




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


СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы


Дорогов Е.Ю.
(подпись) (И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента
энергетических систем


Штым К.А.
(подпись) (И.О. Фамилия)

«22»декабря_2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы электромагнитной совместимости
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Инжиниринг электроэнергетических систем
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №144.

Директор департамента
Составители: д.т.н, доцент

К.А. Штым
Н.В. Силин

=

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента энергетических систем и утверждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от «22» декабря 2022 г. № 4
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель:

освоение заданных дисциплинарных компетенций в области электромагнитной совместимости, формирование знаний, умений и навыков, необходимых для определения электромагнитной обстановки на объекте энергетики, нормирования и снижения электромагнитных помех.

Задачи:

- изучение механизмов появления электромагнитных помех и мероприятия по их снижению, характеристик и параметров источников помех на объектах электроэнергетики, пассивных помехоподавляющих устройств, методов и технических средств испытаний и сертификации элементов вторичных цепей на помехоустойчивость, нормативных документов в области ЭМС в электроэнергетике;
- формирование умений определять источники электромагнитных помех, производить выбор помехоподавляющего устройства;
- формирование навыков анализа электромагнитной обстановки, расчета параметров помехоподавляющих устройств.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования профессиональных компетенций. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологический	<p>ПК-1. Способен осуществлять грамотную эксплуатацию, соблюдение технологической дисциплины, соблюдению параметров производства и передачи тепловой и электрической энергии</p>	<p>ПК-1.1 Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации; - прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений. <p>ПК-1.2 Способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оперативно принимать решения, определять состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети; - контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции. <p>ПК-1.3 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; - конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики энергетического оборудования. <p>ПК-1.4 Использует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) электростанции, электроподстанции, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах; - технологические, электрические и другие схемы инженерных систем; - должностные и производственные инструкции оперативного персонала.

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ПК-1.1. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации; - прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений. 	<p>Знает теорию электромагнитного поля и его проявлением в различных электротехнических устройствах</p>
	<p>Умеет оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию; прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений</p>
	<p>Владеет методам математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях; методам анализа электрических цепей</p>
<p>ПК-1.3 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; - конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики энергетического оборудования. 	<p>Знает должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования</p>
	<p>Умеет объяснить конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования</p>
	<p>Владеет навыками описания конструктивных особенностей и эксплуатационных характеристик электроэнергетического оборудования</p>
<p>ПК-1.2 Способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оперативно принимать решения, определять состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети; - контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции. 	<p>Знает состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети</p>
	<p>Умеет контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции</p>
	<p>Владеет навыками организации и проведения работ оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети</p>
<p>ПК-1.4 Использует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) электростанции, электроподстанции, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах; 	<p>Знает территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) энергетических комплексов, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах; технологические, электрические и другие схемы электростанции; должностные и производственные инструкции оперативного персонала предприятия.</p>
	<p>Умеет использовать в профессиональной деятельности особенности эксплуатации оборудования в нормальных, ремонтных, аварийных</p>

- технологические, электрические и другие схемы инженерных систем;	и послеаварийных режимах
- должностные и производственные инструкции оперативного персонала.	Владеет должностными и производственными инструкциями оперативного персонала электростанции и энергетических комплексов.

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа). Форма обучения – очная.

Структура дисциплины, виды учебных занятий и работы обучающегося представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
ОК	Онлайн-курс

Таблица 4 – Структура дисциплины

№	Наименование дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Основы электромагнитной совместимости	7	18	-	18	-	36	-	зачёт
Итого:		7	18	-	18	-	36	-	зачёт

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 часов)

Тема 1. Основные термины и определения. Исторические аспекты, с использованием метода интерактивного обучения «лекция - беседа» (1/1 час.)

Общее определение электромагнитной совместимости. Исторический очерк. Введение в понятие электромагнитного влияния. Нормирование электромагнитных влияний.

Тема 2. Общие вопросы электромагнитной совместимости, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (1/1 час.)

Электромагнитная совместимость в электроэнергетике. Источники электромагнитных возмущений на электрической подстанции. Противофазные и синфазные помехи. Уровень помех. Помехоподавление. Логарифмические масштабы.

Тема 3. Электромагнитная обстановка. Основные определения, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (1 час.)

Определение ЭМО. Основные величины, используемые для описания ЭМО. Нормирование работы технического персонала.

