



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

Н.В. Силин  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« 26 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Департамента энергетических систем

Штым К. А.

(подпись)

« 26 » января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электромагнитная совместимость в электроэнергетике

**Направление подготовки – 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

Магистерская программа «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»

**Форма подготовки (очная)**

курс   1   семестр   1  

лекции   9   час.

практические занятия   18   час.

лабораторные работы   0   час.

в том числе с использованием МАО лек.   8   /пр.   8   /лаб.        час.

всего часов аудиторной нагрузки   27   час.

в том числе с использованием МАО   16   час.

самостоятельная работа   81   час.

контрольные работы (количество)

курсовая работа / курсовой проект        семестр

зачет   1   семестр

экзамен        семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28 февраля 2018 г. №147

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем,  
протокол №   3   от «   26   » января        2021 г.

Директор департамента

К.А. Штым

Составитель (ли): д.т.н., доцент Н.В. Силин

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация дисциплины «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётных единицы / 72 академических часа. Является дисциплиной, формируемой участником образовательного процесса блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.В.ДВ.04.01), изучается на 1 курсе и завершается зачётом.

Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 9 часов (в том числе интерактивных 8 часов), практических занятий в объеме 18 часов (в том числе интерактивных 8 часов), а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 45 часа.

Язык реализации: русский.

### **Цель дисциплины:**

ознакомить студентов с теоретическими и практическими положениями оценки и обеспечения электромагнитной совместимости электротехнических комплексов, включая устройства релейной защиты и автоматики, систем оперативного постоянного тока, высоковольтного электроэнергетического оборудования, электромеханического оборудования, радиоэлектронных средств, систем автоматики и управления, а также ограничения воздействия электромагнитных возмущений на живые организмы.

### **Задачи дисциплины:**

1. Формирование у специалиста системного представления о проблемах электромагнитной совместимости в электроэнергетике и электротехнике, средствах и методах обеспечения ЭМС.

2. Формирование умения решать задачи обеспечения ЭМС на электроэнергетических и промышленных объектах, как одной из важных составляющих обеспечения нормальной работы ответственного электроэнергетического оборудования.

3. Изучение источников и путей распространения электромагнитных возмущений.

4. Изучение средств и методов обеспечения ЭМС.

5. Приобретение навыков оценки электромагнитной обстановки на различных объектах, практических навыков работы с измерительной аппаратурой.

6. Закрепление навыков работы в команде при решении практических задач по обеспечению ЭМС.

Для успешного изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- готовностью участвовать в составлении научно-технической документации;

- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности;

- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности;

- способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса;

- способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию;

- способностью проводить диагностику и определять неисправности объектов электроэнергетики и электротехники.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций:

<b>Код и наименование профессиональной компетенции</b>	<b>Код ПС (при наличии ПС) или ссылка на иные основания</b>	<b>Код трудовой функции (при наличии ПС)</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
ПК-5 - Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	20.035	A/07.6 A/08.6	ПК-5.1 – Определяет критерии моделирования объектов профессиональной деятельности ПК-5.2 – Создает модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности ПК-5.3 – Анализирует эффективность созданных моделей объектов профессиональной деятельности

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)</b>
ПК-5.1 – Определяет критерии моделирования объектов профессиональной деятельности	Знает правила технической эксплуатации электрических станций и сетей, определяющие параметры объектов профессиональной деятельности
	Умеет определять критерии моделирования объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками определения критериев моделирования объектов профессиональной деятельности
ПК-5.2 – Создает модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	Знает порядок управления режимами работы энергосистемы, принципы моделирования объектов профессиональной деятельности
	Умеет создавать модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками создания моделей объектов энергетики с целью изучения режимов работы и эксплуатационного состояния элементов электроэнергетической системы
ПК-5.3 – Анализирует эффективность созданных моделей объектов профессиональной деятельности	Знает критерии оценки эффективности моделей объектов профессиональной деятельности
	Умеет оценивать эффективность управляющих воздействий при изменении эксплуатационного состояния или технологического режима работы линий электропередачи, оборудования, устройств; прогнозировать электроэнергетический режим энергосистемы при изменении технологического режима работы и эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств
	Владеет навыками анализа эффективности созданных моделей объектов профессиональной деятельности

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (9 часов)**

## **Тема 1. Общие вопросы электромагнитной совместимости с использованием метода активного обучения «семинар-диспут» с использованием метода активного обучения «семинар –диспут»(3 часа)**

Электромагнитная совместимость. Электромагнитные влияния. Уровень помех. Помехоподавление. Логарифмические относительные характеристики. Уровни помех. Степень передачи. Основные типы и возможные диапазоны значений электромагнитных помех. Способы описания и основные параметры помех. Описание электромагнитных влияний в частотной и временной областях. Представление периодических функций времени в частотной области. Ряд Фурье. Представление непериодических функций времени в частотной области. Интеграл Фурье. Возможные диапазоны значений электромагнитных помех. Спектры некоторых периодических и импульсных процессов. Учет путей передачи и приемников электромагнитных помех.

## **Тема 2. Тема 2. Источники электромагнитных помех с использованием метода активного обучения «семинар –диспут» – (2 часа)**

Классификация источников помех. Источники узкополосных помех. Передатчики связи. Генераторы высокой частоты.. Влияние линий электроснабжения. Источники широкополосных импульсных помех. Исходный уровень помех в городах.. Воздушные линии высокого напряжения. Источники широкополосных переходных помех. Разряды статического электричества. Коммутация тока в индуктивных цепях. Переходные процессы в сетях низкого напряжения. Переходные процессы в сетях высокого напряжения. Переходные процессы в испытательных устройствах высокого напряжения и электрофизической аппаратуре.

Электромагнитный импульс молнии. Электромагнитный импульс ядерного взрыва. Классы окружающей среды. Классификация окружающей среды по помехам, связанным с проводами. Классификация окружающей среды по помехам, вызванным электромагнитным излучением.

