

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 Б1.В.ДВ.03.02

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Проектирование электротехнических комплексов и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Насибуллин Р.Т.

**Рецензент(ы):** Илюхин А.Н.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Башмаков Д. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Насибуллин Р.Т. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), nasibullin.ramil@mail.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен управлять работами по компьютерному проектированию технологических процессов
ПК-2	Способен разрабатывать проект системы электроснабжения объектов капитального строительства

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника (Проектирование электротехнических комплексов и систем)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе в 3 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 - 26 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 46 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 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 сведения об ЭМП и ЭМС. Источники ЭМП.	3	2	0	0	10
2.	Тема 2. Влияние ЭМП на электроприемники. Методы нормирования ЭМП и ЭМС.	3	2	0	9	12
3.	Тема 3. Методы расчета ЭМП. Помехозащитные устройства.	3	2	0	9	12

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. ЭМС электроприемников и питающих сетей. Влияние полей, создаваемых ЭМП, на биологические объекты.	3	2	0	0	12
	Итого		8	0	18	46

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Общие сведения об ЭМП и ЭМС. Источники ЭМП.

Определение электромагнитных помех, их классификация. Понятие электромагнитной совместимости. Виды источников помех. ЭМП, генерируемые электротермическими установками. ЭМП, генерируемые электросварочными установками. ЭМП, создаваемые электрохимическими установками. ЭМП, создаваемые электроприемниками с электродвигателями. ЭМП, создаваемые преобразователями тока и частоты. ЭМП, создаваемые ЛЭП, трансформаторами и автотрансформаторами. ЭМП, создаваемые осветительными электроприемниками.

### Тема 2. Влияние ЭМП на электроприемники. Методы нормирования ЭМП и ЭМС.

Восприимчивость осветительных электроприемников к ЭМП. Влияние ЭМП на электротермические установки. Восприимчивость электроприемников с электродвигателями к ЭМП. Влияние ЭМП на электросварочные установки. Влияние ЭМП на системы управления, измерения, защиты и ЭВМ. Влияние ЭМП на линии связи. Восприимчивость линий связи. Нормирование ЭМП и ЭМС в РФ. Нормирование ЭМП и ЭМС в странах Евросоюза.

### Тема 3. Методы расчета ЭМП. Помехозащитные устройства.

Расчет отклонений напряжения. Расчет колебаний и провалов напряжения. Расчет несинусоидальности напряжения. Расчет несимметрии напряжения. Помехозащитные устройства. Фильтры. Разрядники. Оптрены и световодные линии. Разделительные трансформаторы. Электромагнитные экраны. Природа экранирующего действия. Экранирование статических полей. Экранирование квазистатических полей. Экранирование электромагнитных волн. Материалы для изготовления экранов. Грозозащита.

### Тема 4. ЭМС электроприемников и питающих сетей. Влияние полей, создаваемых ЭМП, на биологические объекты.

Классы электромагнитной среды. Рекомендации по снижению уровней ЭМП, генерируемых электроприемниками. Рекомендации по повышению помехоустойчивости электроприемников. Распространение ЭМП в электрических сетях. Схемные пути обеспечения ЭМС. Применение специальных устройств для обеспечения ЭМС. Влияние полей, создаваемых ЭМП, на биологические объекты.

## 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".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

## 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 3</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-1 , ПК-2	1. Общие сведения об ЭМП и ЭМС. Источники ЭМП. 2. Влияние ЭМП на электроприемники. Методы нормирования ЭМП и ЭМС. 3. Методы расчета ЭМП. Помехозащитные устройства. 4. ЭМС электроприемников и питающих сетей. Влияние полей, создаваемых ЭМП, на биологические объекты.
2	Лабораторные работы	ПК-1 , ПК-2	2. Влияние ЭМП на электроприемники. Методы нормирования ЭМП и ЭМС. 3. Методы расчета ЭМП. Помехозащитные устройства.
3	Контрольная работа	ПК-1 , ПК-2	3. Методы расчета ЭМП. Помехозащитные устройства.
	<i>Экзамен</i>	ПК-1, ПК-2	

### 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 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном 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.	2
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.	3
Экзамен	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 3**

