

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Электромагнитная совместимость электротехнических систем

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение промышленных предприятий и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) Анчугова А.Ф.

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6	способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства
ПК-9	способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

физические основы и особенности электромагнитных помех различных типов, основные каналы передачи помех,

значения напряженностей электромагнитных помех опасных для биологических объектов и оценки результатов применительно к решению профессиональных задач.

Должен уметь:

выполнять расчет параметров помех различных типов, применять, эксплуатировать и производить выбор устройств защиты от помех;

формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно - технического отчета с публичной защитой.

Должен владеть:

методикой определения электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики;

навыками исследовательской работы; методами анализа режимов работы оборудования электрических станций и подстанций, элементов релейной защиты и автоматики; навыками ведения дискуссии.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение промышленных предприятий и систем)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 14 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 10 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 85 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие положения. Основные понятия. Содержание работ в области ЭМС.	5	0	0	0	10
2.	Тема 2. Источники электромагнитных воздействий и электромагнитные помехи	5	2	0	4	10
3.	Тема 3. Каналы передачи электромагнитных помех и способы их ослабления	5	2	0	4	10
4.	Тема 4. Пассивные помехоподавляющие и защитные устройства.	5	0	0	0	11
5.	Тема 5. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства.	5	0	0	2	11
6.	Тема 6. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики	5	0	0	0	11
7.	Тема 7. Электромагнитная совместимость технических средств в узлах нагрузки электрических сетей	5	0	0	0	11
8.	Тема 8. Экологическое и техногенное влияние полей.	5	0	0	0	11
	Итого		4	0	10	85

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Общие положения. Основные понятия. Содержание работ в области ЭМС.

Общие положения. Основные понятия. Содержание работ в области ЭМС.

##### 1. Общие положения.

Понятия: электромагнитная совместимость, электромагнитная помеха, механизм связи, чувствительный элемент, помехоустойчивость, электромагнитная обстановка. Аспекты внутренней и внешней электромагнитной совместимости устройств. Содержание работ в области ЭМС. Экономические вопросы обеспечения ЭМС.

##### Тема 2. Источники электромагнитных воздействий и электромагнитные помехи

Классификация электромагнитных помех. Линии электропередачи. Переходные процессы в сетях низкого напряжения. Автомобильные устройства зажигания. Разряды статического электричества. Радиочастотные поля. Электромагнитный импульс ядерного взрыва. Электромагнитные помехи, вызванные магнитным полем земли.

### **Тема 3. Каналы передачи электромагнитных помех и способы их ослабления**

Моделирование механизмов связи. Упрощенные модели передачи помех. Гальваническая связь. Значение напряжения помехи. Магнитная связь. Коэффициент взаимоиנדукции. Мероприятия по уменьшению индуктированных напряжений. Емкостная связь. Причина появления емкостного влияния. Связь излучением. Причина воздействия излучения. Отношение напряженности электрического и магнитного полей. Индуцируемая ЭДС в антенне. Мероприятия по уменьшению напряжений помех.

### **Тема 4. Пассивные помехоподавляющие и защитные устройства.**

Фильтры. Классификация фильтров. Назначение фильтров. Элементы фильтров. Коэффициент затухания фильтра. Устройства защиты от перенапряжений. Защитные элементы: разрядники; варисторы; кремниевые лавинные диоды. Оптроны и световодные линии. Принцип действия экранов. Материалы для изготовления экранов. Экранирование приборов и помещений. Экраны кабелей.

### **Тема 5. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства.**

Выбор сечения проводников молниеприемников, токоотводов. Расчет зон защит молниеотводов. Конструкции молниезащитных заземлителей для зданий разных групп. Общие сведения о заземляющих устройствах. Сопротивление одиночного вертикального заземлителя. Правила выполнения заземления и прокладки кабелей. Вертикальные и горизонтальные заземлители. Сопротивление заземляющего контура.

