

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

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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: 2020

## 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) доцент, к.н. (доцент) Савицкий С.К. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), Savitsky\_s@mail.ru

### 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-1             | Способен управлять работами по компьютерному проектированию технологических процессов      |
| ПК-2             | Способен разрабатывать проект системы электроснабжения объектов капитального строительства |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- нормы и требования по электромагнитной совместимости, предъявляемые к различным видам электротехнических систем;
- схемотехнические и конструкторско-технологические методы обеспечения помехоустойчивости для решения задач электромагнитной совместимости электротехнических систем;

Должен уметь:

- решать задачи обеспечения электромагнитной совместимости электротехнических систем в соответствии с действующими нормами и стандартами;
- проектировать системы, узлы и блоки с учетом требований по электромагнитной совместимости;

Должен владеть:

- методами оценки характеристик электротехнических систем в части выполнения требований по электромагнитной совместимости;
- методами моделирования и проектирования электротехнических систем, узлов и блоков с учетом требований по электромагнитной совместимости

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.02 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. Введение. Стандартизация |         |  |                      |                     |                        |

и сертификация в области ЭМС. Источники и рецепторы помех.

| N  | Разделы дисциплины / модуля   | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |   |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 2. | Тема 2. Внутрисистемная ЭМС. Неидеальное поведение компонентов. Понятие линии передачи.               | 5       | 1  | 0                    | 2                   | 21                     |
| 3. | Тема 3. Экранирование и заземление и обеспечения ЭМС. Фильтрация помех и ограничители перенапряжений. | 5       | 1  | 0                    | 3                   | 22                     |
| 4. | Тема 4. Защита от электростатического разряда. Испытания и измерения в области ЭМС.                   | 5       | 1  | 0                    | 3                   | 22                     |
|    | Итого   |         | 4  | 0                    | 10                  | 85                     |

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение. Стандартизация и сертификация в области ЭМС. Источники и рецепторы помех.

Основные понятия, термины и определения в области ЭМС. Нормативно-техническая документация в области ЭМС и функциональной безопасности. Международная система стандартизации. Сертификация продукции. Рассматривается проблема ЭМС, ее роль в повышении конкурентоспособности продукции, приводятся примеры последствий не соблюдения требований ЭМС, регулирование в области ЭМС.

Рассматривается система стандартизации в области ЭМС: международные стандарты, региональные стандарты, стандарты РФ, технические регламенты.

Международные стандарты и региональные стандарты. Военные стандарты США. Стандарты в области функциональной безопасности.

Механизм передачи помех. Межсистемная ЭМС. Параметры передатчиков и приемников, влияющие на параметры ЭМС. Источники помех искусственного и техногенного происхождения, источники преднамеренных помех, рецепторы в виде чувствительной аппаратуры, механизм проникновения помех в ТС. Дается характеристика основным методам обеспечения ЭМС: зонирование, рациональный монтаж, экранирование, заземление, фильтрация и ограничение. Указываются их особенности и возможности. Взаимодействие радиотехнических систем. Типы помеховых сигналов.

##### Тема 2. Внутрисистемная ЭМС. Неидеальное поведение компонентов. Понятие линии передачи.

Особенности создания помехозащищенной аппаратуры. Спектральные характеристики сигналов. Особенности цифровых сигналов. Элементная база цифровых быстродействующих систем. Излучение от цифровой аппаратуры. Помехи в радиоэлектронной аппаратуре. Аналоговая и цифровая аппаратура. Показатели быстродействия. Рассматривается поведение проводов и компонентов электронных схем на высоких частотах, изучаются их модели на высоких частотах, причины возникновения помех

Провода и кабели в конструкциях ТС. Модели компонентов: резисторов, конденсаторов, индуктивностей. Неидеальное поведение компонентов в цепях аппаратуры. Паразитные параметры компонентов.

Модель элементарного отрезка. Помехи в печатном монтаже. Помехи по шинам питания и заземления. Целостность сигнала как задача обеспечения ЭМС. Рассматриваются основные типы проводных и кабельных межсоединений в ТС, даются их электрические характеристики, оценивается уровень защиты от внешних помех, даются рекомендации по применению. Целостность сигнала как задача обеспечения ЭМС. Спектр цифрового сигнала, модель линии передачи в печатной плате, влияние конструкторских факторов на целостность сигнала. Дифференциальная передача сигнала как средство повышения помехозащищенности аппаратуры. Модовый анализ и рекомендации по проектированию. Модели линий передачи, первичные и вторичные параметры линии, волновое сопротивление и его влияние на работу линии передачи. Помехи (перекрестные и отражения) в линиях передачи. Рассматриваются конструкции печатных плат, задачи обеспечения ЭМС и целостности сигнала, дается классификация помех в печатном монтаже быстродействующих ТС. Механизм образования помех в шинах питания. Требования к параметрам шин питания, шины питания в многослойных печатных платах (МПП). Развязывающие конденсаторы: выбор и установка.