**Текущий контроль**



## 1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4

1. Определение электромагнитных помех, их классификация.
2. Понятие электромагнитной совместимости.
3. Виды источников помех.
4. ЭМП, генерируемые электротермическими установками.
5. ЭМП, генерируемые электросварочными установками.
6. ЭМП, создаваемые электрохимическими установками.
7. ЭМП, создаваемые электроприемниками с электродвигателями.
8. ЭМП, создаваемые преобразователями тока и частоты.
9. ЭМП, создаваемые ЛЭП, трансформаторами и автотрансформаторами.
10. ЭМП, создаваемые осветительными электроприемниками.
11. Восприимчивость осветительных электроприемников к ЭМП.
12. Влияние ЭМП на электротермические установки.
13. Восприимчивость электроприемников с электродвигателями к ЭМП.
14. Влияние ЭМП на электросварочные установки.
15. Влияние ЭМП на системы управления, измерения, защиты и ЭВМ.
16. Влияние ЭМП на линии связи.
17. Восприимчивость линий связи.
18. Нормирование ЭМП и ЭМС в РФ.
19. Нормирование ЭМП и ЭМС в странах Евросоюза.
20. Расчет отклонений напряжения.
21. Расчет колебаний и провалов напряжения.
22. Расчет несинусоидальности напряжения.
23. Расчет несимметрии напряжения.
24. Помехозащитные устройства.
25. Фильтры.
26. Разрядники.
27. Оптроны и световодные линии.
28. Разделительные трансформаторы.
29. Электромагнитные экраны.
30. Природа экранирующего действия.
31. Экранирование статических полей.
32. Экранирование квазистатических полей.
33. Экранирование электромагнитных волн.
34. Материалы для изготовления экранов.
35. Грозозащита.
36. Классы электромагнитной среды.
37. Рекомендации по снижению уровней ЭМП, генерируемых электроприемниками.
38. Машины контактной электросварки.
39. Дуговые сталеплавильные печи.
40. Индукционные печи.
41. Прокатные станы.
42. Крупные электролизные установки.
43. Рекомендации по повышению помехоустойчивости электроприемников.
44. Распространение ЭМП в электрических сетях.
45. Схемные пути обеспечения ЭМС.
46. Применение специальных устройств для обеспечения ЭМС.
47. Воздействие электромагнитных полей на биоорганизмы.
48. Нормы допустимых напряженностей электрических и магнитных полей для персонала и населения.
49. Защита персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей.

## 2. Лабораторные работы

Темы 2, 3

Лаб. работа 1. "Исследование ёмкостных связей между проводниками на печатной плате"

Вопросы к защите работы:

1. Чему равна конденсаторная (полная) емкость системы из двух изолированных проводников?
2. Как выражается конденсаторная (полная) емкость системы из двух копланарных проводников над проводящей поверхностью?
3. Как выражается конденсаторная (полная) емкость между двумя полосковыми проводниками системы из четырех копланарных проводников над проводящей поверхностью?

4. Как выражается конденсаторная (полная) емкость системы из двух копланарных проводников, размещенных симметрично между двумя проводящими поверхностями?
5. Как выражается конденсаторная (полная) емкость между двумя полосковыми проводниками системы из четырех копланарных проводников, размещенных симметрично между двумя проводящими поверхностями?
6. Влияет ли, и если влияет, то как, заземление экранной плоскости, а также место заземления (у генератора или у нагрузки) на величину передаваемого помехового сигнала? Ответ пояснить рассмотрением расчетной схемы.
7. Как влияет величина сопротивления нагрузки на передачу помехового сигнала?

Лаб. работа 2. "Исследование индуктивных связей между проводниками на печатной плате"

Вопросы к защите работы:

1. Чему равна собственная индуктивность  $L$  плоского контура, образованного полосковыми проводниками?
2. Как выражается собственная индуктивность  $L$  плоского контура, образованного полосковыми проводниками над проводящей поверхностью?
3. Чему равна взаимная индуктивность  $M$  двух контуров, образованных полосковыми проводниками, лежащими в одной плоскости?
4. Чему равна взаимная индуктивность  $M$  двух контуров, образованных полосковыми проводниками, лежащими в одной плоскости над проводящей поверхностью?
5. Как выражается взаимная индуктивность  $M$  двух контуров, образованных полосковыми проводниками, размещенных в параллельных плоскостях?
6. Влияет ли, и если влияет, то как, экран, размещенный между контурами, образованными полосковыми проводниками, лежащими в параллельных плоскостях, на величину взаимной индуктивности между ними?
7. Как влияет сопротивление нагрузки на передачу помехового сигнала?
8. Возможно ли на основании данных о частотной характеристике коэффициента передачи помехового сигнала сделать выводы о коэффициенте передачи импульсной помехи в этой же системе и, если возможно, то как?

### 3. Контрольная работа

Тема 3

Рассчитать коэффициенты  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения, коэффициент несинусоидальности на шинах 110 и 6 кВ, дополнительные потери мощности и снижение срока службы трансформатора собственных нужд Т4 и асинхронного двигателя М из-за перегрева токами высших гармоник и несимметрии напряжения. Нормальный срок службы принять 20 лет.

