (КЗУ) для защиты нагрузки от мощных импульсных помех (МИП) по цепям питания?
 - a. Нет, допускается защита устройств от МИП только в информационных цепях.
 - b. Да, без ограничения условий применения.
 - c. Да, но при условии относительно высокого внутреннего сопротивления источника питания.
 - d. Да, если источник питания постоянного тока.
- 7. Роль стабилизаторов в ключевом защитном устройстве (КЗУ)?
 - a. Стабилизировать уровень перенапряжения на нагрузке.
 - b. Обеспечить заданный порог ограничения перенапряжения.
 - c. Рассеять избыточную энергию перенапряжения.
 - d. Обеспечить возможность применения КЗУ в цепях питания переменного тока.
- 8. Какими параметрами КЗУ определяется уровень избыточного напряжения на защищаемой нагрузке при воздействии мощной импульсной помехи?
 - a. Номинальным током силовых диодов.
 - b. Допустимым уровнем обратного напряжения развязывающих диодов.
 - c. Пороговым напряжением цепи стабилизаторов.
 - d. Допустимым уровнем обратного напряжения силовых диодов.
- 9. В чем состоит актуальность проблемы качества электроэнергии?

- a. В чрезвычайно широком применении электроэнергии во всех областях человеческой деятельности.
 - b. В значительных потерях, обусловленных некачественной электроэнергией.
 - c. В желании производителей продукции уменьшить расход электроэнергии.
 - d. Актуальность обусловлена возросшими потребностями людей.
10. Как влияет отклонение питающего напряжения на ресурс ламп накаливания?
- a. При увеличенном на 10% напряжении срок службы снижается на тоже на 10%.
 - b. При увеличенном на 10% напряжении срок службы снижается на тоже на 20%.
 - c. При увеличенном на 10% напряжении срок службы снижается в 2 раза.
 - d. При увеличенном на 10% напряжении срок службы снижается в 4 раза.
 - e. При увеличенном на 10% напряжении срок службы практически не меняется.

Тестовое задание 2

1. Какова средняя интенсивность молниевых разрядов в поверхность Земли?
 - a. 100 разрядов в минуту.
 - b. 100 разрядов в секунду.
 - c. 100 разрядов в час.
2. Сравнительные свойства тепловых и фронтальных гроз?
 - a. Тепловые грозы более продолжительные с фронтальными.
 - b. Фронтальные грозы более продолжительные с тепловыми.
 - c. Тепловые и фронтальные грозы по продолжительности примерно одинаковы.
3. Какова средняя скорость восходящих потоков воздуха, при которой происходит электризация нижней части облака?
 - a. 80 м/с.
 - b. 42 м/с
 - c. 8 м/с
 - d. 2 м/с
4. Какой физический принцип лежит в основе образования и разделения зарядов капли воды в области положительных температур грозового облака?
 - a. Заряженная отрицательно за счет трения восходящим потоком воздуха поверхность капли срывается в виде водяной пыли и уносится вверх, а более тяжелая положительно заряженная центральная часть капли отстает и группируется с аналогичными частицами других капель.
 - b. Заряженная положительно за счет трения восходящим потоком воздуха поверхность капли срывается в виде водяной пыли и уносится вверх, а более тяжелая отрицательно заряженная центральная часть капли отстает и группируется с аналогичными частицами других капель.
 - c. При объединении микрочастиц испарении воды в каплю происходит её поляризация с одним знаком на поверхности и противоположным в центре, затем восходящим потоком воздуха поверхность капли срывается в виде водяной пыли и уносится вверх, а более тяжелая центральная часть капли отстает и группируется с аналогичными частицами других капель.