Тема 4. Электрическое поле. Контроль напряженности электрического поля (1 часа).

Электрическое поле как вид материи. Описание электрического поля с помощью уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Методы расчета электрических полей. Способы контроля напряженности электрического поля на электроэнергетическом объекте. Технические средства для контроля напряженности электрического поля на электроэнергетическом объекте.

Тема 5. Магнитное поле. Контроль напряженности магнитного поля (1 часа).

Магнитное поле как вид материи. Описание магнитного поля с помощью уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Методы расчета магнитных полей. Способы контроля напряженности магнитного поля на электроэнергетическом объекте. Технические средства для контроля напряженности магнитного поля на электроэнергетическом объекте.

Тема 6. Электромагнитное поле. Контроль напряженности электромагнитного поля (1 часа).

Электромагнитное поле как вид материи. Описание электромагнитного поля с помощью уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Методы расчета электромагнитных полей. Способы контроля напряженности электромагнитного поля на электроэнергетическом объекте. Технические средства для контроля напряженности электромагнитного поля на электроэнергетическом объекте.

Тема 7. Механизмы появления помех и мероприятия по их снижению, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (1 часа).

Гальваническая связь, мероприятия по ее снижению. Индуктивная связь, мероприятия по ее снижению. Емкостная связь, мероприятия по ее снижению. Электромагнитная связь, мероприятия по ее снижению.

Тема 8. Требования к электроэнергетическим объектам в области ЭМС (1 час).

Требования в области ЭМС международной электротехнической комиссии. Требования в области ЭМС специальных международных комитетов. Требования в области ЭМС, установленные в Российской Федерации.

Тема 9. Описание электромагнитных влияний в частотной и временной областях, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (2 часа)

• Представление периодических функций времени в частотной области. Ряд Фурье. Представление непериодических функций времени в частотной области. Интеграл Фурье. Схемы замещения путей передачи помех от источников к приемникам. Расчет мощности помех, выделяемой на нагрузке.

Тема 10. Контроль спектральных характеристик высокочастотных электромагнитных помех (2 часа).

Спектроанализаторы. Основные принципы работы. Технические средства, используемые для регистрации и анализа периодических сигналов. Технические средства, используемые для регистрации и анализа непериодических сигналов. Технические средства, используемые для регистрации и анализа случайных сигналов..

Тема 11. Распространение электромагнитных волн (2 часа).

Система уравнений электромагнитного поля. Распространение электромагнитного поля в диэлектрике. Распространение электромагнитного поля в проводящей среде. Распространение электромагнитных волн в длинной линии.

Тема 12. Антенны. Регистрация электрических, магнитных и электромагнитных полей, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (2 часа)

Электрический диполь. Магнитный диполь. Характеристики антенн. Широкополосные и узкополосные измерительные антенны.

Тема 13. Экологические аспекты ЭМС, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (2 час.)

Влияние электромагнитных полей на живые организмы. Электромагнитное загрязнение. Нормирование безопасных для человека уровней электрических, магнитных и электромагнитных полей на рабочих местах. Нормирование безопасных для человека уровней электрических, магнитных и электромагнитных полей в зонах проживания.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (18 часа)

Занятие 1. Планирование и постановка задач исследования при оценке электромагнитной обстановки (4/2 часа)

1. Единицы измерения основных величин, используемых при решении проблем ЭМС.
2. Порядок планирования и постановки задач исследования. Логарифмические масштабы
3. 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, (4/2 часа)

1. Формулирование главных целей оценки электромагнитной обстановки. Методы расчета ЭМО.
2. Расчет и оценка величин напряженностей электрических и магнитных полей на электроэнергетическом объекте.
3. Подготовка отчетов по результатам оценки электромагнитной обстановки.

Занятие 3. Расчет и оценка напряжений помех при наличии гальванической, индуктивной и емкостной связей. (4 часа.)

1. Расчет и оценка напряжений помех при наличии гальванической связи.
2. Расчет и оценка напряжений помех при наличии индуктивной связи.
3. Расчет и оценка напряжений помех при наличии емкостной связи.
4. прогнозирование свойств и поведения элементов объектов электроэнергетики и электротехники.

Занятие 4. Описание электромагнитных влияний во временной и частотной областях. Расчет напряжения помех в линиях связи. (6 часов)

1. Разложение периодических помех в ряды Фурье.
2. Расчет напряжения помех при прохождении трапециедального импульса по линии связи.

