

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет энергетики  
Применения электроэнергии



УТВЕРЖДЕНО:  
Декан, Руководитель подразделения  
Шевченко А.А.  
(протокол от 22.04.2024 № 27)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
« ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ »**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора: 2024

Срок получения образования: 4 года

Объем:  
в зачетных единицах: 3 з.е.  
в академических часах: 108 ак.ч.

**Разработчики:**

Профессор, кафедра применения электроэнергии Тропин В.В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 №144, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Работник по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи", утвержден приказом Минтруда России от 03.10.2022 № 605н; "Работник по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи", утвержден приказом Минтруда России от 04.06.2018 № 361н; "Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей", утвержден приказом Минтруда России от 31.08.2021 № 611н; "Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства", утвержден приказом Минтруда России от 30.08.2021 № 590н.

**Согласование и утверждение**

| № | Подразделение или коллегиальный орган | Ответственное лицо                                               | ФИО           | Виза        | Дата, протокол (при наличии) |
|---|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|------------------------------|
| 1 | Применения электроэнергии             | Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП | Кудряков А.Г. | Согласовано | 22.04.2024, № 27             |
| 2 | Электрических машин и электропривода  | Председатель методической комиссии/совета                        | Стрижков И.Г. | Согласовано | 22.04.2024, № 27             |

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - Целью освоения дисциплины Б1.В.1.ДВ.02.01.«Электромагнитная совместимость» является формирование комплекса знаний об электроэнергетике, а также, - сформировать необходимые организационных, научных и методических основах науки об электромагнитной совместимости умения и навыки, требующиеся инженеру-электрику по анализу и синтезу современных измерительных средств и преобразовательных устройств по повышению электромагнитной совместимости элементов систем электроснабжения, в том числе и по качеству электроэнергии в электрических сетях.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучить источники помех и возможные значения параметров помех на объектах электроэнергетики, особенности распространения помех от источников к рецепторам, параметры восприимчивости оборудования к помехам, методы и средства подавления помех и защиты от помех, методы и средства измерений помех.;
- Изучить порядок сбора, обработки и анализа данных об объекте капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения.;
- Иметь представление о контроле параметров и надёжности электронных элементов оборудования АСТУ (автоматизированных систем технологического управления) систем электроснабжения.;
- Иметь представление о требованиях нормативных документов Ростехнадзора РФ по ЭМС, об искусственных радиоэлектронных помехах, комплексной оценке воздействия на оборудование и человека нескольких помех одновременно, о возможных последствиях воздействия на электрооборудование радиации..

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-П2 Способен участвовать в ведении работы технологического электрооборудования объектов электросетевого хозяйства

ПК-П2.1 Применяет методы и технические средства для расчета показателей функционирования технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства;

*Знать:*

ПК-П2.1/Зн1 Знает методы и технические средства для расчета показателей функционирования технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства;

*Уметь:*

ПК-П2.1/Ум1 Умеет применять методы и технические средства для расчета показателей функционирования технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства;

*Владеть:*

ПК-П2.1/Вл1 Владеет методами и техническими средствами для расчета показателей функционирования технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства;

ПК-П2.2 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства;

*Знать:*

ПК-П2.2/Зн1 Знает организацию технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства;

*Уметь:*

ПК-П2.2/Ум1 Умеет применять знания организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства

*Владеть:*

ПК-П2.2/Нв1 Владеет знаниями организации технического обслуживания и ремонта объектов электросетевого хозяйства

ПК-П2.3 Демонстрирует понимание работы технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства.

*Знать:*

ПК-П2.3/Зн1 Знает и понимает принципы работы технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства.

*Уметь:*

ПК-П2.3/Ум1 Умеет работать с технологическим оборудованием объектов электросетевого хозяйства.

