

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»  
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт  
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:  
Врио. директора СТИ (филиал)  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  
Ю.В. Бородач  
(подпись) \_\_\_\_\_ 2024 года  
«20» \_\_\_\_\_



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электромагнитная совместимость»**

По направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электроснабжение

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электромагнитная совместимость» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электроснабжение») – 26 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электромагнитная совместимость» разработана в соответствии федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., № 662 от 19.07.2022 г. и № 208 от 27.02.2023 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Калюжный В.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии  
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»



Ю.В. Бородач

© Калюжный В.В., 2024 г.

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» СТИ (филиал), 2024 г.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

**Цель изучения дисциплины** – изучение методов и средств электромагнитной совместимости (ЭМС) систем релейной защиты и автоматики на электрических станциях и подстанциях, обеспечивающее бакалавру возможность осуществлять профессиональную деятельность.

**Задачи:** освоение знаний о методах и технических средствах обеспечения электромагнитной совместимости систем релейной защиты и автоматики на электрических станциях и подстанциях; привитие навыков принятия конкретных технических решений в области ЭМС систем управления на объектах электроэнергетики.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина *«Электромагнитная совместимость»* входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: **знания** принципов обеспечения ЭМС в системах технологического управления электроэнергетических систем, методов и средств обеспечения ЭМС систем релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем, **умения** применять на практике полученные знания, эксплуатировать и выбирать средства ЭМС, обосновывать принятие технических решений при разработке методов и средств обеспечения ЭМС, **навыки** самостоятельной работы, владения методологией принятия решений в рамках профессиональной компетенции, терминологией и нормативно-технической документацией в области ЭМС.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Техника высоких напряжений», «Основы релейной защиты и автоматики», «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электрическая часть электрических станций и подстанций», «Электроэнергетические системы и сети», «Электроснабжение» и служит основой для освоения дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах».

Дисциплина «Электромагнитная совместимость» является необходимой для освоения профессиональных компетенций по направлению подготовки 13.03.02 Энергетика и электротехника, а также, самостоятельного написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает режимы работы объектов профессиональной деятельности ПК-3.2. Умеет рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности	<b>знать:</b> принципы обеспечения ЭМС в системах технологического управления электроэнергетических систем; методы и средства обеспечения ЭМС систем релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем.
		<b>уметь:</b> применять на практике полученные знания, эксплуатировать и выбирать средства ЭМС; обосновывать принятие технических решений при разработке методов и средств обеспечения ЭМС
		<b>владеть:</b> навыками самостоятельной работы, методологией, принятия решений в рамках профессиональной компетенции; терминологией и нормативно-технической документацией в области ЭМС.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>108</b>		<b>108</b>
	<b>(3 зач. ед)</b>		<b>(3 зач. ед)</b>
<b>Обязательная контактная работа (всего)</b>	<b>52</b>		<b>12</b>
<b>в том числе:</b>			
Лекции	26		6
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	-		-
Лабораторные работы	26		6
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>56</b>		<b>96</b>
<b>в том числе:</b>			
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> )	-		-
Форма аттестации	зачет		зачет

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1.** Проблемы электромагнитной совместимости систем управления объектов электроэнергетики. Источники электромагнитных помех на электрических станциях и подстанциях. Электромагнитная обстановка. Переходные процессы при ударах молнии. Коммутационные процессы в цепях высокого напряжения. Электрические и магнитные поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием станций и подстанций. Радиочастотные поля. Разряды статического электричества.

**Тема 2.** Виды и характеристики помех. Каналы распространения электромагнитных помех и способы их ослабления. Моделирование механизмов связи: связь через общее полное сопротивление; магнитная связь, емкостная связь; связь излучением.

**Тема 3.** Техника и технология измерения помех. Принципы измерений помех. Измерения помех, излучаемых компонентами оборудования, воздушными линиями электропередачи и шинами подстанций.

**Тема 4.** Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики. Классификация электромагнитной обстановки. Уровни помех на объектах электроэнергетики.