### **Тема 6. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики**

Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки. Воздействие на кабели систем релейной защиты и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты. Импульсные помехи при ударах молнии. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона. Помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения.

### **Тема 7. Электромагнитная совместимость технических средств в узлах нагрузки электрических сетей**

Статический преобразователь как источник гармоник и другие источники гармоник. Влияние гармоник на системы электроснабжения. Элементы систем электроснабжения. Статическое оборудование. Устройства релейной защиты в энергосистемах. Оборудование потребителей. Влияние гармоник на измерение мощности и энергии. Ограничение уровней гармоник напряжений и токов.

### **Тема 8. Экологическое и техногенное влияние полей.**

Экологические аспекты электромагнитной совместимости. Роль электрических процессов в функционировании живых организмов. Электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту. Нормирование безопасных для человека напряженностей полей. Нормативная база за рубежом и в РФ.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-6 , ПК-9	1. Общие положения. Основные понятия. Содержание работ в области ЭМС. 2. Источники электромагнитных воздействий и электромагнитные помехи 3. Каналы передачи электромагнитных помех и способы их ослабления 4. Пассивные помехоподавляющие и защитные устройства. 5. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства. 6. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики 7. Электромагнитная совместимость технических средств в узлах нагрузки электрических сетей 8. Экологическое и техногенное влияние полей.
2	Контрольная работа	ПК-6 , ПК-9	1. Общие положения. Основные понятия. Содержание работ в области ЭМС. 2. Источники электромагнитных воздействий и электромагнитные помехи 3. Каналы передачи электромагнитных помех и способы их ослабления 4. Пассивные помехоподавляющие и защитные устройства. 5. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства. 6. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики 7. Электромагнитная совместимость технических средств в узлах нагрузки электрических сетей 8. Экологическое и техногенное влияние полей.
3	Лабораторные работы	ПК-6 , ПК-9	2. Источники электромагнитных воздействий и электромагнитные помехи 3. Каналы передачи электромагнитных помех и способы их ослабления 5. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства.
	<b>Экзамен</b>	ПК-6, ПК-9	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 5**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Устный опрос: Общие положения. Понятия: электромагнитная совместимость, электромагнитная помеха, механизм связи, чувствительный элемент, помехоустойчивость, электромагнитная обстановка. Аспекты внутренней и внешней электромагнитной совместимости устройств. Содержание работ в области ЭМС. Экономические вопросы обеспечения ЭМС. Естественные и искусственные помехи. Пространственные и кондуктивные помехи. Внутренние и внешние помехи. Источники электромагнитных воздействий: линии электропередачи; переходные процессы в сетях низкого напряжения; автомобильные устройства зажигания; разряды статического электричества; грозовые разряды; радиочастотные поля; электромагнитный импульс ядерного взрыва. Электромагнитные помехи, вызванные магнитным полем земли. Моделирование механизмов связи. Гальваническая, магнитная, ёмкостная виды связи; связь излучением; значения напряжения помехи; коэффициент взаимоиндукции. Мероприятия по уменьшению индуктированных напряжений. Причина появления емкостного влияния. Связь излучением. Отношение напряженности электрического и магнитного полей. Индуцируемая ЭДС в антенне. Мероприятия по уменьшению напряжений помех. : помехоподавляющие фильтры; назначение фильтров; составные элементы