**Тема 3. ЭМС микропроцессорных устройств релейной защиты на ЭЭ объекте с использованием метода активного обучения «семинар – диспут»(2 часа).**

Общие положения. Виды нарушений устойчивости функционирования ... при электромагнитных воздействиях. Методология разработки и учета требований обеспечения ЭМС микропроцессорных устройств релейной защиты. Экспериментально-расчетное определение невосприимчивости. Механизмы появления помех. Гальваническое влияние. Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры. Гальваническое влияние по контурам заземления. Емкостное влияние. Гальванически разделенные контуры. Контуры с общим проводом системы опорного потенциала.

Токовые контуры с большой емкостью относительно земли. Емкостное влияние молнии. Емкостное влияние. Индуктивное влияние. Воздействие электромагнитного излучения.

**Тема 4. Обеспечение электромагнитной совместимости на электроэнергетических объектах с использованием метода активного обучения «семинар –диспут»(2 часа)**

Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки. Исходные данные и состав работ по определению ЭМО на объекте. Воздействие на кабели систем релейной защиты и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты. Импульсные помехи, обусловленные переходными процессами в цепях высокого напряжения при коммутациях и коротких замыканиях. Импульсные помехи при ударах молнии. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона. Разряды статического электричества. Магнитные поля промышленной

частоты. Помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения. Импульсные магнитные поля. Сравнение полученных значений с допустимыми уровнями. Концепции защиты. Организационные мероприятия. Технические и схемные решения. ЭМС микропроцессорных устройств релейной защиты на ЭЭ объекте

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 часов)**

### **Занятие 1. Планирование и постановка задач исследования при оценке электромагнитной обстановки (2 часа)**

1. Единицы измерения основных величин.
2. Порядок планирования и постановки задач исследования. Логарифмические масштабы.
3. Обеспечение требований ЭМС на этапе проектирования электроэнергетического объекта.
4. Выбор расчетных методов определения электромагнитной обстановки.
5. Выбор методов экспериментального обследования электромагнитной обстановки. Коэффициенты передачи и уровни сигналов.

### **Занятие 2. Контроль электромагнитной обстановки. Формулирование главных и второстепенных целей исследования. Подготовка отчетов результатов исследования в виде отчетов и научных публикаций, с использованием активного метода обучения семинар – диспут (4 часа)**

1. Формулирование главных целей оценки электромагнитной обстановки. Методы расчета ЭМО.
2. Формулирование второстепенных целей оценки электромагнитной обстановки. Технические средства.

3. Подготовка отчетов по результатам оценки электромагнитной обстановки.

4. Подготовка рефератов и научных публикаций по результатам исследования (семинар с использованием интерактивных методов обучения).

**Занятие 3. Помехоустойчивость. Стойкость к повреждениям электромагнитными помехами чувствительных элементов объектов электроэнергетики и электротехники с использованием метода активного обучения «семинар – диспут»(4 часа.)**

1. Основные требования, предъявляемые к электромагнитной совместимости электроэнергетических систем;

2. Основные виды ненормальных и аварийных режимов работы объектов профессиональной сферы; требования электромагнитной совместимости, предъявляемые к оборудованию; Технические средства.

3. Применение методов анализа ненормальных и аварийных режимов работы объектов электроэнергетической отрасли.

4. Прогнозирование свойств и поведения элементов объектов электроэнергетики и электротехники. Оценка помехоустойчивости и стойкость к повреждениям электромагнитными помехами (семинар с использованием интерактивных методов обучения).

5. Фильтры. Принципы расчета сетевых фильтров. Ограничители перенапряжений. Принцип действия. Защитные элементы. Экранирование. Принципы расчета экранов. Материалы для изготовления экранов. Экранирование приборов и помещений. Экраны кабелей. Разделительные элементы.

**Занятие 4. Защита от электромагнитных помех. Зонная концепция защиты от электромагнитных помех чувствительных элементов объектов электроэнергетики и электротехники (4 часа)**

1. Оценка вероятности возникновения ненормальных и аварийных режимов работы на объектах профессиональной деятельности. Методы расчета.

2. Методы, способы и технические средства решения проблем электромагнитной совместимости в системах электроэнергетики  
Технические средства.

3. Нормирование условий работы персонала (семинар с использованием интерактивных методов обучения).

**Занятие 5. Технические и организационные мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости устройств и систем электроэнергетики и электротехники. Испытания и подтверждение электромагнитной совместимости (4 часа)**

1. Основные технико-экономические показатели объектов электроэнергетики и электротехники с точки зрения обеспечения электромагнитной совместимости.

2. Применение методов создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов электроэнергетики и электротехники в условиях воздействия помех.

3. Методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений по обеспечению электромагнитной совместимости (семинар с использованием интерактивных методов обучения).

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Источники электромагнитных воздействий.	ПК-5	Знает правила технической эксплуатации электрических станций и сетей, определяющие параметры объектов профессиональной деятельности; критерии оценки эффективности моделей объектов профессиональной деятельности Умеет определять критерии моделирования объектов профессиональной деятельности Владеет навыками определения критериев моделирования объектов профессиональной деятельности	3,6 недели – блиц-опрос на лекции(УО-1),	Зачет. Вопросы 1-31 перечня типовых вопросов, РГР. (Приложение 2).
2	Обеспечение электромагнитной совместимости на	ПК-5	Знает порядок управления режимами работы энергосистемы, принципы	9, 13, недели- блиц-опрос на	Зачет Вопросы 32—