**Тема 5.** Методика комплексного определения электромагнитной обстановки на электрических станциях и подстанциях. Исходные данные и состав работ: обследование заземляющего устройства, системы молниезащиты. Мониторинг кондуктивных помех, электрических и магнитных полей.

**Тема 6.** Помехи в кабелях при воздействии электромагнитного поля. Методические основы расчета. Подвесные, подземные кабели. Влияние электромагнитного поля, проникающего через экраны кабелей.

**Тема 7.** Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех в системах управления. Применение экранов для ослабления электромагнитного влияния на электронные приборы и системы. Дифференциальные уравнения Максвелла. Эквивалентная глубина проникновения поля. Экраны во внешнем магнитном поле. Многослойные экраны.

**Тема 8.** Особенности практической реализации методов снижения помех на электрических станциях и подстанциях. Выполнение заземления и прокладка кабелей. Особенности проектирования заземляющих систем КРУЭ.

**Тема 9.** Экспериментальное определение помехоустойчивости. Устойчивость к электромагнитным помехам на электростанциях и подстанциях. Общие положения. Термины и определения. Требования помехоустойчивости и методы испытаний. Условия проведения испытаний. Критерии качества функционирования ТС. Влияние помех на выполнение функций ТС и систем.

**Тема 10.** ЭМС систем технологического управления объектами энергетики. Мероприятия по снижению помех. Заземление. Порты ввода/вывода, фильтры, устройства защиты от перенапряжений. Экономические вопросы ЭМС. Зонная концепция ослабления электромагнитных помех в электронных устройствах и системах, установленных в зданиях. Общие положения. Выравнивание потенциалов внутренних систем заземления зданий. Мероприятия по ограничению помех.

**Тема 11.** Помехи в узлах нагрузки в системах электроснабжения. Общие положения: источники гармонических составляющих в напряжении.

**Тема 12.** Стандартизация в области электромагнитной совместимости. ЭМС технических средств в узлах нагрузки электрических сетей. Влияние гармоник на системы электроснабжения: устройства релейной защиты, устройства измерения

мощности и энергии и др. Показатели качества электроэнергии. Ограничение уровней гармоник.

**Тема 13.** Экологическое и техногенное влияние полей. Экологические аспекты ЭМС. Нормирование безопасных для человека полей. Радиопомехи. Акустический шум от ВЛ. Влияние линий высокого напряжения на линии связи. Нормативно-техническая документация в области электромагнитной совместимости, относящиеся к общим вопросам, к условиям эксплуатации ТС, методам измерений в области ЭМС, методам испытаний, по установке оборудования в условиях эксплуатации и подавления помех.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Тема 1. Проблемы электромагнитной совместимости систем управления объектов электроэнергетики.	2		2
2.	Тема 2. Виды и характеристики помех.	2		
3.	Тема 3. Техника и технология измерения помех.	2		2
4.	Тема 4. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.	2		
5.	Тема 5. Методика комплексного определения электромагнитной обстановки на электрических станциях и подстанциях.	2		
6.	Тема 6. Помехи в кабелях при воздействии электромагнитного поля.	2		
7.	Тема 7. Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех в системах управления.	2		
8.	Тема 8. Особенности практической реализации методов снижения помех на электрических станциях и подстанциях.	2		2
9.	Тема 9. Экспериментальное определение помехоустойчивости.	2		
10.	Тема 10. ЭМС систем технологического управления объектами энергетики.	2		
11.	Тема 11. Помехи в узлах нагрузки в системах электроснабжения.	2		
12.	Тема 12. Стандартизация в области электромагнитной совместимости.	2		
13.	Тема 13. Экологическое и техногенное влияние полей.	2		
<b>Итого:</b>		<b>26</b>		<b>6</b>

**4.4. Практические (семинарские) занятия по дисциплине «Электромагнитная совместимость» не предполагаются учебным планом.**