##### Тема 3. Экранирование и заземление и обеспечения ЭМС. Фильтрация помех и ограничители перенапряжений.

Тема. Экранирование и заземление и обеспечения ЭМС.

Роль экранирования в обеспечении ЭМС ТС. Разновидности задач экранирования. Материалы, применяемые при экранировании. Этапы проектирования экранов. Электростатическое экранирование, магнитостатическое экранирование. Классификация структуры поля. Понятие ближней и дальней зоны. Экранирование статических полей, электродинамическое экранирование Основные расчетные соотношения. Рекомендации по экранированию статических полей. Электродинамическое экранирование, расчет электродинамического экрана. Проводящие прокладки, их роль в экранировании и применение. Выполнение точек ввода воздухопроводов и коммуникаций. Рекомендации по конструированию экранов.

Тема. Фильтрация помех и ограничители перенапряжений.

Фильтрация как метод подавления помех в цепях аппаратуры. Классификация фильтров, их конструкции, области применения, рекомендации по выбору и установке. Механизм работы ограничителей перенапряжений. Стабилитроны, варисторы, диоды, газоразрядные приборы – основные характеристики и области применения.

#### **Тема 4. Защита от электростатического разряда. Испытания и измерения в области ЭМС.**

Тема. Защита от электростатического разряда.

Статическое электричество и его влияние на электронику. Методы и средства устранения электростатического разряда в электронной аппаратуре. Организационно-технические мероприятия по обеспечению электростатической защиты аппаратуры.

Тема. Испытания и измерения в области ЭМС.

Измерения помехоэмиссии, измерения помехозащищенности, измерение стойкости к кондуктивным помехам, измерение уровня кондуктивных помех. Условия тестирования и основное оборудование.

### **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                | Контрольная работа      | ПК-1 , ПК-2             | 1. Введение. Стандартизация и сертификация в области ЭМС. Источники и рецепторы помех.<br>2. Внутрисистемная ЭМС. Неидеальное поведение компонентов. Понятие линии передачи.<br>3. Экранирование и заземление и обеспечении ЭМС. Фильтрация помех и ограничители перенапряжений.<br>4. Защита от электростатического разряда. Испытания и измерения в области ЭМС. |

| Этап | Форма контроля      | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины  |
|------|---------------------|-------------------------|--|
| 2    | Лабораторные работы | ПК-1, ПК-2              | 1. Введение. Стандартизация и сертификация в области ЭМС. Источники и рецепторы помех.<br>2. Внутрисистемная ЭМС. Неидеальное поведение компонентов. Понятие линии передачи.<br>3. Экранирование и заземление и обеспечения ЭМС. Фильтрация помех и ограничители перенапряжений.<br>4. Защита от электростатического разряда. Испытания и измерения в области ЭМС. |
| 3    | Реферат             | ПК-1, ПК-2              | 1. Введение. Стандартизация и сертификация в области ЭМС. Источники и рецепторы помех.<br>2. Внутрисистемная ЭМС. Неидеальное поведение компонентов. Понятие линии передачи.<br>3. Экранирование и заземление и обеспечения ЭМС. Фильтрация помех и ограничители перенапряжений.<br>4. Защита от электростатического разряда. Испытания и измерения в области ЭМС. |
|      | <b>Экзамен</b>      | 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 5</b>        |   |   |  |   |      |
| <b>Текущий контроль</b> |   |   |  |   |      |
| 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. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.    | Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.         | 1    |
| 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    |

| Форма контроля | Критерии оценивания   |   |   |   | Этап |
|----------------|---|---|---|---|------|
|                | Отлично   | Хорошо  | Удовл.  | Неуд.   |      |
| Реферат        | Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.   | Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.  | Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.   | Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.  | 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 5**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Темы 1, 2, 3, 4

1. Электрическое поле промышленной частоты
2. Технические решения по системам ВЧ-связи
3. Расчет параметров линии электропередачи
4. Двухфазное короткое замыкание линии электропередачи
5. Расчет параметров кабельной линии
6. Оптический кабель на опоре линии электропередачи
7. Заземление
8. Рекомендации по диагностике состояния заземляющих устройств
9. Комплексное обследование заземляющего устройства подстанции
10. Восстановление системы заземления подстанции и последующая диагностика её заземляющего устройства



11. Проходной изолятор
12. Ограничитель перенапряжений
13. Поверхностный эффект и эффект близости
14. Защита объектов электроэнергетики от прямых ударов молнии
15. Внутренняя система молниезащиты