*Владеть:*

ПК-П2.3/Нв1 Владеет пониманием работы технологического оборудования объектов электросетевого хозяйства.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Электромагнитная совместимость» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

| Период обучения | Общая трудоемкость (часы) | Общая трудоемкость (ЗЕТ) | Контактная работа (часы, всего) | Внеаудиторная контактная работа (часы) | Зачет (часы) | Лекционные занятия (часы) | Практические занятия (часы) | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация (часы) |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Пятый семестр   | 108                       | 3                        | 53                              | 1                                      |              | 20                        | 32                          | 55                            | Зачет                           |
| Всего           | 108                       | 3                        | 53                              | 1                                      |              | 20                        | 32                          | 55                            |                                 |

### 5. Содержание дисциплины

#### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

|  | контактная работа | занятия | занятия | самостоятельная работа | результаты тестовых заданий |
|--|-------------------|---------|---------|------------------------|-----------------------------|
|  |                   |         |         |                        |                             |

| Наименование раздела, темы                                                                                 | Всего      | Внеаудиторная<br>работ | Лекционные зан | Практические з | Самостоятельн | Планируемые р<br>обучения, соотв<br>результатами ос<br>программы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------|----------------|----------------|---------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Введение.</b>                                                                                 | <b>18</b>  |                        | <b>4</b>       | <b>4</b>       | <b>10</b>     | ПК-П2.1<br>ПК-П2.2<br>ПК-П2.3                                    |
| Тема 1.1. Предмет и задачи курса, дисциплины, связь курса со смежными дисциплинами.                        | 8          |                        | 2              | 2              | 4             | ПК-П2.1<br>ПК-П2.2<br>ПК-П2.3                                    |
| Тема 1.2. Спектры периодических и импульсных процессов.                                                    | 10         |                        | 2              | 2              | 6             |                                                                  |
| <b>Раздел 2. Механизмы возникновения помех.</b>                                                            | <b>47</b>  |                        | <b>8</b>       | <b>16</b>      | <b>23</b>     | ПК-П2.1<br>ПК-П2.2<br>ПК-П2.3                                    |
| Тема 2.1. Источники широкополосных помех.                                                                  | 12         |                        | 2              | 4              | 6             | ПК-П2.1<br>ПК-П2.2<br>ПК-П2.3                                    |
| Тема 2.2. Механизмы возникновения помех.                                                                   | 12         |                        | 2              | 4              | 6             |                                                                  |
| Тема 2.3. Мероприятия по подавлению помех.                                                                 | 12         |                        | 2              | 4              | 6             |                                                                  |
| Тема 2.4. Экранирование приборов и помещений.                                                              | 11         |                        | 2              | 4              | 5             |                                                                  |
| <b>Раздел 3. Электромагнитная совместимость.</b>                                                           | <b>42</b>  |                        | <b>8</b>       | <b>12</b>      | <b>22</b>     | ПК-П2.1<br>ПК-П2.2<br>ПК-П2.3                                    |
| Тема 3.1. ЭМС в узлах нагрузок электрических сетей.                                                        | 12         |                        | 2              | 4              | 6             | ПК-П2.1<br>ПК-П2.2<br>ПК-П2.3                                    |
| Тема 3.2. Статические полупроводниковые устройства фильтрации токов фаз и компенсации реактивной мощности. | 10         |                        | 2              | 4              | 4             |                                                                  |
| Тема 3.3. Параметрические и функциональные устройства коррекции режима сети.                               | 10         |                        | 2              | 2              | 6             |                                                                  |
| Тема 3.4. Экологические аспекты электромагнитной совместимости.                                            | 10         |                        | 2              | 2              | 6             |                                                                  |
| <b>Раздел 4. Внеаудиторная работа.</b>                                                                     | <b>1</b>   | <b>1</b>               |                |                |               | ПК-П2.1<br>ПК-П2.2<br>ПК-П2.3                                    |
| Тема 4.1. Подготовка к зачету.                                                                             | 1          | 1                      |                |                |               | ПК-П2.3                                                          |
| <b>Итого</b>                                                                                               | <b>108</b> | <b>1</b>               | <b>20</b>      | <b>32</b>      | <b>55</b>     |                                                                  |

## 5. Содержание разделов, тем дисциплин

### **Раздел 1. Введение.**

*(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)*

*Тема 1.1. Предмет и задачи курса, дисциплины, связь курса со смежными дисциплинами.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

Предмет и задачи курса, дисциплины, связь курса со смежными дисциплинами. Помехи. Их уровень и влияния. Логарифмические относительные характеристики.

Способы описания и основные параметры помех в частотной и временной областях.

*Тема 1.2. Спектры периодических и импульсных процессов.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

Спектры периодических и импульсных процессов. Источники узкополосных помех. Помехи в сетях электроснабжения.

## **Раздел 2. Механизмы возникновения помех.**

*(Лекционные занятия - 8ч.; Практические занятия - 16ч.; Самостоятельная работа - 23ч.)*

*Тема 2.1. Источники широкополосных помех.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

Источники широкополосных помех. Автомобильные устройства зажигания. Газоразрядные лампы. Коллекторные двигатели. Разряды статического электричества. Коммутация тока в индуктивных цепях и на срезах тока.