	объектах электроэнергетики	<p>моделирования объектов профессиональной деятельности</p> <p>Умеет создавать модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности; оценивать эффективность управляющих воздействий при изменении эксплуатационного состояния или технологического режима работы линий электропередачи, оборудования, устройств; прогнозировать электроэнергетический режим энергосистемы при изменении технологического режима работы и эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств</p> <p>Владеет навыками создания моделей объектов энергетики с целью изучения режимов работы и эксплуатационного состояния элементов электроэнергетической системы; навыками анализа эффективности созданных моделей объектов профессиональной деятельности</p>	<p>практических занятиях (УО-1); 18 неделя- защита индивидуального задания (УО-3),</p>	<p>65перечня типовых вопросов, ИДЗ. (Приложение .</p>
--	----------------------------	---	--	---

Типовые контрольные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Овсянников А.Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебник / А.Г. Овсянников, Р.К. Борисов. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 194 с. — 978-5-7782-2199-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47704.html>

2. Яковлев, В.Н. Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта: [Электронный ресурс] учебное пособие/ В.Н.Яковлев, В.И.Пантелеев, В.П.Суров; под общей редакцией В.Н.Яковлева. - М.: Издатеом МЭИ, 2010. - 538 с. Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003985.html>

3. Жежеленко И.В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Жежеленко, М.А. Короткевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. — 197 с. — 978-985-06-2184-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20304.html>

### Дополнительная литература

1. Вагин Г. Я., Лоскутов А. Б., Севостьянов А. А., Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник для вузов, Москва: Академия, 2011, 224с.

Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668431&theme=FEFU>

2. Жгун Д.В. Электромагнитная совместимость высоковольтной техники: учебное пособие, Томск, издательство Томского политехнического университета, 2008. - 150 с.- Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/027/76027>

3. Харлов Н.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Учебное пособие, Томск, издательство ТПУ, 2007. - 211с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/133/75133>

4. Короткевич М. А. Жежеленко И. В., Электромагнитная совместимость в электрических сетях: учебное пособие, Минск: Выш. шк., 2012. – 197 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=508786>

5. Винников В.В. Основы проектирования РЭС. Электромагнитная совместимость и конструирование экранов: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2006. - 164 с.- Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/240/25240>

6. Малков Н.А., Пудовкин А.П. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007.- Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/801/56801>

7. Цицикян Г.Н., Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Учебное пособие. - СПб.: СЗТУ, 2006. - 59 с.- Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/516/40516>

### **Нормативно-правовые материалы**

1. <http://vsegost.com/Catalog/39/3971.shtml> ГОСТ 30372-95 Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения (ГОСТ Р 50397-92).

2. <http://vsegost.com/Catalog/50/5076.shtml> ГОСТ Р 50745-99 (2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Системы бесперебойного питания. Устройства подавления сетевых импульсных помех. Требования и методы испытаний.

3. <http://vsegost.com/Catalog/25/2533.shtml> ГОСТ Р 50652-94 (2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний (МЭК 1000-4-10-93).

4. <http://vsegost.com/Catalog/28/28269.shtml>ГОСТ 29254-91 (2004)  
Совместимость технических средств электромагнитная. Аппаратура измерения, контроля и управления технологическими процессами. Технические требования и методы испытаний на помехоустойчивость.

5. <http://vsegost.com/Catalog/96/9688.shtml>ГОСТ Р 50648-94 (2004)  
Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний (МЭК 1000-4-8-93).

6. <http://vsegost.com/Catalog/27/27686.shtml>ГОСТ Р 51097-97 (2004)  
Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от гирлянд изоляторов и линейной арматуры. Нормы и методы измерений.

7. <http://vsegost.com/Catalog/18/1803.shtml>ГОСТ 29037-91 (2004)  
Совместимость технических средств электромагнитная. Сертификационные испытания. Общие положения.

8. <http://vsegost.com/Catalog/37/3761.shtml>ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://elibrary.ru>- Научная электронная библиотека
2. <http://www.iprbookshop.ru>- Электронно-библиотечная система
3. <http://window.edu.ru>- Единое окно доступа к образовательным ресурсам

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины отводится 27 часов аудиторных занятий и 81 часов самостоятельной работы.

На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал. На практических занятиях преподаватель дает методику расчета электромагнитной обстановки, вычисления уровней помех, выбора защитных средств, обеспечивающих электромагнитную совместимость. Преподаватель предлагает студентам подготовить доклады по вопросам электромагнитной совместимости и выступить с ними на студенческой научно-технической конференции, секция «Электроэнергетика и электротехника». В процессе подготовки докладов студент пользуется основной и дополнительной литературой, которая представлена в фондах библиотеки ДВФУ, а также результатами собственных экспериментальных исследований, проведенных на материально-технической базе Инженерной школы ДВФУ, а также электроэнергетических организаций.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специализированные учебные аудитории кампуса ДВФУ.

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетических системах» проходят в аудиториях, оборудованных компьютерами типа Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами MicrosoftOffice 2010 и аудио-визуальными средствами проектор Panasonic DLPProjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716CCBAM4716CJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты используют следующую научно-исследовательскую аппаратуру

1)	Анализатор показателей качества электрической энергии АПРКЭ-1
2)	Анализатор показателей качества электрической энергии Ресурс- UF 2М
3)	Анализатор показателей качества электрической энергии Ресурс- UF 2М
4)	Виброанализатор " Корсар++"
5)	Микроомметр Ф4104-М1
6)	Определитель места повреждения " ИМФ -3Р"
7)	Ультразвуковой расходомер
8)	Трассодефектоискатель " Сталкер 75-02"
9)	Тепловизор
10)	Измеритель напряженности поля промышленной частоты " ПЗ-50В"
11)	Инфракрасный термометр (пирометр) "Fluke576"
12)	Анализатор спектра
13)	ВЕКТОР-2.0М - измеритель параметров высоковольтной изоляции
14)	Измеритель уровня освещенности помещений



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»

Направление подготовки – 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»

Форма подготовки (очная)

Владивосток

2021

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

Рекомендуется следующий план-график организации самостоятельной деятельности:

1. Общие вопросы ЭМС – 10 часов.
2. Источники электромагнитных помех, каналы распространения помех, мероприятия по снижению электромагнитных помех – 14 часов.
3. Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости (фильтры, ограничители напряжения, разделительные элементы, экраны) – 15 часов.
4. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики – 15 часов.
5. Подготовка к зачету – 10 часов.
6. Подготовка доклада на студенческую научно-техническую конференцию – 17 часов.