Самостоятельная работа (36 часа)

Основы электромагнитной совместимости (36 часов)

1. Подготовка к коллоквиумам.
2. Подготовка к собеседованиям.
3. Подготовка доклада по итогам выполнения индивидуального задания.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости» включает в себя:

- Рекомендации по самостоятельной работе студентов;
- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки (письменного/устного доклада, реферата, сообщения, эссе, в том числе выполненных в форме презентаций);
- критерии оценки презентации доклада (таблица 5).

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде перечня тем докладов, в том числе на студенческие конференции, а также списка проблем в области ЭМС на объектах электроэнергетики и электротехники. Для расчётов и оформления докладов используются программы: World, Excel, Power Point, Vizio.

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

Перечень докладов на студенческую конференцию охватывает все темы, включенные в программу изучения дисциплины «основы электромагнитной совместимости». В процессе подготовки к докладу предусмотрено проведение экспериментальных исследований в лабораториях ДВФУ и на

объектах электроэнергетики. Кроме того, студенты выполняют расчеты электрических, магнитных и электромагнитных полей, уровней помех в электротехнических устройствах.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде доклада и презентации, выполненных согласно правилам, предусмотренным при подготовке докладов и презентаций на научно-технические конференции.

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 New Roman 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/устного доклада, реферата, сообщения, эссе, в том числе выполненных в форме презентаций):

✓ 100-86 баллов¹ 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

Таблица 5 – Критерии оценки презентации доклада

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие Проблемы	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
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. а. 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

Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	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

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Таблица 6 – Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые модули дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Описание и контроль электромагнитной обстановки	ПК-1	<p>Знает состав инструментального оборудования, его назначение и основные характеристики; основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и средства контроля и измерения;</p> <p>Умеет выбирать конкретный пункт установки средств контроля и измерения;</p> <p>Владеет навыками подключения</p>	4,8 недели – блиц-опрос на лекции (УО-1),	Зачет. Вопросы 1-15 перечня типовых вопросов, (Приложение 2).

			средств контроля и измерения и их настройки;		
2	Механизмы появления и распространения помех. Нормирование требований в области ЭМС	ПК-1	<p>Знает основные регламенты и нормативные документы для проведения работ по обеспечению электромагнитной совместимости на электроэнергетических объектах; методики оценки технического состояния и остаточного ресурса при воздействии электромагнитных возмущений; современные средства диагностирования для контроля и прогнозирования технического состояния оборудования;</p> <p>Умеет применять современные технологии оценки степени решения проблем ЭМС объекта, анализировать результаты диагностики и рассчитывать остаточный ресурс оборудования;</p> <p>Владеет приемами и методами оценки степени решения</p>	12, 16, недели- блиц-опрос на практических занятиях (УО-1); 18 неделя- защита индивидуального домашнего задания (УО-3),	Зачет Вопросы 16 — 30 перечня типовых вопросов, ИДЗ. (Приложение 2).

			проблем ЭМС, расчета остаточного ресурса технологического оборудования		
--	--	--	--	--	--

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Макашёва С. И. Электромагнитная совместимость и средства защиты. В 3 ч. Ч. 1. Электромагнитное влияние: источники, типы влияний и принципы их расчета : конспект лекций / сост. С. И. Макашёва. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2017. – 109 с. : ил. — Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42619587>

2. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: расчет электромагнитных влияний и обеспечение условий электробезопасности : учебное пособие / С.И. Макашева, С.В. Клименко. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2021. – 99 с. : ил.. — Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46402988>

3. Шишигин, С. Л. Ш55 Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие / С. Л. Шишигин, В. Е. Мещеряков, Д. С. Шишигин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Вологодский государственный университет. – Вологда : ВоГУ, 2022. – 96 с. : ил. . — Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48060865>