#### **4.5. Лабораторные работы**

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Вводное занятие. Техника безопасности.	2		
2.	Расчет высших гармоник	4		2
3.	Расчет отклонений напряжения	4		
4.	Расчет несимметрии напряжений	3		
5.	Расчет колебаний напряжения	3		
6.	Измерение несинусоидальности	3		2
7.	Измерение несимметрии напряжений	3		
8.	Потери электроэнергии от некачественной электроэнергии	4		2
<b>Итого:</b>		<b>26</b>		<b>6</b>

#### **4.6. Самостоятельная работа студентов**

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Тема 1. Проблемы электромагнитной совместимости систем управления объектов электроэнергетики.	написание реферата	4		4
2.	Тема 2. Виды и характеристики помех.	написание реферата	4		4
3.	Тема 3. Техника и технология измерения помех.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		4
4.	Тема 4. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		4
5.	Тема 5. Методика комплексного определения электромагнитной обстановки на электрических станциях и подстанциях.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
6.	Тема 6. Помехи в кабелях при воздействии электромагнитного поля.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
7.	Тема 7. Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех в системах управления.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
8.	Тема 8. Особенности практической реализации методов снижения помех на электрических станциях и подстанциях.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
9.	Тема 9. Экспериментальное определение помехоустойчивости.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
10.	Тема 10. ЭМС систем технологического управления объектами энергетики.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
11.	Тема 11. Помехи в узлах нагрузки в системах электроснабжения.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
12.	Тема 12. Стандартизация в области электромагнитной совместимости.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
13.	Тема 13. Экологическое и техногенное влияние полей.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
14.	Подготовка к итоговому занятию (зачёт)	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
<b>Итого:</b>			<b>56</b>		<b>96</b>

**4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Электромагнитная совместимость» не предполагаются учебным планом.**

## **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– использование электронных образовательных ресурсов (презентационные материалы, электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие, а именно, каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого, каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература**

1. Закарюкин, В. П. Электромагнитная совместимость и средства защиты : учебное пособие / В. П. Закарюки, М. Л. Дмитриева, А. В. Крюков, под ред. В. П. Закарюкина. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 247 с. - ISBN 978-5-4499-1579-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785449915795.html> (дата обращения: 03.12.2023). - Режим доступа : по подписке.

2. Дьяков, А. Ф. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике : учебник для вузов / А. Ф. Дьяков, Б. К. Максимов, Р. К. Борисов, И. П. Кужекин, А. Г. Темников, А. В. Жуков ; под ред. чл. -корр. РАН, докт. техн. наук, проф. А. Ф. Дьякова - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-00973-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009734.html> (дата обращения: 03.12.2023). - Режим доступа : по подписке.

3. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике : учебник для вузов / Дьяков А. Ф. , Максимов Б. К. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01114-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011140.html> (дата обращения: 03.12.2023). - Режим доступа : по подписке.

#### **б) дополнительная литература**

1. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник для вузов/ А.Ф. Дьяков, И.П. Кужекин, Б.К. Максимов, А.Г. Темников; под ред. чл.-корр. РАН д.т.н., проф. А.Ф. Дьякова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 455 с.

2. Овсянников А.Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник/ А.Г. Овсянников, Р.К., Борисов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 196 с.

3. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.Я.Вагин, А.Б.Лоскутов, А.А.Севостьянов. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 224 с.

Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике: пер. с нем. /И.П. Кужекин; под ред. Б.К. Максимова. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 304 с.

4. Электромагнитная совместимость электрической части атомных электростанций. Э.В. Вершков, А.В. Жуков, А.В. Каленников, Д.А. Козлов, И.П. Кужекин, Б.К. Максимов и др. – М.: Знак, 2006. – 206 с.

#### **в) методические рекомендации**

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине: «Электромагнитная совместимость». Сост. И.Ю. Бухтияров. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2018. – 72 с.