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1. Общие вопросы электромагнитной совместимости	Первая и вторая недели	Собеседование	2 недели	УО-1
2. Источники электромагнитных помех, каналы распространения помех, мероприятия по снижению электромагнитных помех – 14 часов.	Четвертая и пятая едели	Коллоквиум	2 недели	УО-2
3. ЭМС микропроцессорных устройств релейной защиты на ЭЭ объекте.	Седьмая и восьмая недели-	Собеседование	2 недели	УО-1
4. Мероприятия по	Десятая,	Коллоквиум	3 недели	УО-2

обеспечению электромагнитной совместимости (фильтры, ограничители напряжения, разделительные элементы, экраны)	одиннадцатая и двенадцатая недели			
5. Подготовка доклада на студенческую научно-техническую конференцию–	Четырнадцатая, пятнадцатая и шестнадцатая недели	Доклад	3 недели	УО-3
6. Подготовка к зачету.	Восемнадцатая неделя	Собеседование	1 неделя	УО-1

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде перечня тем докладов на конференцию, а также списка проблем в области ЭМС на объектах электроэнергетики и электротехники. Для расчётов и оформления докладов используются программы: World, Excel, PowerPoint, Visio.

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению**

#### **Доклады на студенческую конференцию.**

Перечень докладов на студенческую конференцию охватывает все темы, включенные в программу изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике». В процессе подготовки к докладу предусмотрено проведение экспериментальных исследований в лабораториях ДВФУ и на объектах электроэнергетики. Кроме того, студенты выполняют расчеты по определению устойчивости электротехнических устройств к электромагнитным возмущениям, а также по обеспечению электромагнитной совместимости.

## **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде доклада, содержащего пояснительную записку и презентацию.

Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- Основная часть;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы доклада должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Доклад выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем доклада составляет не более 10- 12 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го

и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times NewRoman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

### **Критерии оценки письменного доклада:**

✓ 100-86 баллов<sup>1</sup> выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

✓ 85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

✓ 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены

---

основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### Критерии оценки презентации доклада:

Оценка	50-60баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
<b>Критерии</b>	<b>Содержание критериев</b>			
<b>Раскрытие Проблемы</b>	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
<b>Представление</b>	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна . использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
<b>Оформление</b>	Не использованы технологии PowerPoint. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии PowerPoint частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии PowerPoint. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (PowerPoint и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
<b>Ответы на вопросы</b>	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»

Направление подготовки – 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

»

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток  
2021**

## Паспорт ФОС

Код и наименование профессиональной компетенции	Код ПС (при наличии ПС) или ссылка на иные основания	Код трудовой функции (при наличии ПС)	Индикаторы достижения компетенции
ПК-5 - Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	20.035	А/07.6 А/08.6	ПК-5.1 – Определяет критерии моделирования объектов профессиональной деятельности ПК-5.2 – Создает модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности ПК-5.3 – Анализирует эффективность созданных моделей объектов профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5.1 – Определяет критерии моделирования объектов профессиональной деятельности	Знает правила технической эксплуатации электрических станций и сетей, определяющие параметры объектов профессиональной деятельности
	Умеет определять критерии моделирования объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками определения критериев моделирования объектов профессиональной деятельности
ПК-5.2 – Создает модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	Знает порядок управления режимами работы энергосистемы, принципы моделирования объектов профессиональной деятельности
	Умеет создавать модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками создания моделей объектов энергетики с целью изучения режимов работы и эксплуатационного состояния элементов электроэнергетической системы
ПК-5.3 – Анализирует эффективность созданных моделей объектов профессиональной деятельности	Знает критерии оценки эффективности моделей объектов профессиональной деятельности
	Умеет оценивать эффективность управляющих воздействий при изменении эксплуатационного состояния или технологического режима работы линий электропередачи, оборудования, устройств; прогнозировать электроэнергетический режим энергосистемы при изменении технологического режима работы и эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств
	Владеет навыками анализа эффективности созданных моделей объектов профессиональной деятельности

## Перечень используемых оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Источники электромагнитных воздействий.	ПК-5	Знает правила технической эксплуатации электрических станций и сетей, определяющие параметры объектов профессиональной деятельности; критерии оценки эффективности моделей объектов профессиональной деятельности Умеет определять критерии моделирования объектов профессиональной деятельности Владеет навыками определения критериев моделирования объектов профессиональной деятельности	3,6 недели – блиц-опрос на лекции(УО-1),	Зачет. Вопросы 1-31 перечня типовых вопросов, РГР. (Приложение 2).
2	Обеспечение электромагнитной совместимости на объектах электроэнергетики	ПК-5	Знает порядок управления режимами работы энергосистемы, принципы моделирования объектов профессиональной деятельности Умеет создавать модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности; оценивать эффективность управляющих воздействий при изменении эксплуатационного состояния или технологического режима работы линий электропередачи, оборудования, устройств; прогнозировать электроэнергетический режим энергосистемы при изменении технологического режима	9, 13, недели- блиц-опрос на практических занятиях (УО-1); 18 неделя- защита индивидуального домашнего задания (УО-3),	Зачет Вопросы 32—65— перечня типовых вопросов, ИДЗ. (Приложение .