5. Какой физический принцип лежит в основе образования и разделения зарядов в области отрицательных температур грозового облака?
- Заряженная отрицательно за счет различной подвижности ионов H^+ и OH^- в процессе охлаждения поверхностная оболочка капли разрывается на мелкие осколки при расширении в процессе замерзания положительно заряженной её центральной части, восходящим потоком воздуха легкие осколки уносятся вверх, а более тяжелая центральная часть капли отстает и группируется с аналогичными частицами других капель.
 - Заряженная положительно за счет различной подвижности ионов H^+ и OH^- в процессе охлаждения поверхностная оболочка капли разрывается на мелкие осколки при расширении в процессе замерзания отрицательно заряженной её центральной части, восходящим потоком воздуха легкие осколки уносятся вверх, а более тяжелая центральная часть капли отстает и группируется с аналогичными частицами других капель.
6. Какой действует механизм отрывания электрона от атома внешним электрическим полем?
- Механизм квантовой физики.
 - Механизм фотоэмиссии.
 - Механизм ударной ионизации атомов газа.
 - За счет тепловой энергии окружающей среды.
7. Сколько импульсов может содержать многокомпонентная молния?
- До двух.
 - До тридцати.
 - До трехсот.
8. В чем опасность высокой скорости нарастания тока молнии?
- Возрастают разрушительные свойства молнии.
 - Увеличивается пожароопасность молниевых разрядов.
 - Затрудняется канализация тока молнии через элементы заземляющих устройств.
9. Какие значения имеют основные стандартизованные параметры импульса тока, имитирующие молнию, используемые для испытаний объектов на молниестойкость?
- Крутизна тока – $10^3 A/c$, максимальное значение тока - 2 кА, длительность импульса на уровне полуспада – 10 мкс
 - Крутизна тока - $10^{11} A/c$, максимальное значение тока - 200 кА, длительность импульса на уровне полуспада – 300 мкс
 - Крутизна тока – $10^{19} A/c$, максимальное значение тока - 500 кА, длительность импульса на уровне полуспада – 900 мкс
10. Какой способ воздействия молниевых процессов по цепям питания на устройства числовой кодовой автоблокировки оказывает наиболее разрушающим?
- Индуктивный, с использованием трансформаторной связи.
 - Кондуктивный, с использованием падения напряжения на заземлителе при протекании по нему тока молнии.
 - Емкостной, с использованием проходной емкости трансформатора
11. Какова величина джоулева интеграла молниевых процессов, приводящая к плавлению жилы кабеля типа СБПу?

- a. Около 5 000 А²с.
 - b. Около 65 000 А²с.
 - c. Около 110 000 А²с.
12. Каковы причины пробоя изоляции питающих кабелей без металлопокрова, расположенных радиально молниевым заземлителям?
- a. Недостаточная импульсная стойкость изоляции кабелей.
 - b. Из-за линейного изменения потенциала в жиле кабеля и нелинейного – на оболочке кабеля при протекании молниевых тока по жиле и в грунте.
 - c. Из-за нелинейного изменения потенциала в жиле кабеля и линейного – на оболочке кабеля при протекании молниевых тока по жиле и в грунте.
13. Чем обусловлена каскадность в молниезащите слаботочных устройств СЦБ и связи?
- a. Экономией затрат на молниезащиту.
 - b. Обеспечением высокой надежности молниезащиты.
 - c. Сложностью качественного ограничения молниевых процессов при одноступенчатой защите.
14. Какие приборы защиты используются в 1, 2, 3 каскадах?
- a. Варистор, разрядник, стабилитрон.
 - b. Варистор, стабилитрон, разрядник.
 - c. Стабилитрон, варистор, разрядник.
 - d. Стабилитрон, разрядник, варистор.
 - e. Разрядник, стабилитрон, варистор.
 - f. Разрядник, варистор, стабилитрон.
15. Какие причины несанкционированного срабатывания плавких предохранителей?
- a. Износ плавкой вставки.
 - b. Наличие помех в защищаемой цепи.
 - c. Вмешательство обслуживающего персонала.
 - d. Перепады температуры.
16. Какие функции заземляющих устройств в системах железнодорожной автоматики и связи?
- a. Защитная, опорная, измерительная.
 - b. Молниезащитная, рабочая, контрольная.
 - c. Защитная, молниезащитная, измерительная.
 - d. Защитная, молниезащитная, рабочая, измерительная.
17. Какое нормативное сопротивление заземления в системах ж.д. автоматики и связи принято в качестве нормативного?
- a. 0,1-1,0 Ом.
 - b. 2-3 Ом.
 - c. 4-10 Ом.
 - d. 10-14 Ом.
 - e. 14-20 Ом.
18. В чем причина применения в системах ж.д. автоматики и связи систем электропитания с изолированными от земли цепями?
- a. Меньше затрат на строительство.
 - b. Проще контролировать исправность сети
 - c. Повышение надежности электроснабжения потребителей.