#### **г) интернет-ресурсы:**

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Электромагнитная совместимость» предполагает использование специализированной лаборатории (ауд. 219, корпус 1) и академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лабораторные работы: лаборатория техники высоких напряжений, плакаты со схемами лабораторных работ, шаблоны отчетов по лабораторным работам, и т.д.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Электромагнитная совместимость»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<b>Пороговый</b>	<b>знать:</b> принципы обеспечения ЭМС в системах технологического управления электроэнергетических систем; методы и средства обеспечения ЭМС систем релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем.
Основной		<b>Базовый</b>	<b>уметь:</b> применять на практике полученные знания, эксплуатировать и выбирать средства ЭМС; обосновывать принятие технических решений при разработке методов и средств обеспечения ЭМС.
Заключительный		<b>Высокий</b>	<b>владеть:</b> навыками самостоятельной работы, методологией, принятия решений в рамках профессиональной компетенции; терминологией и нормативно-технической документацией в области ЭМС.

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно
1	ПК-3	Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p>ПК-3.1. Знает режимы работы объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.2. Умеет рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>Тема 1. Проблемы электромагнитной совместимости систем управления объектов электроэнергетики.</p> <p>Тема 2. Виды и характеристики помех.</p> <p>Тема 3. Техника и технология измерения помех.</p> <p>Тема 4. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.</p> <p>Тема 5. Методика комплексного определения электромагнитной обстановки на электрических станциях и подстанциях.</p> <p>Тема 6. Помехи в кабелях при воздействии электромагнитного поля.</p> <p>Тема 7. Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех в системах управления.</p> <p>Тема 8. Особенности практической реализации методов снижения помех на электрических станциях и подстанциях.</p> <p>Тема 9. Экспериментальное определение помехоустойчивости.</p> <p>Тема 10. ЭМС систем технологического управления объектами энергетики.</p> <p>Тема 11. Помехи в узлах нагрузки в системах электроснабжения</p> <p>Тема 12. Стандартизация в области электромагнитной совместимости.</p> <p>Тема 13. Экологическое и техногенное влияние полей.</p>	<p>8/9</p>

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства	
1.	ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает режимы работы объектов профессиональной деятельности	<b>знать:</b> принципы обеспечения ЭМС в системах технологического управления электроэнергетических систем; методы и средства обеспечения ЭМС систем релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем;	Тема 1. Проблемы электромагнитной совместимости систем управления объектов электроэнергетики. Тема 2. Виды и характеристики помех. Тема 3. Техника и технология измерения помех. Тема 4. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики. Тема 5. Методика комплексного определения электромагнитной обстановки на электрических станциях и подстанциях. Тема 6. Помехи в кабелях при воздействии электромагнитного поля. Тема 7. Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех в системах управления. Тема 8. Особенности практической реализации методов снижения помех на электрических станциях и подстанциях. Тема 9. Экспериментальное определение помехоустойчивости. Тема 10. ЭМС систем технологического управления объектами энергетики. Тема 11. Помехи в узлах нагрузки в системах электроснабжения. Тема 12. Стандартизация в области электромагнитной совместимости. Тема 13. Экологическое и техногенное влияние полей.	тестовые задания к лабораторным работам	
		ПК-3.2. Умеет рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности	<b>уметь:</b> применять на практике полученные знания, эксплуатировать и выбирать средства ЭМС; обосновывать принятие технических решений при разработке методов и средств обеспечения ЭМС;			тестовые задания к лабораторным работам
		ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности	<b>владеть:</b> навыками самостоятельной работы, методологией принятия решений в рамках профессиональной компетенции; терминологией и нормативно-технической документацией в области ЭМС.			

## **Тестовые задания к практическим работам по дисциплине «Электромагнитная совместимость»**

Тестовые задания для практических работ по дисциплине «Электромагнитная совместимость» содержат вопросы порогового, базового и высокого уровня. Вопросы порогового уровня направлены на определение наличия теоретических **знаний** у студента по данной дисциплине. Вопросы базового уровня позволяют определить **умения** применять на практике полученные знания, эксплуатировать и выбирать средства ЭМС, обосновывать принятие технических решений при разработке методов и средств обеспечения ЭМС, **владение** студентом навыками самостоятельной работы, методологией принятия решений в рамках профессиональной компетенции, терминологией и нормативно-технической документацией в области ЭМС.