		<p>работы и эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств</p> <p>Владеет навыками создания моделей объектов энергетики с целью изучения режимов работы и эксплуатационного состояния элементов электроэнергетической системы; навыками анализа эффективности созданных моделей объектов профессиональной деятельности</p>		
--	--	---	--	--

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	Критерии	Показатели
ПК-5 - Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	знает (пороговый)	правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистемы	способность охарактеризовать нормы правил технической эксплуатации электрических станций и сетей; порядок управления режимами работы энергосистемы
	умеет (продвинутый)	оценивать эффективность управляющих воздействий при изменении эксплуатационного состояния или технологического режима работы линий электропередачи, оборудования, устройств; прогнозировать электроэнергетический режим энергосистемы при изменении технологического режима работы и эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств	способность оценивать эффективность управляющих воздействий при изменении эксплуатационного состояния или технологического режима работы линий электропередачи, оборудования, устройств; прогнозировать электроэнергетический режим энергосистемы при изменении технологического режима работы и эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств
	владеет (высокий)	навыками создания моделей объектов энергетики с целью изучения режимов работы и эксплуатационного состояния элементов электроэнергетической системы	способность создания моделей объектов энергетики с целью изучения режимов работы и эксплуатационного состояния элементов электроэнергетической системы

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, презентации докладов, в том числе на студенческих научно-технических конференциях и индивидуального домашнего задания) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» предусмотрен зачет, который проводится в устной форме.

В процессе сдачи зачета один вопрос связан с общими представлениями о проблемах в области электромагнитной совместимости, который оценивается в 3 балла. Второй вопрос связан с решением прикладных задач по обеспечению электромагнитной совместимости в 2 балла.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Перечень типовых вопросов к зачету**

1. Что понимается под электромагнитной совместимостью технических средств?
2. Что понимается под организационным обеспечением электромагнитной совместимости?
3. Что понимается под техническим обеспечением электромагнитной совместимости?
4. Перечислите виды электромагнитных помех?
5. Описание электромагнитных влияний во временной области?
6. Описание электромагнитных влияний в частотной области?
7. Представление периодических функций времени в частотной области?
8. Представление непериодических функций времени в частотной области?
9. Как осуществляется переход представления электромагнитных помех из временной области в частотную область и наоборот?
10. Приведите классификацию источников помех?
11. Приведите характеристики импульсных помех при разряде молнии?
12. Особенности переходных процессов в электрических сетях?

13. Приведите состав современного оборудования для измерения и обеспечения показателей качества электрической энергии?

14. Перечислите этапы методология разработки и учета требований обеспечения ЭМС микропроцессорных устройств релейной защиты?

15. Дайте определение излучаемым и кондуктивным помехам?

16. Охарактеризуйте среду распространения кондуктивных помех?

17. В чем суть емкостного влияния электрических цепей?

18. В чем суть индуктивного влияния электрических цепей?

19. Какие классы окружающей среды выделяются при передаче электромагнитных помех электромагнитным излучением?

20. Какие виды возможных связей между контурами и какие виды возможных путей проникновения помех вам известны?

21. Какие существуют способы снижения гальванического влияния и проникновения электромагнитных помех из одного контура в другой?

22. Какие существуют способы снижения гальванического влияния и проникновения электромагнитных помех по цепям заземления?

23. Какие существуют способы снижения емкостного влияния и проникновения электромагнитных помех из одного контура в другой?

24. Какие существуют способы снижения емкостного влияния контуров с общим проводом системы опорного потенциала?

25. Какие существуют способы снижения индуктивного влияния и проникновения электромагнитных помех из одного контура в другой?

26. При каких параметрах помехи начинают соблюдаться условия «дальнего поля»?

27. Назовите способы снижения помех от излучения электромагнитного поля.

28. Перечислите основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки?

29. Перечислите исходные данные и состав работ по определению электромагнитной обстановки?

30. Каковы предельно-допустимые уровни воздействия электрического поля на человека?
31. Каковы нормы напряженности магнитного поля на подстанции?
32. Каковы технические и схемные решения. ЭМС микропроцессорных устройств релейной защиты на ЭЭ объекте?
33. Приведите примеры возможных схем сетевых фильтров при разных соотношениях величины сопротивлений источника и приемника электромагнитных помех.
34. Приведите примеры выполнения помехозащитных конденсаторов.
35. В чем состоит принцип действия ограничителей перенапряжений?
36. Поясните сферу применения и принцип действия экранов.
37. Что такое «коэффициент затухания», «коэффициент отражения», «коэффициент поглощения» экрана?
38. Как влияют относительная магнитная проницаемость и электрическая проводимость материала экрана на его экранирующие свойства?
39. Какие материалы используются для изготовления экранов?
40. Приведите примеры конструктивного исполнения экранирующих материалов и устройств.
41. Приведите примеры конструктивного исполнения экранов приборов и помещений.
42. Приведите примеры конструктивного исполнения экранов кабелей.
43. Как влияет способ заземления экрана кабеля на его экранирующие свойства?
44. В чем состоит воздействие на кабели систем релейной защиты технологического управления токов и напряжений промышленной частоты при однофазных коротких замыканиях?
45. Что называют имитационными испытаниями на энергообъекте?
46. Как осуществляется измерение электромагнитных полей радиочастотного диапазона на энергообъектах?

47. Как осуществляется измерение электростатического потенциала тела человека на энергообъектах?

48. Как осуществляется измерение магнитных полей промышленной частоты на энергообъектах?

49. Как осуществляется измерение электрических полей промышленной частоты на энергообъектах?

50. Назовите причины появления периодических и импульсных помех в цепях питания низкого напряжения.

51. Какие виды измерений проводят в ходе определения уровней периодических и импульсных помех в цепях питания низкого напряжения?

52. Поясните физические процессы в высоковольтных линиях переменного тока, происходящие при несинусоидальном напряжении.

53. Поясните физические процессы в силовых трансформаторах, происходящие при несинусоидальном питающем напряжении на их зажимах.

54. Поясните физические процессы в силовых конденсаторах, происходящие при несинусоидальном питающем напряжении на их зажимах.

55. Как влияют высшие гармонические составляющие напряжения и тока на системы релейной защиты в нормальных режимах?