- d. Традиции в проектировании.
19. Дайте сравнительную оценку электробезопасности имеющих и не имеющих связи с землей сетей электропитания.
- a. Сеть электропитания, имеющая связь с землей, безопаснее для людей по сравнению с сетью, не имеющей связи с землей.
 - b. Сеть электропитания, не имеющая связи с землей безопаснее для людей по сравнению с сетью, имеющей связь с землей.
 - c. Оба варианта сетей безопасны.
 - d. Оба варианта сетей опасны в равной степени.
20. Какие преимущества модульно-стержневых заземлителей?
- a. Уменьшение затрат металла.
 - b. Повышение технологичности строительства и ремонта.
 - c. Увеличение ресурса заземлителей.
 - d. Облегчение процедуры контроля сопротивления заземления.
21. Какое из антикоррозионных покрытий железной основы заземлителя обладает наилучшими свойствами?
- a. Медное покрытие по гальванической технологии.
 - b. Цинковое покрытие по гальванической технологии.
 - c. Цинковое покрытие по термодиффузионной технологии.
 - d. Все электропроводящие антикоррозионные покрытия примерно одинаково эффективны.
22. Какой метод измерения сопротивления заземления получил распространение?
- a. Метод измерения характеристик электромагнитного поля с последующим пересчетом в сопротивление заземления.
 - b. Метод Кирхгофа.
 - c. Метод амперметра-вольтметра.
 - d. Метод контурных токов.

Тестовое задание 3

1. В каком пространстве рассматриваются задачи ЭМС в радиосвязи?
- a. Частота, фаза, время.
 - b. Частота, время, пространственные координаты.
 - c. Время, пространственные координаты.
2. Какие меры обеспечения ЭМС радиосвязи с точки зрения использования радиочастотного ресурса?
- a. Организационно-технические, системотехнические, конструкторско-технологические меры.
 - b. Организационно-методические, схемотехнические, конструкторско-технологические меры.
 - c. Организационно-технические, эргономические, конструкторско-технологические меры.
 - d. Организационно-технические, системо- и схемотехнические, конструкторско-технологические меры.
3. Какие основные источники опасных помех для приемников рельсовых цепей (РЦ)?
- a. Контактные,
 - b. Любые источники электромагнитных помех.

- с. Источники питания смежных РЦ, внешние сети 50 Гц, средства электротяги.
- 4. Как можно защитить приемник РЦ от источника смежной РЦ в кодовых рельсовых цепях?
 - а. Путем применения резонансного фильтра.
 - б. Используя разные частоты в смежных РЦ.
 - с. Используя разные коды в смежных РЦ.
 - д. Используя инверсную мгновенную полярность переменного тока в смежных РЦ.
 - е. С помощью инерционных свойств приемного устройства РЦ.
- 5. Как можно защитить приемник РЦ от источника смежной РЦ в станционных непрерывных рельсовых цепях 50 и 25 ГЦ?
 - а. Используя противоположные фазы переменного тока в смежных РЦ и фазочувствительный приемник.
 - б. С помощью резонансного фильтра.
 - с. Используя явление феррорезонанса.
 - д. Путем применения приемника с высоким уровнем порога срабатывания.
- 6. Как можно защитить приемник РЦ от опасных помех, возникающих при работе преобразователей для асинхронных тяговых двигателей?
 - а. Путем повсеместного применения тональных РЦ.
 - б. Путем перевода РЦ с непрерывным режимом питания в импульсный режим.
 - с. С помощью фильтров, отсекающих помехи от асинхронных тяговых двигателей.
 - д. С помощью цифровой обработки сигналов на приемном конце РЦ.
- 7. Как «солнечный ветер» влияет на надежность работы РЦ?
 - а. Такое влияние является гипотетическим, в практике не наблюдалось.
 - б. Возникающий в рельсах при солнечном ветре квазипостоянный ток подмагничивает сердечники путевых трансформаторов РЦ, затрудняя передачу сигнала от источника к приемнику РЦ.
 - с. Вследствие наложения тока в РЦ от солнечного ветра на сигнальный ток при совпадении частот и инверсных фазах возникает ослабление сигнала на приемнике.
- 8. Цель Директивы ЭМС, принятой ЕЭС в 1989 году?
 - а. Сконцентрировать международные усилия в решении проблем ЭМС.
 - б. Усилить работу над стандартами в области ЭМС.
 - с. Унифицировать свойства помехоэмиссии и помехоустойчивости устройств продукции Евросоюза.
 - д. Зафиксировать систему санкций для производителей продукции, не удовлетворяющих условиям ЭМС.
- 9. Роль стандартов в обеспечении ЭМС продукции?
 - а. Стандарты отражают наилучшие решения в области ЭМС.
 - б. Стандарты позволяют оценить надежность продукции по критерию ЭМС.
 - с. Ценность стандартов связана с изложением в них процедур испытаний продукции на ЭМС.
 - д. Наиболее важную роль стандарты выполняют при судебных разбирательствах причин несоответствия продукции требованиям ЭМС.
- 10. Что такое МЭК?