Варианты заданий (комбинация  $S_{кз}$  (МВА) и  $P_m$ (кВт)):

1. 1500; 200
2. 1600; 210
3. 1700; 220
4. 1800; 230
5. 1900; 240
6. 2000; 250
7. 2100; 260
8. 2200; 270
9. 2300; 280
10. 2400; 290

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Определение электромагнитных помех, их классификация.
2. Понятие электромагнитной совместимости.
3. Виды источников помех.
4. ЭМП, генерируемые электротермическими установками.
5. ЭМП, генерируемые электросварочными установками.
6. ЭМП, создаваемые электрохимическими установками.
7. ЭМП, создаваемые электроприемниками с электродвигателями.
8. ЭМП, создаваемые преобразователями тока и частоты.
9. ЭМП, создаваемые ЛЭП, трансформаторами и автотрансформаторами.
10. ЭМП, создаваемые осветительными электроприемниками.
11. Восприимчивость осветительных электроприемников к ЭМП.
12. Влияние ЭМП на электротермические установки.
13. Восприимчивость электроприемников с электродвигателями к ЭМП.
14. Влияние ЭМП на электросварочные установки.
15. Влияние ЭМП на системы управления, измерения, защиты и ЭВМ.
16. Влияние ЭМП на линии связи.
17. Восприимчивость линий связи.
18. Нормирование ЭМП и ЭМС в РФ.
19. Нормирование ЭМП и ЭМС в странах Евросоюза.
20. Расчет отклонений напряжения.



21. Расчет колебаний и провалов напряжения.
22. Расчет несинусоидальности напряжения.
23. Расчет несимметрии напряжения.
24. Помехозащитные устройства.
25. Фильтры.
26. Разрядники.
27. Оптроны и световодные линии.
28. Разделительные трансформаторы.
29. Электромагнитные экраны.
30. Природа экранирующего действия.
31. Экранирование статических полей.
32. Экранирование квазистатических полей.
33. Экранирование электромагнитных волн.
34. Материалы для изготовления экранов.
35. Грозозащита.
36. Классы электромагнитной среды.
37. Рекомендации по снижению уровней ЭМП, генерируемых электроприемниками.
38. Машины контактной электросварки.
39. Дуговые сталеплавильные печи.
40. Индукционные печи.
41. Прокатные станы.
42. Крупные электролизные установки.
43. Рекомендации по повышению помехоустойчивости электроприемников.
44. Распространение ЭМП в электрических сетях.
45. Схемные пути обеспечения ЭМС.
46. Применение специальных устройств для обеспечения ЭМС.
47. Воздействие электромагнитных полей на биоорганизмы.
48. Нормы допустимых напряженностей электрических и магнитных полей для персонала и населения.
49. Защита персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей.

#### **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 3</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
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.	2	20

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.	3	25
Экзамен	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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / Кисель Н.Н. - Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. - 173 с.: ISBN 978-5-9275-2144-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/994707>
2. Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса / Гуревич В.И. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 302 с.: 60x84 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-9729-0104-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/553937>
3. Современные проблемы электроэнергетики: Учебное пособие / Ушаков В.Я. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2014. - 447 с.: ISBN 978-5-4387-0521-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/701886>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Учебник / А.Г. Овсянников, Р.К. Борисов. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 196 с.: 70x100 1/16. - (Учебники НГТУ). (переплет) ISBN 978-5-7782-2199-4, 450 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/439233>
2. Электромагнитная совместимость в электрических сетях / Жежеленко И.В., Короткевич М.А. - Мн.:Вышэйшая школа, 2012. - 197 с.: ISBN 978-985-06-2184-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/508786>
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>

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

Электромагнитная совместимость. Gauss Instruments - <http://gauss-instruments.ru/elektromagnitnaya-sovmestimost/>  
 Электромагнитная совместимость электроэнергетики, техносферы и биосферы - <http://www.cpk-energo.ru/metod/Xalilov14.pdf>  
 ЭМС - электромагнитная совместимость. Техническая коллекция Schneider Electric - <http://netkom.by/docs/N32-Elektromagnitnaya-sovmestimost.pdf>

## 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, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Планы лабораторных/практических работ, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах. В ходе подготовки к лабораторным работам 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/практической работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом лабораторной/практической работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы. В ходе выполнения лабораторной/практической работы обучающиеся 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.
контрольная работа	Обучающиеся получают задание по решению определенной задачи, обобщающей знания, полученные при изучении дисциплины. Работа выполняется письменно и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
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.
экзамен	При подготовке к итоговому контролю необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных/практических занятиях в течение семестра. В список вопросов к итоговому контролю входят как вопросы, которые разбирались на аудиторных занятиях, так и вопросы по темам, которые были даны на самостоятельное изучение.

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

Освоение дисциплины "Электромагнитная совместимость электротехнических систем" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

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

Освоение дисциплины "Электромагнитная совместимость электротехнических систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **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 Проектирование электротехнических комплексов и систем .