фильтров; коэффициент затухания фильтра. Полоса пропускания и непропускания электрического фильтра. Классификация, назначение, принцип действия. Ограничители перенапряжения (ОПН): разрядники; варисторы; кремниевые лавинные диоды. Оптрона и световодные линии. Назначение экранов; принцип действия экрана; скин-эффект. Эффективность экранирования при разных значениях частоты поля, электропроводности и магнитной проницаемости материала экрана, конфигурации и размеров экрана. Ферромагнитные и немагнитные экраны. Сечения проводников молниеприемников, токоотводов; зоны защит молниеотводов. Расчет зон защит молниеотводов. Конструкции молниезащиты заземлителей для зданий разных групп. Вертикальные и горизонтальные заземлители. Сопротивления одиночного вертикального заземлителя, горизонтального заземлителя. Правила выполнения заземления и прокладки кабелей. Состав работ по определению ЭМО на объектах. Воздействие на кабели систем релейной защиты и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты. Импульсные помехи при ударах молнии. Разряды статического электричества. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона. Помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения. Источники гармоник. Влияние гармоник на системы электроснабжения: Элементы систем электроснабжения; статическое оборудование; устройства релейной защиты в энергосистемах; оборудование потребителей. Влияние гармоник на измерение мощности и энергии. Ограничение уровней гармоник напряжений и токов. Электромагнитная обстановка; механизм воздействия электрических и магнитных полей; нормируемые значения напряженности электрического и магнитного полей. Механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы. Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей.

## 2. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Вопросы к контрольной работе

1. Основные определения и понятия, используемые в курсе ЭМС.
2. Цели и основное содержание работ в области электромагнитной совместимости.
3. Охарактеризуйте экономический аспект ЭМС.
4. Перечислите источники помех.
5. Опишите внутренние источники помех.
6. Охарактеризуйте внешние источники помех.
7. Проанализируйте грозовой разряд, как источник внешних помех.
8. Проанализируйте разряды статического электричества, как источник внешних помех.
9. Проанализируйте ядерные взрывы, как источник внешних помех.
10. Опишите параметры помех, генерируемых техническими процессами.
11. Классификация электромагнитной обстановки окружающей среды.
12. Проанализируйте помехоустойчивость аналоговых систем.
13. Проанализируйте помехоустойчивость дискретных систем.
14. Помехоустойчивость и стойкость приборов автоматики.
15. Охарактеризуйте гальваническое влияние, как механизм передачи помех.
16. Приведите основные мероприятия, направленные на снижение влияния гальванической помехи.
17. Охарактеризуйте индуктивное влияние, как механизм передачи помех.
18. Приведите основные мероприятия, направленные на снижение влияния индуктивной помехи.
19. Охарактеризуйте емкостное влияние, как механизм передачи помех.
20. Приведите основные мероприятия, направленные на снижение влияния емкостной помехи.
21. Охарактеризуйте воздействие электромагнитного излучения как механизм передачи помех.
22. Приведите основные мероприятия, направленные на снижение электромагнитного воздействия.
23. Обзор пассивных помехоподавляющих и защитных компонентов.
24. Опишите принцип действия фильтров.
25. Опишите работу пьезоэлектрических фильтров.
26. Опишите работу магнитострикционных фильтров.
27. Опишите ограничители перенапряжения.
28. Принцип работы разрядника.
29. ОПН, выполненные на варисторах.
30. ОПН, выполненные на лавинных диодах.
31. Раскройте понятие "экранирование".
32. Опишите принцип действия экрана.
33. Экранирование приборов и помещений.
34. Проанализируйте мероприятия по обеспечению ЭМС.
35. Основные мероприятия по обеспечению ЭМС приборов автоматики.
36. Проверка собственной помехоустойчивости.
37. Охарактеризуйте испытания на устойчивость к внешним помехам.

38. Основные требования при прокладке кабеля.
39. Условие симметрии в случае емкостной помехи.
40. Заземляющие устройства как мероприятие по обеспечению электромагнитной совместимости устройств.

### **3. Лабораторные работы**

Темы 2, 3, 5

Лабораторная работа 1.

Исследование емкостных связей между проводниками на печатной плате.

Устный опрос:

1. Емкостный механизм передачи помехового сигнала между проводниками печатной платы.
2. Условие при котором рассматривается емкостный механизм передачи помехового сигнала.
3. Причина появления паразитной емкости.
4. Способы уменьшения емкостной связи.
5. Взаимная и собственная емкости.