- a. Международная экспертная комиссия.
 - b. Международный экспертный комитет.
 - c. Международный электротехнический комитет.
 - d. Международная электротехническая комиссия.
11. Что такое «гармонизация стандартов»?
- a. Процесс обсуждения стандартов.
 - b. Унификация национальных стандартов.
 - c. Совершенствование стандартов.
 - d. Внедрения стандартов на предприятиях.
12. Какая организация является головной по вопросам стандартизации (в т.ч. и ЭМС) в России?
- a. ВНИИСтандарт.
 - b. Государственный центр стандартизации, сертификации и метрологического обеспечения.
 - c. Министерство стандартизации.
 - d. Госстандарт Российской Федерации.
- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии России

Материалы для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету

Для очной (7 семестр/4 курс)/заочной (4 курс) формы обучения

1. Основные понятия и определения: семантика терминов *электромагнитная совместимость (ЭМС)*, *помеха*, *помехоустойчивость*, *помехозащищенность*. Привести примеры. (ОПК-1.1.2)
2. Основные понятия и определения: *кондуктивная помеха и помеха излучения; непрерывная, кратковременная, импульсная, широкополосная, узкополосная помеха, допустимая/приемлемая/недопустимая помеха*. Привести примеры. (ОПК-1.1.2)
3. Основные понятия и определения: *система и элемент, модель, норма и норматив, стандартизация и сертификация*. Привести примеры. Проблемы сертификации, связанные с нормативами. (ОПК-1.1.2)
4. Методы определения нормативов. (ОПК-1.1.2)
5. Нормоцентрическая концепция ЭМС. (ОПК-1.1.2)
6. Случайная природа характеристик помех, помехозащитных средств, каналов паразитной связи. (ОПК - 1.2.1)
7. Статистическое моделирование случайных свойств элементов и процессов в задачах ЭМС. (ОПК -1.2.1)
8. Общее и различное в понятиях «выборочное среднее» и «математическое ожидание». (ОПК- 1.2.1)
9. Методика построения и информационные свойства гистограмм случайных величин. (ОПК- 1.2.1)
10. Переход от выборки случайных величин к их математической модели. (ОПК -1.2.1)
11. Вероятностный норматив ЭМС и методика его определения. (ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1)
12. Графическая модель параметрической совместимости ЭМС на примере ключевого защитного устройства (КЗУ). (ОПК-1.2.1)

13. Вывод формулы для произвольных законов распределения СВ x_n и x_n математической модели параметрической совместимости ЭМС и СЗ. (ОПК-1.2.1)
14. Преобразование $y=x_n-x_n$ модели параметрической совместимости ЭМС и СЗ. Вывод формулы для преобразованной СВ, графическая интерпретация. (ОПК-1.2.1)
15. Приведение модели параметрической совместимости ЭМО и СЗ к форме нормированного нормального распределения, графическая интерпретация. (ОПК-1.2.1)
16. Получение инженерной расчетной формулы модели параметрической совместимости ЭМО и СЗ, графическая интерпретация. (ОПК-1.2.1)
17. Метод Монте-Карло для решения задач ЭМС. (ОПК-1.2.2)
18. Существо метода Монте-Карло на примере автоматизированных испытаний стабилитронной системы контроля перенапряжений в ключевом защитном устройстве. (ОПК-1.2.2)
19. Источники помех в системах автоматики и связи. (ОПК-1.1.2)
20. Молнии как источник мощных импульсных помех в цепях автоматики и связи. Виды гроз. (ОПК-1.1.2)
21. Физические основы образования атмосферного электричества. (ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.2)
22. Физика молниевых разрядов и характеристики молний. (ОПК-1.1.2)
23. Молниеотводы как средства молниезащиты пространственных объектов. Расчет зон защиты с помощью молниеотводов. (ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.2)
24. Кондуктивное влияние молний на цепи автоматики и связи. (ОПК-1.1.2)
25. Методы и средства молниезащиты цепей автоматики и связи. (ОПК-1.1.2)
26. Разрядники: вольтамперные характеристики, достоинства и недостатки. (ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2)
27. Метод защиты разрядников от длительного подхвата молниевой дуги источником защищаемой цепи. (ОПК-1.1.2)
28. Варисторы: принцип действия, вольтамперные характеристики, достоинства и недостатки. (ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2)
29. Стабилитроны: вольтамперные характеристики, достоинства и недостатки. (ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2)
30. Коммутационные помехи в сетях питания. (ОПК-1.1.2)
31. Заземление как атрибутивный элемент ЭМС и СЗ. Функции заземления в системах автоматики и связи. (ОПК-1.1.2)
32. Защитная функция заземлений (аспект биоЭМС). (ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.2)
33. Анализ степени опасности для человека электрических сетей питания с изолированными от земли цепями. (ОПК-1.1.2)
34. Модульно-стержневые конструкции заземлителей (МСЗ): конструктивные и технологические особенности. (ОПК-1.1.2)
35. Методы защиты заземлителей от коррозии: сравнительный анализ разновидностей антикоррозионных покрытий. (ОПК-1.1.2)
36. Метод измерения сопротивления заземления. (ОПК-1.1.2)
37. Причина пробоя изоляции кабелей без металлопокрова, радиальных заземлителей. Импульсная стойкость негидрофобизированных и гидрофобизированных кабелей СБПу. (ОПК-1.1.2)
38. Качество электроэнергии как аспект ЭМС: количественные характеристики потерь при различных отклонениях питающего напряжения от номинального. (ОПК-1.1.2)