### **Тестовые задания по дисциплине «Электромагнитная совместимость»**

**Устройство, используемое для уменьшения электромагнитного поля, проникающего в защищаемую область:**

- экран
- заземление
- электромагнитное возмущение
- приемник

**Ток во время удара молнии:**

- ток разряда
- ток молнии
- ток в устройстве заземления
- нет верного ответа

**Совокупность заземлителя и заземляющих проводников:**

- заземляющее устройство
- заземление
- внешний заземлитель
- внутренний заземлитель

**Заземлитель, выполненный за пределами территории энергообъекта:**

- выносной заземлитель
- заземлитель
- внутренний заземлитель
- внешний заземлитель

**Заземлитель, специально выполняемый для целей заземления:**

- заземлитель
- искусственный заземлитель

заземляющее устройство  
нет верного ответа

**Проводник или совокупность металлических соединенных между собой проводников, находящихся в соприкосновении с землей:**

заземлитель  
внешний заземлитель  
внутренний заземлитель  
внешний и внутренний заземлитель

**Замкнутый горизонтальный заземлитель, продолженный вокруг здания:**

внешний контур заземления  
внутренний контур заземления  
контур заземления  
внешний и внутренний контур заземления

**Заряды статического электричества возникают за счёт двух эффектов:**

накопления и зарядки  
индукций и трения  
перезарядки и возбуждения  
накопление и трения

**Грозовой разряд, разряды статического электричества, технические электромагнитные процессы, ядерный взрыв – это источники помех:**

естественные  
искусственные  
внешние  
внутренние

**Разряды атмосферного электричества, разряды статического электричества между телами, получившими заряды разной полярности относятся к источникам помех называемых:**

внешними  
естественными  
искусственными  
внутренними

**Электростатические заряды имеют значение:**

4. 6 мКл  
1. 1кЛ  
2.3 нКЛ — 5 мкКл  
3. 0,5мКл

**На рынке Европы продукция связанная с электромагнитной производимая в России составляет менее:**

1%

2%

3%

4%

**Напряженность под проводами в середине пролёта для ЛЭП 400 кВ при токе 1кА составляет:**

0,1 А/м

10 А/м

100 А/м

0,5 А/м

**Фронт нарастания электромагнитного импульса при ядерном взрыве составляет:**

0,01нс

5 нс

100 нс

0,001 нс

**Определений ожидаемый максимальный уровень электромагнитного воздействия, которое может воздействовать на прибор оборудования или систему, работающие в определенных условиях:**

максимальный уровень

уровень электромагнитной совместимости

класс защита прибора

нет верного ответа

**Сторонняя система случайно воздействующую на рассматриваемую через нарушительные или функционированные связи:**

источник помех

помехи

генератор

нет верного ответа

**Электромагнитная помеха, преобладающая часть спектра, который расположена на частотах, больших определенной частоты (ГОСТ Р 51317.2.5-2000):**

помехи

низкочастотная помеха

высокочастотная помеха

сбои

**Все процессы при нормальных рабочих и символических режимах работы приборов, машин, электроэнергетических установок, устройств**

**информационной техники находящихся в близи средств автоматизаций относятся к источникам помех:**

- искусственные
- естественные
- технические
- производственные

**Чем руководствуются разработчики при создании приборов с учётом электромагнитной совместимости:**

- техническим заданиям
- национальными нормами
- достижением науки и техники в этой области
- собственной квалификации

**Отдельное готовое изделие с прямой (ыми) функцией (ями), предназначенные для конечного использования:**

- устройство
- прибор
- станция
- усилитель

**Проводник, соединяющий заземляющие части с заземлителем:**

- проводник
- заземляющий проводник
- контур заземления
- нет правильного ответа

**Гальваническое влияние осуществляется через общие полные...**

- провода
- сопротивления
- соединения
- провода и соединения

**Влияют ли геометрические параметры соединительных проводников на гальваническую связь?**

- да
- нет
- в конкретных случаях
- нет верного ответа

**Путем уменьшения гальванического влияния через контур заземления являются различные технические варианты:**

- подключения
- разделения контуров заземления
- отключения

нет верного ответа

**Снижение емкостного влияния в случае гальванически разделенных контуров может быть достигнуто с помощью применения:**

емкостей  
индуктивностей  
экранированных проводов  
емкостей и индуктивностей

**Применение световодов для передачи сигналов приводит с точки зрения емкостного влияния к тому, что помехи:**

возрастают  
остаются неизменными  
уменьшаются  
уменьшаются или остаются неизменными