Лабораторная работа 2.

Исследование взаимной индуктивности плоского контура.

Устный опрос:

1. Механизм передачи помехового сигнала между проводниками печатной платы через магнитную составляющую электромагнитного поля, т.е. через индуктивную связь.
2. Условие при котором рассматривается индуктивный механизм передачи помехового сигнала.
3. Собственная индуктивности плоского контура, образованного полосковыми проводниками на печатной плате.
4. Взаимная индуктивность двух контуров, образованных одинаковыми полосковыми проводниками.
5. Паразитное потягосцепление.

Лабораторная работа 3.

Исследование заземляющего устройства электроработатории.

Устный опрос:

1. Глухозаземленная нейтраль.
2. Защитное заземление.
3. Системы заземления для электроустановок напряжением до 1 кВ.
4. Глухозаземленная нейтраль.
5. Задача защитного заземления.
6. Электрическая сеть с эффективно заземленной нейтралью

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Три основных аспекта внутренней и внешней электромагнитной совместимости.
2. Цели и основное содержание работ по ЭМС.
3. Экономический аспект ЭМС.
4. Внутренние помехи.
5. Внешние помехи.
6. Полезные сигналы и помехи в электрических устройствах.
7. Помехи естественного и искусственного происхождения.
8. Источники кондуктивных помех и пути распространения кондуктивных помех.
9. Источники электромагнитных помех.
10. Молния - источник электромагнитных помех.
11. Разряды статического электричества - источник внешних помех.
12. Высотные ядерные взрывы - источник внешних помех.
13. Линии электропередачи - источники электромагнитных воздействий.
14. Электромагнитные помехи, вызванные магнитным полем земли.
15. Механизмы связи источников и приемников электромагнитных помех. Связь через общее полное сопротивление.
16. Основные мероприятия, направленные на снижение влияния гальванической помехи.
17. Связь источников и приемников электромагнитных помех через электрическое поле.
18. Основные мероприятия, направленные на снижение емкостной помехи.
19. Связь источников и приемников электромагнитных помех через магнитное поле.
20. Основные мероприятия, направленные на снижение индуктивной помехи.
21. Электромагнитное влияние, как механизм передачи помех.
22. Назначение и принцип действия фильтров.
23. Работа пьезоэлектрических фильтров.
24. Магнитострикционные фильтры.

25. Ограничение помех и перенапряжений разрядниками.
26. ОПН, выполненные на варисторах.
27. ОПН, выполненные на лавинных диодах.
28. Многоступенчатая защита от перенапряжений.
29. Экранирование. Принцип действия экрана.
30. Эффективность экранирования при разных значениях частоты поля, электропроводности и магнитной проницаемости материала экрана, конфигурации и размеров экрана.
31. Определение сечения проводников молниеприемников, токоотводов.
32. Расчет зон защит молниеотводов.
33. Конструкции молниезащиты заземлителей для зданий разных групп.
34. Вертикальные и горизонтальные заземлители. Сопротивления одиночного вертикального заземлителя, горизонтального заземлителя.
35. Правила выполнения заземления и прокладки кабелей. Сопротивление заземляющего контура.
36. Состав работ по определению ЭМО на объектах.
37. Воздействие на кабели систем релейной защиты и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты.
38. Импульсные помехи при ударах молнии.
39. Помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения.
40. Зонная концепция затухания электромагнитных процессов в экранах зданий.
41. Выравнивание потенциалов внутри одной защитной зоны.
42. Выравнивание потенциалов в нескольких защитных зонах.
43. Соединение защитных зон с проводящими экранами.
44. Устойчивость электронных приборов и систем к электромагнитным помехам.
45. Влияние гармоник на системы электроснабжения: Элементы систем электроснабжения; устройства релейной защиты в энергосистемах.
46. Влияние гармоник на измерение мощности и энергии.
47. Ограничение уровней гармоник напряжений и токов.
48. Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей.
49. Механизм воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы.
50. Нормирование условий работы персонала.
51. Механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	5