39. Причины искажения формы и уровня питающего напряжения. (ОПК-1.1.2)
40. Роль контроля параметров качества электроэнергии. (ОПК-1.1.2)
41. Виды тягового электроснабжения как источники эмиссии кондуктивных и индуктивных помех. Механизмы влияния этих помех на устройства автоматики, телемеханики и связи. (ОПК-1.1.2)
42. Актуальность ЭМС рельсовых цепей (РЦ). Источники помех для РЦ. (ОПК-1.1.2)
43. Методы и средства защиты РЦ от помех. (ОПК-1.1.2)
44. Понятие о радиочастотном ресурсе. (ОПК-1.1.2)
45. Международная организационно-методическая поддержка ЭМС. (ОПК-1.1.2)

Курсовая работа

При изучении дисциплины обучающийся выполняет курсовую работу, имеющую индивидуальное расчетно-графическое задание с индивидуальными вычислительными экспериментами на лабораторном компьютере, по теме: «Обоснование принятия решения по обеспечению ЭМС электротехнического объекта с использованием вероятностных моделей»

Индивидуальные задания к курсовой работе по дисциплине «Электромагнитная совместимость и средства защиты»

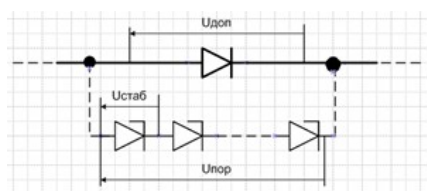


Рис.1

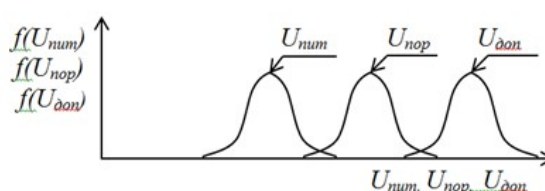


Рис.2

Выполнить расчет вероятности ложной работы порогового защитного средства

$$Q_{\text{л}} = 1 - \Phi^*(x_1), \quad x_1 = (m_{U_{\text{пор}}} - m_{U_{\text{пит}}}) / \sqrt{\sigma_{U_{\text{пор}}}^2 + \sigma_{U_{\text{пит}}}^2} \quad (1)$$

и расчет вероятности незащищенности диодов от пробоя импульсными помехами

$$Q_{\text{н}} = 1 - \Phi^*(x_2), \quad x_2 = (m_{U_{\text{доп}}} - m_{U_{\text{пор}}}) / \sqrt{\sigma_{U_{\text{доп}}}^2 + \sigma_{U_{\text{пор}}}^2} \quad (2)$$

где $m_{U_{\text{пит}}}$, $\sigma_{U_{\text{пит}}}$ – хар-ки СВ амплитуды питающего напряжения, $m_{U_{\text{доп}}}$, $\sigma_{U_{\text{доп}}}$ – хар-ки СВ допустимого обратного напряжения диодов; $m_{U_{\text{пор}}}$, $\sigma_{U_{\text{пор}}}$ – хар-ки СВ порогового напряжения последовательной цепи из заданного числа стабилитронов (порогового защитного средства)