*Тема 2.2. Механизмы возникновения помех.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

Механизмы возникновения помех. Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры. Гальваническое влияние по контурам заземления. Кондуктивное (емкостное) влияние. Контуры с общим проводом системы опорного потенциала.

*Тема 2.3. Мероприятия по подавлению помех.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

Мероприятия по подавлению помех. Пассивные системы подавления помех. Фильтры сигнальных цепей управления и защиты. Активные системы подавления. Активные фильтры. Ограничители перенапряжений и разрядники.

*Тема 2.4. Экранирование приборов и помещений.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)*

Экранирование приборов и помещений. Разделительные элементы ЭМС на объектах электроэнергетики. Импульсные помехи, обусловленные переходными процессами в процессах в цепях высокого напряжения при коммутациях и коротких замыканиях. Импульсные помехи при ударах молнии. Разряды статического электричества. Магнитные поля промышленной частоты.

## **Раздел 3. Электромагнитная совместимость.**

*(Лекционные занятия - 8ч.; Практические занятия - 12ч.; Самостоятельная работа - 22ч.)*

*Тема 3.1. ЭМС в узлах нагрузок электрических сетей.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

ЭМС в узлах нагрузок электрических сетей. Стандарты на качество напряжения сети и электроэнергии. Применение метода симметричных составляющих для описания основных показателей качества электроэнергии. Баланс активной и реактивной мощностей при несимметрии токов. Влияние высших гармоник на энергетические потери в сети.

*Тема 3.2. Статические полупроводниковые устройства фильтрации токов фаз и компенсации реактивной мощности.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

Статические полупроводниковые устройства фильтрации токов фаз и компенсации реактивной мощности. Устройства подавления фликера.

*Тема 3.3. Параметрические и функциональные устройства коррекции режима сети.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

Расчёты схем Штейнмеца, компенсирующих токи нулевой и обратной последовательностей. Параметрические и функциональные устройства коррекции режима сети. Силовые фильтры высших гармоник.

показателей качества электроэнергии.

*Тема 3.4. Экологические аспекты электромагнитной совместимости.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

Экологические аспекты электромагнитной совместимости. Механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы. Электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту. Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей. Нормативная база за рубежом и в РФ.

#### **Раздел 4. Внеаудиторная работа.**

***(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.)***

*Тема 4.1. Подготовка к зачету.*

*(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.)*

Разбор вопросов к зачету и консультации с преподавателем.

### **6. Оценочные материалы текущего контроля**

#### **Раздел 1. Введение.**

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

1. Помеха отличается от сигнала тем, что:

- 1 – не содержит информации;
- 2 – меньше по мощности;
- 3 – больше по мощности;
- 4 – имеет более широкий спектр.

2. Уровень помехи определяется:

- 1 - в вольтах;
- 2 – в миллиамперах;
- 3 – в ваттах;
- 4 - в децибеллах.

3. Помеха влияет на:

- 1 – качество электроэнергии;
- 2 – количество активной электроэнергии;
- 3 – относительное значение активной электроэнергии;
- 4 – активное сопротивление генератора.

4. Логарифмические характеристики оценивают:

- 1 – относительный уровень сигнала;
- 2 – абсолютный уровень сигнала;
- 3 – суммарный уровень сигнала;
- 4 – разностный уровень сигнала.

## 5. Основные типы электромагнитных помех в частотной форме:

- 1 - узкополосные и широкополосные
- 2 - противофазные и ортогональные;
- 3 – синфазные и паразитные;
- 4 – импульсные и непрерывные.

6. Решением системы линейных уравнений называют любой набор переменных набор значений переменных, обращающий уравнения системы в верные тождества любые числа

набор значений переменных, обращающий уравнения системы в нули

набор значений переменных, обращающий уравнения системы в неверные тождества

## 7. Какие действия можно выполнять над матрицами?. Выбрать несколько ответов

- 1) сложение
- 2) умножение
- 3) умножение на число
- 4) деление матрицы на матрицу

8. Кто несет ответственность за действия работника, допущенного к дублированию на рабочем месте?

Сам работник, допущенный к дублированию, так и работник, под руководством и контролем которого проводится дублирование.

Только сам работник.

Руководитель организации.

Инспектор Ростехнадзора.