## **2. Лабораторные работы**

Темы 1, 2, 3, 4

1. Расчет эффективности экранирования неоднородного экрана.
2. Расчет помех отражения в несогласованной линии передачи
3. Расчет электрофизических параметров микрополосковой линии передачи на печатной плате.
4. Расчет паразитной емкости в конструкции аппаратуры.
5. Характерные источники электромагнитных помех в электроэнергетике.
6. Защита электрооборудования от внешних электромагнитных полей.
7. Помехоустойчивость устройств релейной защиты, автоматики и измерений.
8. Заземление, как основное средство обеспечения ЭМС электроэнергетики
9. Проблемы ЭМС электроэнергетики с биосферой.
10. Перенапряжения при подключении ёмкостной нагрузки
11. Повторное зажигание дуги
12. Спектральный анализ импульсных помех
13. Фильтрация электромагнитных помех
14. Стеkanie тока в землю через групповой заземлитель
15. Электрическое поле линии электропередачи сверхвысокого напряжения

## **3. Реферат**

Темы 1, 2, 3, 4

1. Общие вопросы электромагнитной совместимости
2. Электромагнитная совместимость. Электромагнитные влияния
3. Уровень помех. Помехоподавление.
4. Основные типы и возможные диапазоны значений электромагнитных помех
5. Земля и масса
6. Способы описания и основные параметры помех
7. Источники электромагнитных помех
8. Классификация источников помех
9. Источники узкополосных помех
10. Источники широкополосных импульсных помех
11. Источники широкополосных переходных помех
12. Классы окружающей среды
13. Механизмы появления помех и мероприятия по их снижению
14. Обзор
15. Гальваническое влияние
16. Емкостное влияние
17. Индуктивное влияние
18. Воздействие электромагнитного излучения
19. Пассивные помехоподавляющие и защитные компоненты
20. Обзор
21. Фильтры
22. Ограничители перенапряжений
23. Экранирование
24. Разделительные элементы
25. Определение электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики
26. Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки
27. Сравнение полученных значений с допустимыми
28. Электромагнитная совместимость технических средств в узлах нагрузки электрических сетей
29. Статический преобразователь как источник гармоник и другие источники гармоник
30. Влияние гармоник на системы электроснабжения
31. Ограничение уровней гармоник напряжений и токов
32. Экологическое и техногенное влияние полей
33. Экологические аспекты электромагнитной совместимости
34. Экологическое влияние коронного разряда
35. Влияния линий электропередачи на линии связи

## **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Проблема ЭМС, ее роль в повышении конкурентоспособности продукции
2. Регулирование в области ЭМС.
3. Система стандартизации в области ЭМС: международные стандарты, региональные стандарты, стандарты РФ, технические регламенты.
4. Стандарты в области функциональной безопасности.
5. Источники помех искусственного и техногенного происхождения
6. Источники преднамеренных помех, рецепторы в виде чувствительной аппаратуры.
7. Механизм проникновения помех в ТС.
8. Основные методы обеспечения ЭМС: зонирование, рациональный монтаж, экранирование, заземление, фильтрация и ограничение.
9. Взаимодействие радиотехнических систем. Типы помеховых сигналов.
10. Элементная база цифровых быстродействующих систем. Излучение от цифровой аппаратуры.
11. Помехи в радиоэлектронной аппаратуре. Аналоговая и цифровая аппаратура. Показатели быстродействия.
12. Поведение проводов и компонентов электронных схем на высоких частотах, их модели на высоких частотах, причины возникновения помех
13. Модели компонентов: резисторов, конденсаторов, индуктивностей. Неидеальное поведение компонентов.
14. Основные типы проводных и кабельных межсоединений в ТС, их электрические характеристики, уровень защиты от внешних помех.
15. Целостность сигнала как задача обеспечения ЭМС.
16. Спектр цифрового сигнала, модель линии передачи в печатной плате, влияние конструкторских факторов на целостность сигнала
17. Дифференциальная передача сигнала как средство повышения помехозащищенности аппаратуры. Модель, модальный анализ и рекомендации по проектированию.
18. Помехи (перекрестные и отражения) в линиях передачи.
19. Механизм образования помех в шинах питания. Требования к параметрам шин питания, шины питания в многослойных печатных платах (МПП).
20. Развязывающие конденсаторы: выбор и установка
21. Роль экранирования в обеспечении ЭМС ТС. Разновидности задач экранирования.
22. Материалы, применяемые при экранировании.
23. Этапы проектирования экранов.
24. Электростатическое экранирование, магнитостатическое экранирование.
25. Электродинамическое экранирование, расчет электродинамического экрана. Рекомендации по электродинамическому экранированию
26. Неоднородности в экранах. Выполнение точек ввода воздуховодов и коммуникаций.
27. Фильтрация как метод подавления помех в цепях аппаратуры.
28. Классификация фильтров, их конструкции, области применения, рекомендации по выбору и установке.
29. Механизм работы ограничителей перенапряжений. Стабилитроны, варисторы, диоды, газоразрядные приборы – основные характеристики и области применения.
30. Статическое электричество и его влияние на электронику.
31. Методы и средства устранения электростатического разряда в электронной аппаратуре.
32. Измерения помехоэмиссии, измерения помехозащищенности, измерение стойкости к кондуктивным помехам, измерение уровня кондуктивных помех. Условия тестирования и основное оборудование.