**Статическая помехоустойчивость логических матриц характеризует способность противостоять воздействиям сигналов, длительность которых превышает:**

длительность  
время их переключения  
амплитуду  
нет верного ответа

**Динамическая помехоустойчивость логического устройства при изменении его состояния характеризуется:**

полярностью  
минимальной энергией  
длительностью  
нет верного ответа

**Нормальная работа аналоговой системы гарантируется лишь тогда, когда абсолютное отклонение выходного сигнала остается в:**

пределах 5 В  
определенных границах  
в 100 раз больше  
пределах 10 В

**Для ослабления постоянных магнитных полей используют**

экраны из органических материалов  
экраны из немагнитных металлов  
экраны из диэлектриков  
экраны из ферромагнитных материалов

### **Экран устанавливается**

над источником и приемником помех  
между источником и приемником помех  
под источником и приемником помех  
имеет значения

### **Ограничители перенапряжений служат для:**

снижения перенапряжений в электрических и информационно-электронных системах

повышения уровня питающего напряжения в электрических и информационно-электронных системах

удаления высших гармоник в электрических и информационно-электронных системах

нет верного ответа

### **Полезный сигнал в сигнальных цепях и линиях передачи данных:**

может иметь широкий спектр частот

имеет только низкую частоту

имеет только высокую частоту

имеет только сверхнизкую частоту

**Если сопротивления источника и приемника помех малы, то рекомендуется использовать:**

индуктивный фильтр

емкостной фильтр

индуктивно-емкостной фильтр

нет верного ответа

**Если сопротивления источника и приемника помех велики, то рекомендуется использовать:**

емкостной фильтр

индуктивный фильтр

индуктивно-емкостной фильтр

нет верного ответа

**Использование конденсатора в качестве помехоподавляющего элемента принципиально может быть ограничено:**

величиной паразитной индуктивности

высокой стоимостью

габаритными размерами

высокой стоимостью и габаритными размерами

**Эффект ограничения напряжения варисторами основан на том, что при превышении рабочего напряжения:**

его сопротивление уменьшается на много порядков

его сопротивление увеличивается на много порядков  
его индуктивность увеличивается на много порядков  
нет верного ответа

**Основными элементами пассивных фильтров являются:**

катушки индуктивности и конденсаторы  
сопротивления и диоды  
предохранители и сопротивления  
диоды, сопротивления и катушки индуктивности

**Сетевой фильтр свободно пропускает:**

низкие частоты  
высокие частоты  
импульсные сигналы  
аналоговые сигналы

**Рабочие токи и напряжения в сигнальных цепях и линиях передачи данных:**

имеют низкую частоту  
имеют высокую частоту  
могут иметь широкий спектр частот  
имеют сверхнизкую частоту

**Принцип действия ограничителей перенапряжения базируется на использовании:**

резисторов, обладающих нелинейной вольтамперной характеристикой  
емкостных делителей напряжения  
импульсных источников питания  
нет верного ответа

**Экранирование служит:**

для ослабления электрических, магнитных и электромагнитных полей  
для ограничения уровня напряжения в сети  
для защиты приемных устройств от импульсных токов  
нет верного ответа

**При соответствующих параметрах фильтр обеспечивает:**

селективное демпфирование помехи  
изменение спектра полезного сигнала  
усиление входного сигнала  
не влияет никаким образом

**Экранирующее действие немагнитных материалов происходит из-за магнитных полей, создающих вихревые токи**

индуцирования во внешнем поле наведенного высокочастотного электрического поля  
возникновения торсионных полей вокруг экрана  
нет верного ответа

**Выберите правильное название закона:**

об электромагнитной совместимости  
о государственном регулировании в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств  
обеспечение электромагнитной совместимости технических средств  
об электромагнитной совместимости технических средств