9. Кто проводит первичный инструктаж командированному персоналу при проведении работ в электроустановках до 1000 В?

Работник организации - владельца электроустановок из числа административно-технического персонала, имеющий группу IV

Работник организации - владельца электроустановок из числа электротехнического персонала, имеющий группу IV

Работник организации - владельца электроустановок из числа оперативно-ремонтного персонала, имеющий группу IV

Работник командировавшей организации из числа административно-технического персонала, имеющий группу IV

10. Допускается ли совмещение контрольных противоаварийных тренировок и контрольных противопожарных тренировок в соответствии с требованиями «Правил работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации»?

Да

Нет

По согласованию с МЧС

## **Раздел 2. Механизмы возникновения помех.**

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

1. Величина напряжения короткого замыкания трансформатора 5,0 % означает, что при номинальном выходном токе падение напряжения на его внутреннем сопротивлении составит значение:

- ☐ 10%;
- ☐ 5%;
- ☐ 1%;
- ☐ 0%.

2. Величина потерь мощности КЗ  $P_{кз}$  позволяет определить величину: активного сопротивления вторичной обмотки;

- ☐ реактивного сопротивления вторичной обмотки;
- ☐ активного сопротивления первичной обмотки;

- ☐ активного сопротивления первичной обмотки.

3. Коэффициент экранирования (отношение величины внешнего магнитного поля к внутреннему) ферромагнитной трубы, в которой уложен кабель, пропорционален:

- ☐ радиусу трубы;
- ☐ толщине стенки трубы;
- ☐ длине трубы;
- ☐ диаметру кабеля.

4. Коэффициент экранирования (отношение величины внешнего магнитного поля к внутреннему) ферромагнитной сферы, в которой находится источник магнитного поля, пропорционален:

- ☐ радиусу сферы;
- ☐ толщине стенки сферы;
- ☐ объёму сферы;
- ☐ мощности источника магнитного поля.

5. Наиболее эффективным средством защиты линий с изолированной нейтралью от однофазных дуговых замыканий на землю является:

- ☐ оборудование их АПВ;
- ☐ оборудование их АВР;
- ☐ оборудование их АЧР;
- ☐ использование в них генераторов с АРВ.

6. Приёмы и меры по повышению качества электроэнергии:

- ☐ повышение напряжения сети;
- ☐ снижение тока сети;
- ☐ уменьшение напряжения сети;
- ☐ стабилизация напряжения сети.

7. Схема, компенсирующая ток нулевой последовательности:

- ☐ схема Штейнмеца - звезда;
- ☐ схема Штейнмеца - треугольник;
- ☐ схема Штейнмеца - компенсатор.

8. Схема, компенсирующая ток обратной последовательности:

- ☐ схема Штейнмеца - звезда;
- ☐ схема Штейнмеца - треугольник;
- ☐ схема Штейнмеца - компенсатор.

9. Параметрические устройства коррекции режима сети:

- ☐ схема Штейнмеца;
- ☐ стабилизатор напряжения;
- ☐ тиристорный компенсатор реактивной мощности;
- ☐ резистор нейтрали.

10. Функциональные устройства коррекции режима сети:

- ☐ схема Штейнмеца;
- ☐ феррорезонансный стабилизатор напряжения;
- ☐ тиристорный компенсатор реактивной мощности;
- ☐ резистор нейтрали.

### **Раздел 3. Электромагнитная совместимость.**

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

1. Необходимы демпфируемые сетевые фильтры высших гармоник:

- ☐ чтобы не возбуждать колебания данной гармоники;
- ☐ чтобы возбуждать колебания данной гармоники;
- ☐ чтобы давить колебания всех гармоник;
- ☐ чтобы давить колебания двух гармоник.

2. Для подавления основной помехи в сети - реактивной составляющей тока нагрузки необходимо применять:

- ☐ схему Штейнмеца;
- ☐ LC -фильтр;
- ☐ RC - фильтр;
- ☐ тиристорный компенсатор.

3. Известны два вида логарифмических отношений:

- ☐ уровень и степень передачи;
- ☐ коэффициент и степень передачи;
- ☐ коэффициент и уровень передачи;
- ☐ соотношение и уровень передачи.

4. Уровень передачи определяет отношение величины к:

- ☐ базовому значению;
- ☐ к максимальному значению шкалы;
- ☐ к пороговому значению восприятия.

5. Степень передачи определяется отношением:

- ☐ входных и выходных величин;
- ☐ выходной величины к базовому значению;
- ☐ выходной величины к пороговому значению.