#### **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> |   |      |                   |

| Форма контроля          | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций   | Этап | Количество баллов |
|-------------------------|---|------|-------------------|
| <b>Текущий контроль</b> |   |      |                   |
| 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.  | 1    | 15                |
| 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                |
| Реферат                 | Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности. | 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)

Электронный ресурс - <https://www.emctestlab.ru/>

Электронный ресурс - <https://www.emc-e.ru/>

Электронный ресурс - <https://kdisplay.by/>

#### 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. Студенту рекомендуется изучение лекционного курса в разрезе учебной программы, а также самостоятельная работа по предложенному плану с использованием рекомендуемой литературы и других источников литературы по дисциплине.<br>При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.   |
| лабораторные работы    | Лабораторные работы направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений. Выполнение студентами лабораторных работ направлено на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин; формирование необходимых профессиональных умений и навыков.<br>При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.   |
| самостоятельная работа | Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.<br>При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.   |
| контрольная работа     | Контрольная работа проводится с целью определения конечного результата в обучении по данной теме, разделу, дисциплине. С помощью контрольной работы преподаватель проверяет усвоение студентами материала в период изучения темы. Контрольная работа проводится с целью проверки знаний и умений студентами по отдельной теме. Каждому студенту дается свой вариант работы, в который включаются задания для формирования разносторонней развитой личности.<br>При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.   |
| реферат                | Требования к разработке реферата<br>1. Продумайте цель своей работы, в общих чертах определите ее содержание, набросайте предварительный план.<br>2. Составьте список литературы (как правило, при разработке реферата используется не менее 5 различных источников), которую следует прочитать; читая ее, отмечайте и выписывайте все то, что должно быть включено в работу.<br>3. Разработайте, как можно более подробный план и возле всех пунктов и подпунктов укажите, из какой книги или статьи следует взять необходимый материал.<br>4. Во вступлении к работе раскройте значение темы, определите цель реферата.<br>5. Последовательно раскройте все предусмотренные планом вопросы, обосновывайте, разъясняйте основные положения, подкрепляйте их конкретными примерами и фактами.<br>6. Проявляйте свое личное отношение: отразите в работе собственные мысли и чувства.<br>7. Пишите грамотно, точно; разделяйте текст на абзацы; не допускайте повторений; кратко формулируйте выводы.<br>8. В конце работы сделайте обобщающий вывод.<br>9. Подготовьте публичное выступление.<br>При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams. |
| экзамен                | На протяжении всего семестра готовиться к итоговому контролю, используя вопросы к экзамену. При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных занятиях в течение семестра.<br>При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете.<br>При работе можно использовать дистанционные технологии Microsoft Teams.  |

**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.03.02 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: 2020

**Основная литература:**

1. Кузнецов В. Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие / В. Н. Кузнецов. - Тольятти : ТГУ, 2014. - 69 с. - ISBN 978-5-8259-0830-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/140216> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
2. Аполлонский С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебное пособие / С. М. Аполлонский. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-8114-1155-9. - URL : <https://e.lanbook.com/book/3188> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
3. Аполлонский, С. М. Электрические аппараты управления и автоматики : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, В. Я. Фролов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 256 с. - ISBN 978-5-8114-4601-8. - URL : <https://e.lanbook.com/book/123467> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
4. Вагин Г. Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : 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. - Текст : непосредственный. (25 экз.)

**Дополнительная литература:**

1. Ушаков В. Я. Современные проблемы электроэнергетики: учебное пособие / В.Я. Ушаков. - Томск : Изд-во Томского политех. университета, 2014. - 447 с. - ISBN 978-5-4387-0521-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/701886> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
2. Кисель Н. Н. 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. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/994707> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
3. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : 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. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515122> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
4. Овсянников, А. Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник / А.Г. Овсянников, Р.К. Борисов. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 196 с. - (Учебники НГТУ). - ISBN 978-5-7782-2199-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/439233> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.
5. Гуревич В. И. Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса / В.И. Гуревич. - Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 302 с. - ISBN 978-5-9729-0104-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/553937> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.03.02 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: 2020

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