**Измерение токовых помех, исходящих от объекта, осуществляется при помощи:**

генератора тока  
трансформатора тока  
трансформатора напряжения  
силового трансформатора

**При проверке технических средств на помехоустойчивость необходимо:**

создать нормальные внешние условия  
установить режим функционирования технических средств, при котором существует экстремальное внешнее условие  
создать экстремальное внешнее условие  
создать минимальные внешние условия  
создать максимальные внешние условия

**Для заземления электронных средств в системах автоматизации применяют 2 вида соединений заземляющих проводов: соединение в звезду или присоединение к \_\_\_\_\_ заземлителю.**

плоскому  
кубическому  
круглому  
бесконечному

**Целью схемных решений мероприятий по обеспечению электромагнитной совместимости является достижение нормального функционирования устройств обработки:**

данных  
сигналов  
электричества  
тока

**Влияние ВЛ на линии связи за счет индуктивной связи обусловлено:**  
протеканием в земле силовых токов

прохождением части или всего переменного тока ВЛ по цепи провод-земля  
наличием вокруг проводной ВЛ электрического поля  
нет верного ответа

**Влияние ВЛ на линии связи через гальваническую связь (полное сопротивление связи) обусловлено:**

протеканием в земле силовых токов  
наличием вокруг проводной ВЛ электрического поля  
прохождением части или всего переменного тока ВЛ по цепи провод-земля  
нет верного ответа

**Наиболее сильные радиопомехи и акустический шум возникают:**

при коронировании линий сверхвысокого напряжения в ясную погоду  
при коронировании линий среднего напряжения  
при коронировании линий сверхвысокого напряжения во время дождя и  
снега  
нет верного ответа

**Число составляющих проводов расщепленной фазы:**

практически влияет на радиопомехи  
увеличивает радиопомехи  
снижает радиопомехи  
нет верного ответа

**Согласно многочисленным исследованиям неопасными для человека считаются следующие напряженности внешних полей E и H при частоте 50 Гц:**

100 кВ/м и 20 кА/м  
20 кВ/м и 4 кА/м  
40кВ/м И 9 кА/м  
5 кВ/м и 1 кА/м

**Мероприятия по снижению проникновения помех с помощью \_\_\_\_\_ развязки.**

гальванической  
электрической  
магнитной  
емкостной

**Электрические и магнитные поля измеряется при помощи:**

антенна  
трансформатора  
генератора  
катушек индуктивности

**В середине пролета напряженность электрического поля под ЛЭП:**

такая же, как и у опор  
наибольшая  
наименьшая  
наименьшая или такая же, как и у опор

**Соединение в \_\_\_\_\_ является классическим видом заземление аналоговых и небыстродействующих цифровых устройств автоматизации.**

звезда  
треугольник  
круг  
квадрат

**Источником помех на объектах в электроэнергетике является переходные процессы, являющиеся следствием разрядов**

зарядов  
молнии  
конденсатор  
электричество

**Пребывание человека в электрическом поле без применения средств защиты допускается, начиная с напряженности:**

25 кВ/м  
15 кВ/м  
35 кВ/м  
20 кВ/м

**Для уменьшения \_\_\_\_\_ помех приборы автоматизации соединяют с заземляющим устройством.**

высокочастотных  
наведенных  
взаимных  
коммутационных

**При жестких требованиях к разрешению во времени (время запаздывания менее 5 мкс) рекомендуется использовать для передачи сообщений и управления \_\_\_\_\_ каналы.**

оптические  
звуковые  
аналоговые  
дискретные

**К естественным заземлителям относятся все \_\_\_\_\_ элементы соприкасающихся с землей.**

- металлические
- полупроводниковые
- диэлектрические
- ферромагнитные

**Исследование изделия имеют целью проверки эффективности мероприятий по обеспечению ЭМС с помощью выбранных экранов и \_\_\_\_\_ с корпусом.**

- теплоизоляции от внешней среды
- принудительного обдува
- соединений с корпусом
- изоляции от корпуса

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль («зачет»)**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)