Дополнительная литература

1. Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б., Севостьянов А.А., Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник для вузов, Москва: Академия, 2011.-224 с. - Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668431&theme=FEFU>
2. Жгун Д.В. Электромагнитная совместимость высоковольтной техники: учебное пособие / Д.В. Жгун.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.- 150 с. - Режим доступа:
<http://window.edu.ru/resource/027/76027>
3. Носов Г.В. Постоянное электромагнитное поле: учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет.- Томск: Изд-во ТПУ, 2011.- 88 с. - Режим доступа:
<http://window.edu.ru/resource/811/73811>
4. Демирчян К. С., Нейман Л. Р., Корвкин Н. В., Теоретические основы электротехники: учебник для вузов. в 3 томах: том 1, Санкт-Петербург: Изд.дом Питер, 2004.- 462 с. - Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:232360&theme=FEFU>
5. Демирчян К. С., Нейман Л. Р., Коровкин Н. В., Теоретические основы электротехники: учебник для вузов. в 3 томах: том 2, Санкт-Петербург: Изд.дом Питер, 2004.- 575 с. Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:232363&theme=FEFU>
6. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Теоретические основы электротехники: учебник для вузов. в 3 томах: том 3, Санкт-Петербург: Изд.дом Питер, 2004.- 376 с. Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:232365&theme=FEFU>
7. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике: пер. с нем./И.П. Кужекин; под ред. Б.К. Максимова. - М.: Энергоатомиздат, 1995.-295 с. - Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:373601&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. КонсультантПлюс : официальный сайт. – Москва, 1997. – URL: <https://www.consultant.ru> – Текст: электронный.
2. Научная электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 2005. – URL: <https://www.elibrary.ru>. – Текст. Изображение : электронные.
3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ : [сайт]. – Москва, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Текст: электронный.
4. Научная электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 2000. – URL: <https://www.elibrary.ru>. – Текст: электронный.

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".

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины отводится 36 часов аудиторных занятий и 36 часов самостоятельной работы.

На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал, знакомит студентов с методиками 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.

Рекомендации по работе с литературой:

- чтение текста учебника, первоисточника, дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- конспектирование текста;
- составление библиографии;
- работа со справочниками;
- ознакомление с нормативными документами;
- составление списка основных проблем.

Начинать работу следует с самостоятельного подбора студентом учебной и научной литературы, нормативных материалов, рекомендованных преподавателем.

Работа с литературными источниками и нормативными документами предполагает конспектирование отдельных положений, имеющих отношение к теме. Студенту рекомендуется делать выписки для использования их при написании конспекта. В случае цитирования отдельных положений из литературных источников следует указывать фамилию и инициалы автора, название работы, место, год издания, страницы. Недопустимо сплошное переписывание текста первоисточников в больших объемах, поскольку это расценивается как плагиат.

Рекомендации по подготовке к зачёту

Каждый учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией. Подготовка к зачетно-экзаменационной сессии, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой студента. Основное в подготовке к сессии – повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет или экзамен. Только тот студент успевает, кто хорошо усвоил учебный материал. Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь учебный материал. Все это зачастую невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к зачету или экзамену будет трудным, а иногда и непосильным делом, а конечный результат - возможное отчисление из учебного заведения.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости» 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 в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.

X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 7);
- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
- перечень типовых вопросов к зачёту;
- критерии выставления оценки студенту на зачёте (таблица 8);
- тесты для текущего контроля;
- критерии оценки промежуточного тестирования;
- темы докладов;
- критерии оценки докладов (таблица 9).

Таблица 7 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1 - Способен осуществлять грамотную эксплуатацию, соблюдение технологической дисциплины, соблюдение параметров производства и передачи тепловой и электрической энергии	знает (пороговый уровень)	Перечень и принцип действия технических средств для измерения и контроля	Знание современных технических средств измерения и контроля параметров технологических процессов	Способность перечислить технические средства и пояснить их принцип действия
	умеет (продвинутый)	использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса	Умение использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса	Способность выбрать технические средства и использовать их для измерения и контроля основных параметров технологического процесса
	владеет (высокий)	Методикой использования средств для измерения и контроля основных параметров технологического процесса	Владение набором операций для выполнения измерения и контроля основных параметров технологического процесса	Способность выполнить контроль основных параметров технологического процесса
	знает (пороговый уровень)	Перечень неисправностей и методы диагностики	Знание современных методов диагностики	Способность перечислить современные методы диагностики
	умеет (продвинутый)	Проводить диагностику и определять неисправности	Умение проводить диагностику и определять неисправности	Способность проводить диагностику и определять неисправности

	владеет (высокий)	Методикой проведения диагностики и поиска неисправностей	Владение набором операций по проведению диагностики и поиску неисправностей	Способность Выполнить набор операций по проведению диагностики и поиску неисправностей
--	------------------------------	--	--	--

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты 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;
- 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 «Основы электромагнитной совместимости» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости» предусмотрен зачет, который проводится в устной форме.

В билете один вопрос связан с общими понятиями теории электромагнитного поля и определения электромагнитной обстановки и оценивается в 3 балла. Второй вопрос связан с практическими вопросами проведения измерений и мероприятиями по обеспечению ЭМС.