56. Как влияют высшие гармонические составляющие напряжения и тока на системы релейной защиты в аварийных режимах?

57. Как влияют высшие гармонические составляющие напряжения на электрооборудование потребителей: телевизоры, газоразрядные лампы, компьютеры, выпрямительное оборудование, преобразователи частоты?

58. Как влияют высшие гармонические составляющие напряжения на приборы измерения электрической энергии и мощности?

59. Приведите примеры схем настроенных силовых резонансных фильтров. Поясните принцип их работы.

60. Приведите пример схемы силового резонансного фильтра двойной настройки. Поясните принцип его работы.

61. Для чего применяются широкополосные фильтры? Приведите примеры схемных решений для таких фильтров.

62. Какую роль играют электрические процессы при функционировании живых организмов?

63. Какие объекты являются источниками электрических и магнитных полей на объектах электроэнергетики, в промышленности, на транспорте, в быту?

64. В чем заключаются механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы?

65. Назовите нормативные значения напряженностей электрических и магнитных полей на рабочих местах и для населения.

## Критерии выставления оценки студенту на зачете

по дисциплине «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»

<b>Баллы</b> (рейтинговой оценки)	<b>Оценка зачета/ экзамена</b> (стандартная)	<b>Требования к сформированным компетенциям</b> <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями.</i> <i>Привязать к дисциплине</i>
<b>100 - 86</b>	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
<b>85 - 76</b>	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
<b>75 - 61</b>	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
<b>60 и менее</b>	«не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

## Тесты для текущего контроля

Вопрос 1. Под электромагнитной совместимостью понимают:

1. Нормальное функционирование приемников электромагнитной энергии.
2. Нормальное функционирование передатчиков электромагнитной энергии.
3. Нормальное функционирование приемников и передатчиков электромагнитной энергии.

Вопрос 2. Модели электромагнитного влияния

1. Источник помех (передатчик) – источник помех (передатчик)
2. Источник помех (передатчик) – механизм связи (путь) - поглотитель помех (приемник)
3. Поглотитель помех (приемник) – поглотитель помех (приемник)

Вопрос 3. Уровень электромагнитной помехи

1. Относительное значение помехи к уровню полезного сигнала, верхний предел которого определяется в стандартах предельных (допустимых) значений помех.
2. Наименьшее относительное значение полезного сигнала, превышение которого в месте приема воспринимается как помеха.
3. Относительное значение полезного сигнала к допустимому уровню помехи.

Вопрос 4. Помехоустойчивость устройств к электромагнитным помехам

1. Способность устройства сохранять требуемое качество функционирования при воздействии на него электромагнитных помех с регламентированными значениями параметров.

2. Способность устройства временно сохранять требуемое качество функционирования на время воздействия на него электромагнитных помех с регламентированными значениями параметров.

3. Способность устройства сохранять требуемое качество функционирования при воздействии на него электромагнитных помех любого вида и уровня.

Вопрос 5. Понятие помехоподавления электромагнитных помех определяет:

1. Характеристики средств защиты от электромагнитных помех.
2. Защитные характеристики только источника помех (передатчика).
3. Защитные характеристики только поглотителя помех (приемника).

Вопрос 6. Механизм связи электромагнитного влияния характеризуется:

1. Связями - гальванической, напряженностью электрического поля, напряженностью магнитного поля, излучения.
2. Связями – напряженностью электрического поля, напряженностью магнитного поля, излучения.
3. Связями - гальванической, электрического поля, магнитного поля.
4. Связями - электромагнитного поля.

Вопрос 7. Гальваническая связь в каналах передачи помех проявляется когда:

1. Два контура с током имеют общее электрическое сопротивление.
2. Два контура имеют проводники, находящиеся под разными потенциалами.

3. Переменное магнитное поле проводника с током индуцирует в контуре, подверженном помехе, напряжение, накладывающееся на полезный сигнал.

4. Источник и приемник электромагнитных полей связаны через волновое сопротивление.

Вопрос 8. Емкостная связь в каналах передачи помех проявляется когда:

1. Два контура с током имеют общее электрическое сопротивление.

2. Два контура имеют проводники, находящиеся под разными потенциалами.

3. Переменное магнитное поле проводника с током индуцирует в контуре, подверженном помехе, напряжение, накладывающееся на полезный сигнал.

4. Источник и приемник электромагнитных полей связаны через волновое сопротивление.

Вопрос 9. Магнитная связь в каналах передачи помех проявляется когда:

1. Два контура с током имеют общее электрическое сопротивление.

2. Два контура имеют проводники, находящиеся под разными потенциалами.

3. Переменное магнитное поле проводника с током индуцирует в контуре, подверженном помехе, напряжение, накладывающееся на полезный сигнал.

4. Источник и приемник электромагнитных полей связаны через волновое сопротивление.

Вопрос 10. Связь через электромагнитное излучение в каналах передачи помех проявляется когда:

1. Два контура с током имеют общее электрическое сопротивление.

2. Два контура имеют проводники, находящиеся под разными потенциалами.

3. Переменное магнитное поле проводника с током индуцирует в контуре, подверженном помехе, напряжение, накладывающееся на полезный сигнал.

4. Источник и приемник электромагнитных полей связаны через волновое сопротивление.

Вопрос 12. Внешними источниками электромагнитных помех в электроэнергетических установках и средствах автоматизации являются:

1. Грозовые разряды и атмосферные перенапряжения, разряды статического электричества, электромагнитные процессы в линиях электропередачи, в системах электроснабжения, в электротехнических установках, в устройствах информационной техники, ядерные взрывы.

2. Грозовые разряды, разряды статического электричества, ядерные взрывы.

3. Электромагнитные процессы в линиях электропередачи, в системах электроснабжения, в электротехнических установках, в устройствах информационной техники

Вопрос 13. В качестве источников электромагнитных помех в электроэнергетических установках и средствах автоматизации рассматриваются:

1. Все процессы при нормальных рабочих и аварийных режимах машин, электроэнергетических установок, устройств информационной техники, находящихся вблизи средств автоматизации.