6. С применением десятичного логарифма определяются уровни помех, измеряемые в:

- ☐ децибелах;
- ☐ неперах;
- ☐ пикселях;
- ☐ процентах.

7. Понятие "помехоподавление" служит для характеристики:

- ☐ степени защитного воздействия средств защиты от помех;
- ☐ качества защитного воздействия средств защиты от помех;
- ☐ уровня помехопропускания через фильтр;
- ☐ качества помехопропускания через фильтр.

8. Количественной характеристикой степени помехоподавления на той или иной частоте служит логарифм отношения:

- ☐ напряжений на входе  $U_1$  и на выходе  $U_2$  фильтра;
- ☐ мощностей на входе  $P_1$  и на выходе  $P_2$  фильтра;
- ☐ напряжения на входе  $U_1$  и тока  $I_2$  на выходе фильтра;
- ☐ тока  $I_1$  на входе и напряжения  $U_2$  на выходе фильтра.

9. Коэффициент затухания фильтра  $K_f$  определяет отношение:

- ☐ напряжений на входе  $U_1$  и на выходе  $U_2$  фильтра;
- ☐ токов на входе  $I_1$  и на выходе  $I_2$  фильтра;
- ☐ мощностей на входе  $P_1$  и на выходе  $P_2$  фильтра;
- ☐ энергий  $W_1$  на входе и на выходе  $W_2$  фильтра.

10. Коэффициент затухания фильтра  $K_f$  определяется формулой:

- ☐  $K_f = 201g(U_1/U_2)$ ;
- ☐  $K_f = 201g(P_1/P_2)$ ;
- ☐  $K_f = 201g(W_1/W_2)$ .

#### **Раздел 4. Внеаудиторная работа.**

*Форма контроля/оценочное средство:*

*Вопросы/Задания:*

.

## 7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

*Пятый семестр, Зачет*

*Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П2.2 ПК-П2.3*

Вопросы/Задания:

1. Что называется помехой и чем это понятие отличается от сигнала?
2. Как количественно оцениваются помехи?
3. В чём преимущество использования логарифмических шкал для оценки уровня сигналов и помех?
4. Какие формы описания помех используются на практике?
5. В чём особенность частотно-дискретного описания помех?
6. В чём особенность частотно- спектрального описания помех?
7. Чем отличаются широкополосные помехи от узкополосных, примеры?
8. Как возникает помеха в автомобильных системах зажигания?
9. Как возникает помеха в системах электроосвещения с газоразрядными лампами?
10. Математическая модель электромагнитного импульса молнии.
11. Возникновения гальванических помех в сигнальных цепях, в чём проблема?
12. Методы и способы подавления помех в электрических сетях.
13. Как построить пассивный сетевой фильтр высших гармоник?
14. Демпфированные сетевые фильтры высших гармоник и особенности их применения.
15. Особенности экранирования от воздействия полей, какой основной принцип применяется?
16. Экранирование от постоянного магнитного поля, как провести расчёт.
17. Экранирование от переменного магнитного поля, как провести расчёт.
18. Экранирование от постоянного электрического поля, как провести расчёт.
19. Экранирование от переменного электрического поля, как провести расчёт
20. Особенности защиты от помех вызванных статическим электричеством.

21. Что нужно для подавления основной помехи в сети – реактивной составляющей тока нагрузки?
22. Как можно регулировать реактивную мощность с помощью тиристорных и силовых транзисторов?
23. Какие бывают типы компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях?
24. Как производится симметрирование токов в электрической сети?
25. Как производится уравнивание токов в электрической сети?
26. Чем полезны схемы Штейнмеца для трёхфазной сети?
27. Как произвести симметрирование с помощью одного конденсатора?
28. Как колебания напряжения сети влияют на зрительный анализатор?
29. Для чего в трёхфазных магистральных сетях применяют вставки постоянного тока?
30. Как магнитные и электрические поля влияют на функционирование растительных и животных клеток?