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. Поясните понятия узкополосных и широкополосных электромагнитных помех.
6. Поясните понятия синфазных и противофазных электромагнитных помех.
7. Дайте определение электрического поля.
8. Приведите уравнения, описывающие электрическое поле.
9. Дайте понятие логарифмических масштабов? Что такое децибел и непер? Как они соотносятся?

10. Какие методы применяют для расчета и оценки величины напряженности электрического поля вблизи электроэнергетических объектов?

11. Каковы основные величины, характеризующие электрическое поле?

12. Что такое спектр периодической помехи. Какой математический аппарат применяется для его получения?

13. Дайте определение магнитного поля? Приведите уравнения, описывающие магнитное поле.

14. Какие методы применяют для расчета и оценки величины напряженности магнитного поля вблизи электроэнергетических объектов.

15. Какие величины характеризуют магнитное поле.

16. Какие величины характеризуют электрическое поле в проводящей среде.

17. Приведите уравнения, описывающие электрическое поле в проводящей среде.

18. Какие методы применяют для расчета и оценки величины напряженности электрического поля в проводящей среде вблизи электроэнергетических объектов.

19. Дайте определение электромагнитного поля? Приведите уравнения электромагнитного поля?

20. Какие методы применяют для расчета и оценки уровня электромагнитного излучения вблизи электроэнергетических объектов?

21. Перечислите механизмы появления помех?

22. Поясните принцип действия спектроанализатора?

23. Перечислите исходные данные для определения ЭМО на объекте?

24. Поясните различия между электрическим и магнитным диполями?

25. Перечислите характеристики антенн, предназначенных для регистрации электромагнитных полей?

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

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

28. Как осуществляется измерение электромагнитных полей радиочастотного диапазона на электроэнергетических объектах?

29. Как осуществляется измерение электрических и магнитных полей низкочастотного диапазона на электроэнергетических объектах?

30. Перечислите организации, разрабатывающие стандарты в области ЭМС?

**Критерии выставления оценки студенту на зачете
по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости»**

Таблица 8 – Критерии выставления оценки студенту на зачёте

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100 - 86	<i>«зачтено»</i>	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, знает особенности конструкции электроэнергетического, электротехнического оборудования и микропроцессорной техники; их восприимчивость к электромагнитным возмущениям.
85 - 76	<i>«зачтено»</i>	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 расчета. режимов работы электроэнергетического оборудования в условиях воздействия помех;

75 - 61	«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, но в то же время знает основные регламенты и нормативные документы для проведения работ по обеспечению электромагнитной совместимости на электроэнергетических объектах;
60 и менее	«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 11. Противофазные помехи в каналах передачи возникают:

1. Между прямыми и обратными проводами электрических контуров или между зажимами подверженных помехам систем.

2. При наличии источников мешающих напряжений, которые появляются между отдельными сигнальными проводниками и массой, обладающей нулевым потенциалом.

Вопрос 12. Синфазные помехи в каналах передачи возникают:

1. Между прямыми и обратными проводами электрических контуров или между зажимами подверженных помехам систем.

2. При наличии источников мешающих напряжений, которые появляются между отдельными сигнальными проводниками и массой, обладающей нулевым потенциалом.

Вопрос 13. К естественным электромагнитным помехам относятся:

1. Электрические и магнитные поля Земли, радиоизлучения Солнца и галактик,

2. Электрические и магнитные поля Земли, радиоизлучения Солнца и галактик, атмосферные (грозовые) разряды.

3. Электрические и магнитные поля Земли, радиоизлучения Солнца и галактик, атмосферные (грозовые) разряды, разряды статического электричества,

4. Электрические и магнитные поля Земли, радиоизлучения Солнца и галактик, атмосферные (грозовые) разряды, разряды статического электричества, электромагнитное влияние ядерных взрывов.

Вопрос 14. К искусственным электромагнитным помехам относятся:

1. Электромагнитные процессы в технических системах.

2. Электромагнитные процессы в технических системах, разряды статического электричества, электромагнитное влияние ядерных взрывов.

3. Электромагнитные процессы в технических системах, разряды статического электричества,

4. Электромагнитные процессы в технических системах, электромагнитное влияние ядерных взрывов.

Вопрос 15. Функциональные источники электромагнитных помех:

1. Радио и телепередатчики, генераторы высокой частоты для промышленного или медицинского применения, микроволновые печи.

2. Атмосферные разряды, коммутационные процессы в сетях высокого напряжения, разряды статического электричества, сварочное оборудование, .

