

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**

Теоретические основы электротехники

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

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) Ильин В.И. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), Villin@kpfu.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
ОПК-5	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

-элементную базу, методы анализа цепей постоянного и переменного токов и способы измерения параметров основных электрических и неэлектрических величин объектов электроэнергетических устройств и электрических сетей и систем

Должен уметь:

- анализировать и проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах электроэнергетических устройств и электрических сетей и систем

Должен владеть:

--методами анализа режимов работы электротехнических устройств способами измерения электрических и неэлектрических величин на объектах профессиональной деятельности.

Должен демонстрировать способность и готовность:

-применять полученные знания на практике.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.19 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2, 3 курсах в 4, 5 семестрах.

### 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 12 зачетных(ые) единиц(ы) на 432 часа(ов).

Контактная работа - 144 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 216 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре; 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. Цепи постоянного тока. Методы анализа линейных цепей.	4	2	2	0	15
2.	Тема 2. Электрическая цепь однофазного синусоидального тока.	4	2	2	0	15

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Расчет электрических цепей при наличии в них магнитно-связанных катушек	4	2	2	8	15
4.	Тема 4. Трехфазные цепи	4	2	2	8	15
5.	Тема 5. Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях	4	4	2	0	15
6.	Тема 6. Четырехполюсники. Эквивалентные схемы четырехполюсников	4	2	2	4	15
7.	Тема 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях	4	4	2	8	15
8.	Тема 8. Электрические фильтры.	4	4	2	0	14
9.	Тема 9. Нелинейные электрические цепи	4	4	2	8	14
10.	Тема 10. Магнитные цепи. Электростатическое поле	4	4	0	0	26
11.	Тема 11. Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. Магнитное поле постоянного тока.	4	4	0	0	26
12.	Тема 12. Переменное электромагнитное поле	4	2	0	0	13
13.	Тема 13. Введение. Основные понятия и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.	5	2	2	0	2
14.	Тема 14. Источники электромагнитных воздействий. Классификация помех.	5	2	2	0	2
15.	Тема 15. Упрощенные модели передачи ЭМ помех и методы их снижения	5	2	2	10	2
16.	Тема 16. Методы расчета электромагнитных помех	5	2	2	0	2
17.	Тема 17. Помехоподавляющие и защитные устройства. Фильтры. Ограничители перенапряжений	5	2	2	0	2
18.	Тема 18. Помехозащитные устройства	5	2	2	0	2
19.	Тема 19. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства	5	2	4	8	2
20.	Тема 20. Зонная концепция ослабления электромагнитных помех	5	2	2	0	2
21.	Тема 21. Экологическое и техногенное влияние полей	5	2	0	0	2
	Итого		54	36	54	216

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Цепи постоянного тока. Методы анализа линейных цепей.

Линейная резистивная электрическая. Методы анализа линейных цепей. Законы Кирхгофа. Метод наложения. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Метод эквивалентного генератора или активного двухполюсника. Передача энергии по линии передачи. Энергетический баланс в электрических цепях.

## **Тема 2. Электрическая цепь однофазного синусоидального тока.**

Комплексные сопротивления и комплексные проводимости. Комплекс действующего значения. Комплексный метод расчета. Векторные и топографические диаграммы. Активная, реактивная и полная мощности. Коэффициент мощности. Частотные характеристики двухполюсников. Резонансные явления в электрических цепях. Компенсация сдвига фаз.

## **Тема 3. Расчет электрических цепей при наличии в них магнитно-связанных катушек**

Элемент взаимной индукции. Последовательное встречное и согласное соединение двух магнитно-связанных катушек. Параллельное встречное и согласное соединение двух магнитно-связанных катушек. Определение взаимной индуктивности и коэффициента связи. Развязка индуктивных связей. Векторные диаграммы при согласном и встречном соединений катушек.