## **8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Ушаков, В. Я. Современные проблемы электроэнергетики: учебное пособие / В. Я. Ушаков, - Современные проблемы электроэнергетики - Томск: Томский политехнический университет, 2014. - 447 с. - 978-5-4387-0521-5. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/34715.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке
2. САЗЫКИН В.Г. Электромагнитная совместимость: учеб. пособие / САЗЫКИН В.Г., Кудряков А.Г., Тропин В.В.. - Краснодар: КубГАУ, 2015. - 248 с. - Текст: непосредственный.
3. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие / Шаталов А. Ф., Воротников И. Н., Мастепаненко М. А., Шарипов И. К.. - Ставрополь: СтГАУ, 2014. - 64 с. - 978-5-9596-1058-6. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/61156.jpg> (дата обращения: 21.02.2024). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. Дубинский, Г. Н. Наладка устройств электроснабжения напряжением выше 1000 В: Учебное пособие / Г. Н. Дубинский, Л. Г. Левин. - 2 - Москва: Издательство "СОЛОН-Пресс", 2020. - 538 с. - 978-5-91359-140-1. - Текст: электронный. // Общество с ограниченной ответственностью «ЗНАНИУМ»: [сайт]. - URL: <https://znanium.com/cover/1227/1227715.jpg> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке
2. СИБИКИН Ю.Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов: учеб. пособие / СИБИКИН Ю.Д.. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. - 382 с.: ил. - 978-5-91134-977-6; 978-5-16-010381-5. - Текст: непосредственный.

3. Синтез фильтрокомпенсирующих устройств для систем электроснабжения: коллективная монография / Н. П. Боярская,, В. П. Довгун,, Д. Э. Егоров,, С. А. Темербаев,, Е. С. Шевченко,, под редакцией В. П. Довгуна. - Синтез фильтрокомпенсирующих устройств для систем электроснабжения - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 192 с. - 978-5-7638-3122-1. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/84124.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

4. Лукутин,, Б. В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие / Б. В. Лукутин,, И. О. Муравлев,, И. А. Плотников,, - Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями - Томск: Томский политехнический университет, 2015. - 120 с. - 2227-8397. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/55208.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

5. Тремясов,, В. А. Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения: монография / В. А. Тремясов,, К. В. Кенден,. - Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2017. - 208 с. - 978-5-7638-3539-7. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/84181.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

6. Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения: учебное пособие / Е. Е. Привалов,, А. В. Ефанов,, С. С. Ястребов,, В. А. Ярош,, под редакцией Е. Е. Привалов. - Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2018. - 172 с. - 2227-8397. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/76066.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

## **8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

### *Профессиональные базы данных*

1. <http://e.lanbook.com/> - Энергетика, сельское хозяйство, технология хранения и переработки пищевых продуктов

2. <https://urait.ru/> - Юрайт предоставляет доступ к учебникам и учебным пособиям авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям

### *Ресурсы «Интернет»*

1. <http://elib.kubsau.ru/megapro/web> - Издательство МЕГАПРО: "Электронный каталог научной библиотеки"

2. <http://znanium.com/> - Издательство Znanium: "Универсальная многопрофильная электронно-библиотечная система, которая предоставляет доступ в режиме онлайн ко многим учебным и научным произведениям."

## **8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- 1 Microsoft Windows - операционная система.
- 2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- 1 Гарант - правовая, <https://www.garant.ru/>
- 2 Консультант - правовая, <https://www.consultant.ru/>
- 3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, <https://elibrary.ru/>

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

Не используется.

*Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

#### **8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Компьютерный класс

205эл

коммутатор - 1 шт.

Компьютер персональный Dell OptiPlex 3050 - 1 шт.

Компьютер персональный IRU Corp 310 i3 3240/4Gb/500Gb/W7Pro64 - 1 шт.

телевизор Samsung LE-46N87BD - 1 шт.

экран настенный - 1 шт.

#### **9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с

преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

## ***Методические указания по формам работы***

### ***Практические занятия***

Форма организации обучения, проводимая под руководством преподавателя и служащая для детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения (или выполнения) разнообразных практических работ, упражнений) и контроля усвоения полученной на лекциях учебной информации. Практические занятия проводятся с использованием учебно-методических изданий, размещенных на образовательном портале университета.

### ***Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами***

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;
- при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
- с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;
- при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
- устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

др.;

- с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;
- увеличение продолжительности проведения аттестации;
- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АООП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскпечатную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);

- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания в них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскостную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации.
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);
- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);
- минимизация внешних шумов;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие

осуществлять приём и передачу информации;

- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте).
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы,
- стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
- наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

## **10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)**

Дисциплина «Электромагнитная совместимость» ведется в соответствии с календарным учебным планом и расписанием занятий по неделям. Темы проведения занятий определяются тематическим планом рабочей программы дисциплины.