2. Только процессы при аварийных режимах машин, электроэнергетических установок, устройств информационной техники.

3. Только процессы при нормальных рабочих режимах машин, электроэнергетических установок, устройств информационной техники.

Вопрос 14. Внутренние помехи в электроэнергетических установках и средствах автоматизации распространяются:

1. По проводам и в виде электрического или магнитного поля внутри установки или системы.
2. Только по проводам внутри установки или системы.
3. Только в виде электрического или магнитного поля внутри установки или системы.

Вопрос 15. Основными причинами появления внутренних помех в энергетических установках, в системах электроснабжения, в средствах автоматизации и приборах, являются:

1. Изменения напряжения с частотой 50 Гц; высшие гармоники напряжения и тока в сети; изменения сигналов в проводах управления или линиях передачи данных; искровые разряды и коммутационные процессы в реактивных сопротивлениях цепей, резонансные явления в электрических сетях.
2. Нормальные рабочие режимы машин, электроэнергетических установок, устройств информационной техники.

Вопрос 16. Предельно допустимые уровни (ПДУ) электромагнитных полей для компьютеров составляют:

1. Электростатический потенциал:  $E = 500$  В; напряженности электрического и магнитного полей: в диапазоне 5 Гц...2 кГц:  $E_{\text{ПДУ}} = 25$  В/м,  $B_{\text{ПДУ}} = 250$  нТл; в диапазоне 2 кГц...400 кГц:  $E_{\text{ПДУ}} = 2,5$  В/м,  $B_{\text{ПДУ}} = 25$  нТл.
2. Электростатический потенциал:  $E = 5000$  В; напряженности электрического и магнитного полей: в диапазоне 5 Гц...2 кГц:  $E_{\text{ПДУ}} = 250$  В/м,  $B_{\text{ПДУ}} = 250$  нТл; в диапазоне 2 кГц...400 кГц:  $E_{\text{ПДУ}} = 2,5$  В/м,  $B_{\text{ПДУ}} = 2,5$  нТл.
3. Электростатический потенциал:  $E = 1000$  В; напряженности электрического и магнитного полей: в диапазоне 5 Гц...2 кГц:  $E_{\text{ПДУ}} = 250$  В/м,  $B_{\text{ПДУ}} = 250$  нТл; в диапазоне 2 кГц...400 кГц:  $E_{\text{ПДУ}} = 25$  В/м,  $B_{\text{ПДУ}} = 25$  нТл.

Вопрос 17. Наиболее неблагоприятное воздействие на здоровье человека оказывают:

1. Электроэнергетические установки, линии электропередачи, устройства сверхвысокой частоты (СВЧ), компьютеры.

2. Радиоприемники, сотовые телефоны, осветительные приборы.

Вопрос 18. При работе в зоне высоковольтных линий электропередачи и распределительных устройств, в частности, ОРУ пребывание оперативного и ремонтного персонала без защитных средств недопустимо при напряженности электрического поля:

1. 1,0...5,0 кВ/м.

2. 5,0...10 кВ/м.

3. 5,0...25 кВ/м.

4. 25... 50 кВ/м.

Вопрос 18. Помехоустойчивость означает:

1. Способность противостоять электромагнитным воздействиям, вызывающим обратимые нарушения функционирования.

2. Способность противостоять электромагнитным воздействиям, вызывающим необратимые нарушения функционирования.

Вопрос 19. При импульсных электромагнитных воздействиях наиболее помехоустойчивыми являются:

1. Интегральные схемы и их элементы.

2. Двигатели и силовые трансформаторы.

Вопрос 20. Мероприятиями по защите от влияния электромагнитных полей при работе с компьютером являются:

1. Защитные экраны, применение жидкокристаллических дисплеев, сокращение продолжительности работы с компьютером.

2. Защитные заземленные костюмы, короткозамкнутые контуры над дисплеем.

Вопрос 21. Мероприятиями по защите от электростатических разрядов являются:

1. Антистатические полы, антистатическая одежда, повышенная влажность воздуха (более 50 %), использование металлических экранирующих корпусов с заземлением, пластмассовых корпусов с металлизацией или проводящими покрытиями.

2. Увеличение объемов рабочих помещений, заземление сети электропитания.

Вопрос 22. Для обеспечения электромагнитной совместимости электроэнергетических промышленных установок необходимо использовать:

1. Фильтры низких частот, фильтры высших гармоник, компенсирующие устройства, симметрирующие устройства, быстродействующие коммутационные аппараты, выпрямительные устройства.

2. Фильтры высших гармоник, компенсирующие устройства, симметрирующие устройства, быстродействующие коммутационные аппараты, выпрямительные устройства.

3. Фильтры низких частот, фильтры высших гармоник, компенсирующие устройства, симметрирующие устройства, разрядники, ограничители перенапряжений (ОПН).

4. Фильтры низких частот, фильтры высших гармоник, компенсирующие устройства, симметрирующие устройства, быстродействующие коммутационные аппараты.

Вопрос 23. Мероприятиями по обеспечению электромагнитной совместимости систем управления на подстанциях являются:

1. Экранирование и заземления модулей и линий, защитные схемы входов и выходов, применение световодов, логические барьеры.

2. Гальваническая развязка, экранирование и заземления модулей и линий, защитные схемы входов и выходов, применение световодов, логические барьеры.

3. Гальваническая развязка, экранирование и заземления модулей и линий, защитные схемы входов и выходов, применение световодов.

4. Гальваническая развязка, экранирование и заземления модулей и линий, защитные схемы входов и выходов, логические барьеры.

Вопрос 24. Для экранирования магнитных полей следует использовать материалы:

1. С высокой электропроводностью;
2. С высокой магнитной проницаемостью;
3. Диэлектрические;
4. Любые.