## **Тема 4. Трехфазные цепи**

Трехфазные цепи. Расчет симметричных и несимметричных режимов работы трехфазных цепей при соединении нагрузки по схеме звезда с нейтральным проводом и без него. Расчет симметричных и несимметричных режимов работы трехфазных цепей при соединении нагрузки по схеме треугольник. Измерение мощности в трехфазных цепях. Векторные диаграммы токов и напряжений.

## **Тема 5. Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях**

Свойства периодических несинусоидальных токов и методы их расчета. Изображение периодических несинусоидальных токов и напряжений с помощью рядов Фурье. Спектральные характеристики периодических несинусоидальных токов Действующие значения несинусоидального тока и несинусоидального напряжения. Активная и полная мощности несинусоидального тока.

## **Тема 6. Четырехполюсники. Эквивалентные схемы четырехполюсников**

Четырехполюсники. Уравнения передач четырехполюсников. Коэффициент затухания и коэффициент фазы четырехполюсников. Комплексные коэффициенты четырехполюсников. Представление уравнений четырехполюсников в матричной форме. Эквивалентные схемы четырехполюсников. Соединения четырехполюсников. Характеристические параметры четырехполюсников

## **Тема 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях**

Причины возникновения переходных процессов. Законы коммутации. Приведение задачи о переходном процессе к решению линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами. Классический метод расчета. Принужденные и свободные составляющие токов и напряжений. Применение преобразования Лапласа к расчету переходных процессов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Эквивалентные операторные схемы замещения. Формула разложения. Переходная проводимость, переходная функция.

## **Тема 8. Электрические фильтры.**

Назначение и типы фильтров. Основы теории  $k$ -фильтров.  $K$ -фильтры НЧ и ВЧ, полосно- пропускающие и полосно-заграждающие  $k$ -фильтры. Амплитудно-частотные характеристики и полоса пропускания  $k$ -фильтров НЧ и ВЧ. Амплитудно-частотные характеристики и полоса пропускания полосно- пропускающие и полосно-заграждающие  $k$ -фильтров .

## **Тема 9. Нелинейные электрические цепи**

Общая характеристика методов расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока. Графический, графоаналитический методы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов. Замена нескольких параллельных ветвей, содержащих нелинейный элемент и ЭДС, одной эквивалентной. Общая характеристика методов расчета нелинейных электрических цепей переменного тока.

## **Тема 10. Магнитные цепи. Электростатическое поле**

Основные понятия магнитных цепей. Законы Кирхгофа для магнитных цепей. Эквивалентные схеме магнитных цепей. Методы расчета разветвленных и неразветвленных магнитных цепей.

Определение электростатического поля. Силовые и эквипотенциальные линии. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах. Граничные условия.

## **Тема 11. Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. Магнитное поле постоянного тока.**

Плотность тока. Закон Ома и законы Кирхгофа в дифференциальной форме. Аналогия между полем в проводящей среде и электростатическим полем.

Связь основных величин, характеризующих магнитное поле. Интегральная и дифференциальная формы закона полного тока. Принцип непрерывности магнитного потока и запись его в дифференциальной форме. Граничные условия. Магнитное экранирование.

## **Тема 12. Переменное электромагнитное поле**

Особенности электромагнитных волн. Плоская электромагнитная волна. Бегущие волны. Описание электромагнитного поля с помощью стоячих волн. Уравнение Максвелла для проводящей среды Глубина проникновения и длина волны. Эффект близости. Экранирование в переменном электромагнитном поле. Особенности электромагнитных волн.

## **Тема 13. Введение. Основные понятия и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.**

Общие положения. Понятия и определения ЭМС: электромагнитная помеха, электромагнитная совместимость технических средств, электромагнитная обстановка, помехоустойчивость, чувствительный элемент. Цели и основное содержание работ в области электромагнитной совместимости. Экономический аспект ЭМС. Внешние и внутренние аспекты совместимости. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.