3. Электрический транспорт, люминесцентные лампы, автомобильные устройства зажигания, переговорные устройства.

Вопрос 16. Нефункциональные источники электромагнитных помех:

1. Радио- и телепередатчики, генераторы высокой частоты для промышленного или медицинского применения, микроволновые печи.
2. Атмосферные разряды, коммутационные процессы в сетях высокого напряжения, разряды статического электричества, сварочное оборудование, .
3. Электрический транспорт, люминесцентные лампы, автомобильные устройства зажигания, переговорные устройства.

Вопрос 17. К узкополосным источникам электромагнитных помех относятся:

1. Линии электропередачи на частоте 50 Гц, генераторы высокой частоты, передатчики связи, радиоприемники, компьютеры, микроволновые печи.
2. Воздушные линии электропередачи, разряды статического электричества, сварочное оборудование, электрический транспорт, люминесцентные лампы, автомобильные устройства зажигания.

Вопрос 18. К широкополосным источникам электромагнитных помех относятся:

1. Линии электропередачи на частоте 50 Гц, генераторы высокой частоты, передатчики связи, радиоприемники, компьютеры, микроволновые печи.
2. Воздушные линии электропередачи, разряды статического электричества, сварочное оборудование, электрический транспорт, люминесцентные лампы, автомобильные устройства зажигания.

Вопрос 19. К источникам электромагнитных помех на промышленных предприятиях относятся:

1. Электротранспорт, автомобильный транспорт, осветительные установки, линии электропередачи.
2. Линии электропередачи, оборудование подстанций, электротехнологические установки.
3. Линии электропередачи, оборудование подстанций, генераторы.

Вопрос 20. К источникам электромагнитных помех на электростанциях относятся:

1. Электротранспорт, автомобильный транспорт, осветительные установки, линии электропередачи.

2. Линии электропередачи, оборудование подстанций, электротехнологические установки.

3. Линии электропередачи, оборудование подстанций, генераторы.

Вопрос 21. Классификация электромагнитной обстановки окружающей среды Методическими указаниями Стандарта СО 34.35.311-2004 РАО "ЕЭС РОССИИ" выполняется:

1. На территории городов.

2. На территории подстанций и электростанций.

Вопрос 22. Наиболее жесткие требования к электромагнитной обстановке окружающей среды по электромагнитным помехам, связанным с электрическими проводами, предъявляются к источникам помех класса:

1. 1

2. 2

3. 3

4. 4

Вопрос 23. 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 24. 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 25. 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 26. 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 27. Энергетические предприятия (электростанции) и электротехнологические установки создают электромагнитные поля в диапазоне частот

1. 5,0 Гц....10000 кГц,
2. 50 Гц....100 кГц,
3. 50 Гц.... 1000 кГц,
4. 1,0 кГц...10000 кГц.

Вопрос 28. Ориентировочные значения напряжённостей магнитного поля промышленной частоты на энергетических и промышленных предприятиях на расстоянии 0,5 м от:

1. Генераторов: 36 А/м; двигателей: 26 А/м; линий электропередачи: 10 А/м; трансформаторов: 14 А/м; открытых подстанций: 12 А/м; закрытых распределительных устройств: 36 А/м; щитов управления: 0,5 А/м.

2. Генераторов: 36 А/м; двигателей: 26 А/м; линий электропередачи: 10 А/м; трансформаторов: 14 А/м; открытых подстанций: 36 А/м; закрытых распределительных устройств: 12 А/м; щитов управления: 0,5 А/м.

3. Генераторов: 16 А/м; двигателей: 26 А/м; линий электропередачи: 10 А/м; трансформаторов: 14 А/м; открытых подстанций: 12 А/м; закрытых распределительных устройств: 36 А/м; щитов управления: 10 А/м.

Вопрос 29. 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, $V_{\text{ПДУ}} = 250$ нТл; в диапазоне 2 кГц...400 кГц: $E_{\text{ПДУ}} = 2,5$ В/м, $V_{\text{ПДУ}} = 2,5$ нТл.

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

Вопрос 30. Предельно допустимые уровни (ПДУ) электромагнитных полей для микроволновых (СВЧ) печей составляют:

1. 10 мкВт/см².
2. 20 мкВт/см².
3. 50 мкВт/см².
4. 100 мкВт/см².
5. 150 мкВт/см².

Вопрос 31. Границы санитарно-защитных зон, согласно СН №2971-84, для линий электропередачи ЛЭП-500 кВ составляют:

1. 10 м.
2. 20 м
3. 30 м
4. 40 м.