Вариант	Закон распределения случайной величины $U_{\text{пит}}$ и его числовые характеристики	Число стабилитронов в последовательной цепи	Типы стабилитронов в последовательной цепи	Закон распределения случайной величины $U_{\text{стаб}}$ и его числовые характеристики	Закон распределения случайной величины $U_{\text{доп}}$ и его числовые характеристики
1	2	3	4	5	6
1	Нормальный, $m_{U_{\text{пит}}}=326$ В, $\sigma_{U_{\text{пит}}}=10,9$ В	4 (для вариантов 1, 2, 3)	КС650А	Равномерный, $\alpha=150$ В - 15%, $\beta=150$ В + 15%	Нормальный, $m_{U_{\text{доп}}}=800$ В, $\sigma_{U_{\text{доп}}}=60$ В
2	Нормальный, $m_{U_{\text{пит}}}=325$ В, $\sigma_{U_{\text{пит}}}=10,1$ В		КС650А	Равномерный, $\alpha=150$ В - 15%, $\beta=150$ В + 15%	Нормальный, $m_{U_{\text{доп}}}=750$ В, $\sigma_{U_{\text{доп}}}=55$ В
3	Нормальный, $m_{U_{\text{пит}}}=324$ В, $\sigma_{U_{\text{пит}}}=9,3$ В		КС650А	Равномерный, $\alpha=150$ В - 15%, $\beta=150$ В + 15%	Нормальный, $m_{U_{\text{доп}}}=700$ В, $\sigma_{U_{\text{доп}}}=50$ В

[illegible]

[illegible]

47	Нормальный, $m_{U_{пит}}=315 \text{ В}$, $\sigma_{U_{пит}}=10,0 \text{ В}$	вариан- тов 46, 47, 48)	Д817В	$\beta=100 \text{ В} + 15\%$ Равномерный, $\alpha=82 \text{ В} - 15\%$, $\beta=82 \text{ В} + 15\%$	Нормальный, $m_{U_{доп}}=750 \text{ В}$, $\sigma_{U_{доп}}=45 \text{ В}$
48	Нормальный, $m_{U_{пит}}=314 \text{ В}$, $\sigma_{U_{пит}}=9,2 \text{ В}$		Д817В	Равномерный, $\alpha=82 \text{ В} - 15\%$, $\beta=82 \text{ В} + 15\%$	Нормальный, $m_{U_{доп}}=700 \text{ В}$, $\sigma_{U_{доп}}=55 \text{ В}$
49	Нормальный, $m_{U_{пит}}=312 \text{ В}$, $\sigma_{U_{пит}}=10,1 \text{ В}$	4 (для вариан- тов 49, 50, 51)	КС650А	Равномерный, $\alpha=150 \text{ В} - 15\%$, $\beta=150 \text{ В} + 15\%$	Нормальный, $m_{U_{доп}}=500 \text{ В}$, $\sigma_{U_{доп}}=35 \text{ В}$
50	Нормальный, $m_{U_{пит}}=311 \text{ В}$, $\sigma_{U_{пит}}=9,5 \text{ В}$		КС650А	Равномерный, $\alpha=150 \text{ В} - 15\%$, $\beta=150 \text{ В} + 15\%$	Нормальный, $m_{U_{доп}}=550 \text{ В}$, $\sigma_{U_{доп}}=40 \text{ В}$
51	Нормальный, $m_{U_{пит}}=310 \text{ В}$, $\sigma_{U_{пит}}=9,1 \text{ В}$		Д817В	Равномерный, $\alpha=82 \text{ В} - 15\%$, $\beta=82 \text{ В} + 15\%$	Нормальный, $m_{U_{доп}}=580 \text{ В}$, $\sigma_{U_{доп}}=45 \text{ В}$

Примерный план написания курсовой работы:

1. Используя лекционный материал [3], рассмотреть назначение, устройство и принцип действия ключевого защитного устройства КЗУ.
2. Сформулировать актуальность задачи ЭМС для КЗУ, основываясь на [3].
3. Изложить нормоцентрическую концепцию ЭМС [3].
4. Выполнить анализ методов получения вероятностного норматива (ВН) [3].
5. Выполнить анализ получения проектно-конструкторского норматива вероятностным методом, рассмотреть вывод математической модели (ММ) для расчета ПКН и методику её применения для получения ПКН с целью обеспечения ЭМС БКТ (КЗУ) [3].
6. Выполнить анализ состава исходных данных (по заданию преподавателя), необходимых для расчетов с помощью ММ, рассмотреть метод Монте-Карло для получения плотности распределения порогового напряжения на цепи последовательно включенных стабилизаторов заданного количества и типа с помощью вычислительного эксперимента [4].
7. Выполнить вероятностные расчеты с помощью ММ (см. формулы в преамбуле приложения 1), воспользовавшись таблицей $\Phi^*(x)$ нормированного нормального распределения (приложение 2). Дать инженерную интерпретацию полученных численных значений Q_L и Q_H .
8. На основании заданных в своем варианте параметров $U_{пит}$ ($m_{U_{пит}}$, $\sigma_{U_{пит}}$), $U_{доп}$ ($m_{U_{доп}}$, $\sigma_{U_{доп}}$) и экспериментально полученных результатов случайной величины СВ $U_{пор}$ ($\tilde{m}_{U_{пор}}$, $\tilde{\sigma}_{U_{пор}}$) построить (можно от руки) графическую модель электромагнитной (параметрической) совместимости $U_{пит}$, $U_{доп}$, $U_{доп}$ (подобно тому, как показано на рис.3 [4], но при этом ось СВ напряжений проградировать исходя из величин $U_{доп}$ ($m_{U_{доп}}$, $\sigma_{U_{доп}}$) своего варианта задания).
9. Вычислить величины Q_L и Q_H и сопоставить результаты вычислений с заданной вероятностью $Q_L = Q_H \leq 0,0001$, дать интерпретацию численному значению заданной вероятности для КЗУ. Если вычисленные величины Q_L и $Q_H \geq 0,0001$, сформулировать и обосновать решения по удовлетворению неравенства $Q_L = Q_H \leq 0,0001$ в части корректировки числа и/или типов стабилизаторов. Для откорректированных данных $m_{U_{пор.корр.}}$ и $\sigma_{U_{пор.корр.}}$ изобразить графическую модель параметрической совместимости $U_{пит}$, $U_{пор.корр.}$, $U_{доп.корр.}$ с параметрами, удовлетворяющими вероят-

ности $Q_{\text{л}} = Q_{\text{н}} \leq 0,0001$. Сформулировать аргументы к рекомендации серийного производства КЗУ на предприятиях ОАО РЖД.

10. В заключении подвести итоги выполненной работы и сделать обобщенные выводы.

Список литературы для выполнения курсовой работы и требования к ее оформлению:

1. ГОСТ 7.32-2001: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления/<https://docs.cntd.ru/document/1200026224> -Режим доступа: свободный.
2. ГОСТ 7.1 - 2003: Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления/ <https://docs.cntd.ru/document/1200034383>- Режим доступа: свободный.
3. Костроминов А.М. Электромагнитная совместимость и средства защиты. Конспект лекций. - <http://sdo.pgups.ru> – Электронная информационно-образовательная среда ПГУПС/ Электронный доступ к сайту кафедры «Электрическая связь» и данной дисциплине.
4. Костроминов А.М., Костроминов А.А. Исследование влияния дисперсионных свойств защитных средств на обеспечение молниезащиты устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи //Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям. – СПб., ПГУПС, 2015, 16 с

Перечень вопросов к защите курсовой работы

Для очной (7 семестр/4 курс)/заочной (4 курс) форм обучения

1. Актуальность и суть проблемы электромагнитной совместимости, касающейся систем обеспечения движения поездов (ОПК-1.1.2)
2. Назначение, устройство и принцип действия ключевого защитного устройства (КЗУ). (ОПК-1.1.2)
3. Роль стабилизаторов в КЗУ, достоинства. (ОПК-1.1.2)
4. Статистическая зависимость характеристики КЗУ от параметров элементов системы (стабилизаторов). Вольт-амперная характеристика стабилизатора. (ОПК-1.1.2, ОПК-1.2.1)
5. Понятие вероятности ложного срабатывания порогового защитного средства. (ОПК-1.2.1)
6. Суть метода Монте-Карло для получения плотности распределения порогового напряжения на цепи последовательно включенных стабилизаторов заданного количества и типа. (ОПК-1.2.1, ОПК- 1.2.2)
7. Интерпретировать (для своего варианта) полученную статистическую модель исследуемой системы (закон распределения случайной величины «уровень напряжения порогового устройства»), полученный с помощью программы моделирования методом Монте-Карло. (ОПК-1.2.1, ОПК-1.2.2)
8. Какое влияние оказывают параметры отдельного элемента на характеристику защитного средства (системы). (ОПК-1.2.1, ОПК -1.2.2)
9. Роль дисперсии пороговых свойств средств защиты в задаче молниезащищенности устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. (ОПК-1.2.1,)
10. Суть метода расчета параметрической совместимости средств защиты с защищаемой аппаратурой. (ОПК-1.2.1, ОПК -1.2.2)

11. Графическое отображение задачи определения приемлемости собираемого по рассмотренной технологии порогового устройства по критериям вероятности незащищенности объекта с помощью КЗУ и вероятности ложного срабатывания КЗУ. (ОПК-1.2.1, ОПК -1.2.2)

3. Описание показателей и критериев оценивания индикаторов достижения компетенций, описание шкал оценивания

Показатель оценивания – описание оцениваемых основных параметров процесса или результата деятельности.