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	30
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	3	15
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Аполлонский С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] / С. М. Аполлонский. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-8114-1155-9. - Режим доступа: - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3188](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3188). ЭР

Лоторейчук Е. А. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]: учебник/ Е. А. Лоторейчук. - Москва: ФОРУМ, 2014. - 320 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0040-6. - Режим доступа - <http://znanium.com/go.php?id=444811>. ЭР

Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И.Н. Воротников, М.А. Мастепаненко и др. - Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. - 64 с. - ISBN 978-5-9596-1058-6.- Режим доступа: - <http://znanium.com/catalog/product/515122>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. При этом обращать внимание на определения и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, явлений и процессов. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Планы лабораторных, их тематика, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах. В ходе подготовки к лабораторным необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Типовой алгоритм действий при проведении лабораторной работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом лабораторной необходимо четко уяснить порядок проведения работы. В ходе выполнения лабораторной студент проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему. В заключение преподаватель подводит итоги занятия.
самостоятельная работа	Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. После каждой лекции преподаватель дает перечень тем на самостоятельное изучение. В ходе самостоятельного изучения тем дисциплины необходимо руководствоваться основной и дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет. Для более полного закрепления материала рекомендуется делать конспекты по темам и вопросам, заданным на самостоятельное изучение. Это позволит эффективнее их проработать и упростит подготовку к итоговому контролю.
устный опрос	Устный опрос предполагает активное участие студента при опросе пройденного материала. Для подготовки к опросу рекомендуется прорабатывать лекционный материал, просматривать лабораторные работы, прорешивать задачи. Студент должен быть готов к устным опросам на каждом учебном занятии. Одобряется и поощряется инициативные выступления с докладами и рефератами по темам занятий.
контрольная работа	Номер варианта контрольной работы задается преподавателем. В контрольной работе требуется решить одну задачу и ответить на три теоретических вопроса. Ответы на вопросы следует сопровождать схемами, системами и описанием их. Контрольная работа выполняется на листах формата А-4 с титульным листом, либо в тетради.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение семестра. Экзамен проводится либо в виде тестирования, либо в виде ответов на билеты. В каждом билете - два вопроса. В тестовых заданиях в каждом вопросе ? 4 варианта ответа, из них правильный только один. Если вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на ваш взгляд, содержит больше информации.

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" и магистерской программе "Электроснабжение промышленных предприятий и систем".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.3 Электромагнитная совместимость  
электротехнических систем*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника  
Профиль подготовки: Электроснабжение промышленных предприятий и систем  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: заочное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Лоторейчук Е. А. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]: учебник / Е. А. Лоторейчук. - Москва: ФОРУМ, 2014. - 320 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0040-6. - Режим доступа : <http://znanium.com/go.php?id=444811>.
2. Вагин Г. Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Текст] : учебник для вузов / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов, А. А. Севостьянов. - Москва : Академия, 2010. - 224 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 221-222. - Доп. УМО. - В пер. - ISBN 978-5-7695-6539-7.
3. Аполлонский С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] / С. М. Аполлонский. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-8114-1155-9. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3188](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3188).ЭР

**Дополнительная литература:**

1. Новгородцев А. Б. Теоретические основы электротехники [Текст]: 30 лекций по теории электрических цепей: учебное пособие / А. Б. Новгородцев. - Санкт-Петербург: Питер, 2006. - 576 с.
2. Овсянников А. Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс]: учебник / А. Г. Овсянников, Р. К. Борисов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 196 с. (Серия "Учебники НГТУ"). - ISBN 978-5-7782-2199-4.- Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778221994.html>
3. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ф. Шаталов, И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко и др. - Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. - 64 с. - ISBN 978-5-9596-1058-6.- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/515122>

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.3 Электромагнитная совместимость  
электротехнических систем*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение промышленных предприятий и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.