Вопрос 32. Допустимые уровни воздействия электрического поля линий электропередачи (ЛЭП) на население на территории зоны жилой застройки составляют:

1. 0,5 кВ/м.
2. 1,0 кВ/м.
3. 5,0 кВ/м.
4. 10,0 кВ/м.

Вопрос 33. Качество электроэнергии характеризует:

1. Мету электромагнитного воздействия системы электроснабжения на приборы, аппараты, электрооборудование через кондуктивные электромагнитные помехи, распространяющиеся в электрической сети.

2. Мету электромагнитного воздействия системы электроснабжения на приборы, аппараты, электрооборудование через электромагнитные помехи, распространяющиеся в окружающей их среде.

Вопрос 34. К основным показателям качества электроэнергии относятся:

1. Отклонения и колебания напряжения; несиусоидальность и несимметрия напряжения; отклонения частоты; длительность провала напряжения; импульсное напряжение коэффициент временного перенапряжения.

2. Частота повторения изменений напряжения; интервал между изменениями напряжения; частотность появления провалов напряжения; длительность временного перенапряжения.

Вопрос 35. Нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения на выводах приемников электрической энергии по нормам ГОСТ 13109-97 на качество электроэнергии равны соответственно:

1. ± 5 и ± 10 %.

2. ± 5 и ± 15 %.

3. ± 10 и ± 15 %.

4. ± 15 и ± 20 %.

Вопрос 36. Наиболее чувствительными к высшим гармоникам тока и напряжения являются:

1. Электродвигатели.

2. Конденсаторные батареи.

3. Лампы освещения.

4. Линии электропередачи.

Вопрос 37. Наиболее неблагоприятное воздействие на здоровье человека оказывают:

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

2. Радиоприемники, сотовые телефоны, осветительные приборы.

Вопрос 38. Интенсивное электромагнитное поле промышленной частоты вызывает у работающих в электроустановках:

1. Нарушение функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой системы, периферического кровоснабжения, повышенную утомляемость.

2. Улучшение работоспособности.

Вопрос 39. В теле человека, находящегося под воздействием электромагнитного поля ЛЭП, с уменьшением расстояния до земли (от головы до ног) плотность тока – j (мкА/см²):

1. Остается без изменений.

2. Уменьшается.

3. Увеличивается.

Вопрос 40. 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 41. Помехоустойчивость означает:

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

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

Вопрос 42. При импульсных электромагнитных воздействиях наиболее помехоустойчивыми являются:

1. Интегральные схемы и их элементы.
2. Двигатели и силовые трансформаторы.

Вопрос 43. 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 44. 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 45. 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 46. 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 47. Источниками промышленных помех являются:

1. Передатчики;

2. Атмосферные электрические разряды;

3. Космическое излучение;

4. Медицинские установки;

5. Северное сияние.

Вопрос 48. В дальней зоне излучения волновое сопротивление равно:

1. $Z = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \lambda / 2\pi r$;

2. $Z = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} 2\pi r / \lambda$;

3. $Z_0 = 377 \text{ Ом}$.

Вопрос 49. Коэффициент усиления антенны в дальней зоне:

1. $\frac{4\pi R^2}{S_{эфф}}$;
2. $\frac{4\pi S_{эфф}}{\lambda^2}$
3. $\frac{\lambda^2}{4\pi S_{эфф}}$

Вопрос 50. На НЧ экраны кабелей нужно:

1. Как можно чаще заземлять;
2. Как можно реже заземлять;
3. Заземлять только в точке заземления опорного провода

Вопрос 51. Емкостное сопротивление уменьшается при:

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

Вопрос 52. Граница переходной зоны излучения средненаправленной антенны $R >$:

1. ℓ^2 / λ ;
2. 3λ
3. $\lambda/8$

Вопрос 53. Электрическая помеха возникает из-за:

1. Малого сопротивления электрической цепи;
2. Паразитных емкостей между проводами и землей;
3. Наличия экранов;

4. Большого числа точек заземления

Вопрос 53. Волновое сопротивление вблизи электрического излучателя:

1. $Z = Z_0 \lambda / 2\pi r \gg Z_0$;

2. $Z = Z_0 2\pi r / \lambda \ll Z_0$;

3. $Z_0 = 377 \text{ Ом}$.