Критерий оценивания – признак, на основании которого проводится оценка по показателю.

Шкала оценивания – порядок преобразования оцениваемых параметров процесса или результата деятельности в баллы.

Показатели, критерии и шкала оценивания лабораторных работ приведены в таблице 3.1.

Т а б л и ц а 3.1

Для очной (7 семестр/ 4 курс) / заочной (4 курс) формы обучения

№ п/п	Материалы, необ- ходимые для оценки индикато- ра достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцени- вания
1	Тестовое задание №1	Правильность отве- тов	10 правильных ответов	6
			8-9 правильных ответов	5
			6-7 правильных ответов	4
			5 правильных ответов	3
			3-4 правильных ответа	2
			2 правильных ответа	1
			1 правильный ответ	0
	Максимальное количество баллов за тестовое задание №1			6
2	Тестовое задание № 2	Правильность отве- тов	20-22 правильных ответа	4
			14-19 правильных ответов	3
			9-13 правильных ответов	2
			3-8 правильных ответов	1
			1-2 правильных ответа	0
	Максимальное количество баллов за тестовое задание №2			4
3	Тестовое задание № 3	Правильность отве- тов	11-12 правильных ответов	4
			8-10 правильных ответов	3

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
			5-7 правильных ответа	2
			4-2 правильных ответа	1
			1 правильный ответ	0
			Максимальное количество баллов за тестовое задание №3	
Итого максимальное количество баллов за 3 тестовых заданий				14
4	Лабораторные работы №1-8	Наличие заготовки	Присутствует	1
			Отсутствует	0
		Правильность ответов на вопросы	Получены правильные ответы на вопросы	2
			Получены частично правильные ответы	1
			Получены неправильные ответы	0
		Соответствие методике выполнения	Соответствует	1
			Не соответствует	0
		Срок выполнения работы	Работа выполнена в срок	1
			Работа выполнена с опозданием на 2 недели и более	0
		Точность выводов	Выводы носят конкретный характер	2
			Выводы носят формальный характер	0
		Максимальное количество баллов за лабораторную работу		
Итого максимальное количество баллов за 8 лабораторных работы				56
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Показатели, критерии и шкала оценивания курсовой работы приведены в таблице 3.2.

Т а б л и ц а 3.2

Для очной (7 семестр/ 4 курс) / заочной (4 курс) формы обучения

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
----------	---	-----------------------	---------------------	------------------

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Пояснительная записка к курсовой работе с рисунками и таблицами	1. Соответствие исходных данных выданному заданию	Соответствует	5
			Не соответствует	0
		2. Обоснованность принятых технических, технологических и организационных решений, подтвержденная соответствующими расчетами	Все принятые решения обоснованы	30
			Принятые решения частично обоснованы	10
			Принятые решения не обоснованы	0
		3. Использование современных методов принятия решений	Использованы	30
			Не использованы	0
		4. Использование современного программного обеспечения	Использовано	5
			Не использовано	0
ИТОГО максимальное количество баллов				70

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов достижения компетенций

Процедура оценивания индикаторов достижения компетенций представлена в таблице 4.1.

Формирование рейтинговой оценки по дисциплине

Т а б л и ц а 4.1

Для очной (7 семестр/ 4 курс) / заочной (4 курс) формы обучения

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль успеваемости	Тестовые задания, Лабораторные работы	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к зачету ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов к зачету	30	– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов;

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
			– получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...19 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов.
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	«зачтено» - 60-100 баллов «не зачтено» - менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения зачета осуществляется в форме письменного ответа на вопросы билета.

Билет на зачете содержит два вопроса (из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2).

Формирование рейтинговой оценки выполнения курсовой работы

Т а б л и ц а 4.2

Для очной (7 семестр/ 4 курс) / заочной (4 курс) формы обучения

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценивания	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль	Курсовая работа	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.2 Допуск к защите курсовой работе > 45 баллов
2. Промежуточная аттестация	Вопросы к защите курсовой работы	30	– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов; – не получены ответы на

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценивания	Максимальное количество баллов в про- цессе оцени- вания	Процедура оценивания
			вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 бал- лов.
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	«Отлично» - 86-100 баллов, «Хорошо» - 75-85 баллов, «Удовлетворительно» - 60-74 баллов, «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

Разработчик оценочных материалов,
профессор кафедры «Автоматика и
телемеханика на железных дорогах»

А.Д. Манаков

«28» февраля 2023 г.