Вопрос 25. Магнитным помехам подвержены:

1. ВЧ высокоомные цепи;
2. НЧ низкоомные цепи;
3. НЧ высокоомные цепи;
4. ВЧ низкоомные цепи.

Вопрос 26. На частотах выше 300 .МГц преобладает затухание за счет:

1. Поглощения;
2. Отражения.

Вопрос 27. Чтобы повысить эффективность экранирования необходимо электронной схемы:

1. Экран соединить с опорным нулевым проводником экранируемой схемы;
2. С землей;
3. С сигнальным проводником.

Вопрос 28. Длина заземляющего провода, экрана:

1. Влияет на появление помех на НЧ;
2. Влияет на появление помех на ВЧ;
3. Ни на что не влияет;

Вопрос 29. Для уменьшения магнитной связи между цепями необходимо:

1. Уменьшить площадь петли, образованной прямым и обратным проводами;
2. увеличить напряжение в первичной цепи;
3. Поместить в медную оплетку.

Вопрос 30. Для экранирования электрических полей следует использовать материалы:

1. С высокой электропроводностью;
2. С высокой магнитной проницаемостью;
3. Диэлектрические;
4. Любые.

Вопрос 31. Увеличение контура, образованного прямым и обратным проводами, может привести к:

1. Возрастанию тока;
2. Появлению электрической помехи;
3. Появлению магнитной помехи;
4. Возрастанию волнового сопротивления

Вопрос 32. Скрутка прямого и обратного проводов приводит к:

1. Увеличению входного сопротивления;
2. Устранению электрической помехи;
3. Устранению магнитной помехи;
4. Уменьшению волнового сопротивления цепи.

Вопрос 33. Электромагнитный экран используется:

1. На всех частотах;
2. На низких частотах;
3. На высоких частотах;

4. На сверх высоких частотах.

Вопрос 34. Для уменьшения магнитной связи между цепями необходимо:

1. Уменьшить площадь петли, образованной прямым и обратным проводами;
2. Увеличить напряжение в первичной цепи;
3. Поместить в медную оплетку.

Вопрос 35. Емкостное сопротивление уменьшается при:

1. Уменьшении частоты;
2. Увеличении частоты;
3. Увеличении напряжения;
4. Увеличении тока.

Вопрос 36. Одноточечное заземление применяется:

1. Во всех случаях;
2. На низких частотах;
3. На высоких частотах;
4. В низкоомных цепях;
5. В высокоомных цепях.

Вопрос 37. Многоточечное заземление применяется:

1. Во всех случаях;
2. На низких частотах;
3. На высоких частотах;
4. В низкоомных цепях;
5. В высокоомных цепях.

Вопрос 38. Магнитный экран используется на:

1. На всех частотах;
2. На низких частотах;
3. На высоких частотах;
4. На сверхвысоких частотах.

## Темы рефератов

1. Электромагнитная совместимость. Исторические аспекты.
2. Стандартизация в области электромагнитной совместимости.
3. Нормирование условий работы персонала и проживания людей в зоне действия ЛЭП.
4. Электромагнитная экология.
5. Биоэлектромагнитная безопасность.
6. Электромагнитная совместимость воздушных линий передач.
7. Биофизические аспекты взаимодействия электромагнитных полей и живых организмов.
8. Воздействие электрических и магнитных полей промышленной частоты на живые организмы.
9. Воздействие на живые организмы электромагнитных излучений высоких и сверхвысоких частот.
10. Источники электромагнитных помех на подстанции.
11. Электромагнитная совместимость микропроцессорных устройств релейной защиты на электроэнергетических объектах.
12. Расчетные модели и схемы замещения для оценки воздействия электромагнитных помех.
13. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники..
14. Электромагнитная совместимость электроприемников систем электроснабжения промышленных предприятий.
15. Электромагнитная совместимость и заземления.
16. Заземление экранов кабелей для решения задач ЭМС.
17. Экранирование переменных электрических полей и магнитных полей.
18. Электромагнитная обстановка на энергетических и промышленных объектах.
19. Электромагнитные процессы в двухпроводных линиях передачи.
20. Экранированные помещения и камеры.

21. Электромагнитные влияния между цепями различных электрических систем.
22. Влияние электромагнитных помех на осветительные электроприемники.
23. Влияние электромагнитных помех на системы управления, измерения, защиты ЭВМ
24. Влияние электромагнитных помех на линии связи.
25. Влияние гармоник электромагнитных помех на элементы систем электроснабжения.
26. Характеристики восприимчивости устройств релейной защиты и автоматики в задачах электромагнитной совместимости.
27. Методы обеспечения электромагнитной совместимости.
28. Математическое моделирование помеховой обстановки и оценки электромагнитной совместимости.
29. Электромагнитный импульс и методы защиты микропроцессорных устройств.
30. Проблемы электромагнитной совместимости полупроводниковых преобразователей.
31. Методы и средства обеспечения электромагнитной совместимости.
32. Методы и способы обеспечения электромагнитной совместимости.
33. Методология разработки и эксплуатации технических средств с учетом электромагнитной совместимости.
34. Фильтрация электромагнитных помех с помощью пассивных фильтров.
35. Фильтрация электромагнитных помех с помощью активных фильтров.
36. Адаптивная компенсация помех.
37. Экспериментальная оценка стойкости микропроцессорных устройств к воздействию помех.

38. Функционирование устройств релейной защиты в условиях воздействия помех.

39. Технические способы обеспечения электромагнитной совместимости устройств релейной защиты.

40. Законодательство в области ЭМС.

41. Математическое моделирование спектров периодических и непериодических сигналов.

42. Сети связи нового поколения и ЭМС.

43. ЭМС электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда.

44. Обеспечение электромагнитной совместимости компьютерной и офисной техники.

### **Критерии оценки (устный ответ)**

✓ 100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся

недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.