Вопрос 54. Для экранирования магнитных полей следует использовать материалы:

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

Вопрос 55. Магнитным помехам подвержены:

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

Вопрос 56. На частотах выше 300 .МГц преобладает затухание за счет:

1. Поглощения;
2. Отражения.

Вопрос 57. Чтобы повысить эффективность экранирования необходимо электронной схемы:

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

Вопрос 58. 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 59. Затухание электромагнитной волны в экране зависит от:

1. Типа волны;
2. От типа источника излучения;
3. От частоты излучения;
4. От расстояния до источника излучения.

Вопрос 60. Электромагнитное поле по мере удаления от источника:

1. Остается неизменным;
2. Убывает как $1/r^3$;
3. Убывает как $1/r^2$;
4. Возрастает;
5. Убывает как $1/r$

Вопрос 61. Для уменьшения магнитной связи между цепями необходимо:

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

Вопрос 62. Для экранирования электрических полей следует использовать материалы:

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

Вопрос 63. Увеличение контура, образованного прямым и обратным проводниками, может привести к:

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

Вопрос 64. 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 65. Электромагнитный экран используется:

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

Вопрос 66. 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 67. Емкостное сопротивление уменьшается при:

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

Вопрос 68. Одноточечное заземление применяется:

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

Вопрос 69. Многоточечное заземление применяется:

1. Во всех случаях;

2. На низких частотах;
3. На высоких частотах;
4. В низкоомных цепях;
5. В высокоомных цепях.

Вопрос 70. Магнитный экран используется на:

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

Критерии оценки промежуточного тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по вопросам теоретических основ электротехники в соответствии с учебной программой при проведении промежуточной аттестации.

Содержание тестов. В соответствии с учебной рабочей программой тесты соответствуют разделам дисциплины «Основы электромагнитной совместимости».

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по 4-5 ответов, один из которых может быть правильным или, наоборот (3-4 вопроса могут быть верными и только один неправильный).

Условия применения. Для проверки знаний при промежуточной аттестации студент получает 5 вопросов. Правильный ответ (с предоставленным расчётом) оценивается в 2 балла. В итоге студент может набрать 10 баллов. Тесты формируются из вопросов по всем пройденным разделам курса. Проверка знаний на экзамене по этим тестам не производится.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 30-45 минут.

Темы докладов

1. Электромагнитная совместимость. Источники электромагнитных воздействий.
2. Электромагнитное поле тока молнии.
3. Коммутационные процессы как источник электромагнитных воздействий.
4. Электрические и магнитные поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием станций и подстанций.
5. Электромагнитный импульс ядерного взрыва.
6. Измерение напряженностей полей помех.
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. Помехи от электрической сети железнодорожного транспорта.
12. Расчетные модели и схемы замещения для оценки воздействия электромагнитных помех.
13. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.
14. Источники широкополосных импульсных помех.
15. Нормирование электромагнитных помех.
16. Источники узкополосных электромагнитных помех.
17. Электромагнитное поле как вид материи.
18. Система уравнений электромагнитного поля.
19. Методы расчета электромагнитных полей.
20. Способы описания электростатического поля.

21. Способы описания магнитного поля.
22. Способы описания электрического поля в проводящей среде.
24. Электрофизические параметры материальных сред.
25. Расчет емкости линий передач.
26. Расчет индуктивностей линий передач.
27. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике.
28. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде.
29. Гальваническая связь и способы ее ослабления.
30. Емкостная связь и способы ее ослабления.
31. Индуктивная связь и способы ее ослабления.
32. Электромагнитная связь и способы ее ослабления.
33. Способы выявления гальванической, емкостной и индуктивной связей.
34. Представление импульсных электромагнитных помех с помощью рядов ФУРЬЕ.
35. Расчет уровней электромагнитных помех в линиях связи.
36. Распространение плоских электромагнитных волн.
37. Нормативно-техническая документация в области ЭМС.
38. Стандартизация в области электромагнитной совместимости.
39. Технические средства для контроля уровней электромагнитных помех.
40. Методики проведения экспериментов в области ЭМС.
41. Технические средства испытаний электромагнитной совместимости
42. Международные нормы и стандарты в области ЭМС.
43. Законодательство в области ЭМС.

Критерии оценки докладов

Таблица 9 – Критерии оценки презентации доклада

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	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
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использована профессиональная терминология	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Профессиональная терминология почти не использована	Представляемая информация частично не систематизирована и/или не последовательна. Профессиональная терминология использована не в полном объеме	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Профессиональная терминология использована в полном объеме
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Технологии Power Point использованы частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	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