#### **Тема 14. Источники электромагнитных воздействий. Классификация помех.**

Основные причины появления помех. Классификация электромагнитных помех. Основные характеристики электромагнитных помех. Естественные и искусственные помехи; пространственные и кондуктивные помехи; внутренние и внешние помехи. Разряды статического электричества. Грозовые разряды. Электромагнитный импульс ядерного взрыва.

#### **Тема 15. Упрощенные модели передачи ЭМ помех и методы их снижения**

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

#### **Тема 16. Методы расчета электромагнитных помех**

Общие сведения. Характерные источники электромагнитных помех на станциях и подстанциях. Импульсные помехи при коммутациях силового оборудования и к. з. на шинах распределительных устройств. Расчет показателей качества электроэнергии: Расчет отклонений напряжения. Расчет колебаний напряжения. Расчет несинусоидальности напряжения. Расчет несимметрии напряжения.

#### **Тема 17. Помехоподавляющие и защитные устройства. Фильтры. Ограничители перенапряжений**

Общие сведения. Помехоподавляющие фильтры. Принцип действия фильтров и устройства фильтров. Классификация фильтров. Ограничители перенапряжения (ОПН). Защитные элементы:

разрядники; варисторы; кремниевые лавинные диоды. Назначение, схемные решения и принцип действия помехоподавляющих фильтров.

#### **Тема 18. Помехозащитные устройства**

Оптопары. Передаточные параметры в зависимости от типа оптрона. Основными параметрами для входной цепи оптопар. Выходные параметры оптопар. Разделительные трансформаторы. Электромагнитные экраны. Принцип действия экрана. Коэффициент экранирования. Эффективность экранирования. Материалы для изготовления экранов.

#### **Тема 19. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства**

Классификация зданий и сооружений. Конструкции молниезащитных заземлителей для зданий разных групп. Общие сведения о заземляющих устройствах. Конфигурация искусственного заземлителя. Внутренние устройства заземления зданий. Сопротивление заземляющего контура.

Схемные решения внутренних и внешних контуров заземления.

#### **Тема 20. Зонная концепция ослабления электромагнитных помех**

Зонная концепция ослабления электромагнитных помех в электронных приборах и системах. Основы зонной концепции молниезащиты зданий. Выравнивание потенциалов внутри одной защитной зоны. Зонная концепция ограничения помех и перенапряжений в зданиях, сооружениях. Методика определения электромагнитной обстановки на объектах энергетики.

#### **Тема 21. Экологическое и техногенное влияние полей**

Экологические аспекты электромагнитной совместимости. Электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту. Источники электрических и электромагнитных полей. Механизм воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы. Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и электромагнитных полей.

### **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 №14-55-99бин/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 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ОПК-5	3. Расчет электрических цепей при наличии в них магнитно-связанных катушек 4. Трехфазные цепи 6. Четырехполюсники. Эквивалентные схемы четырехполюсников 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях 9. Нелинейные электрические цепи
2	Письменная работа	ОПК-5	1. Цепи постоянного тока. Методы анализа линейных цепей. 4. Трехфазные цепи 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях 9. Нелинейные электрические цепи
3	Устный опрос	ОПК-5	1. Цепи постоянного тока. Методы анализа линейных цепей. 2. Электрическая цепь однофазного синусоидального тока. 3. Расчет электрических цепей при наличии в них магнитно-связанных катушек 6. Четырехполюсники. Эквивалентные схемы четырехполюсников 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях 9. Нелинейные электрические цепи
4	Курсовая работа по дисциплине	ОПК-5	1. Цепи постоянного тока. Методы анализа линейных цепей. 4. Трехфазные цепи 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях
	<b>Экзамен</b>		ОПК-5
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ОПК-5	16. Методы расчета электромагнитных помех 19. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства
2	Письменная работа	ОПК-5	16. Методы расчета электромагнитных помех 17. Помехоподавляющие и защитные устройства. Фильтры. Ограничители перенапряжений 18. Помехозащитные устройства 19. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства
3	Устный опрос	ОПК-5	13. Введение. Основные понятия и определения ЭМС. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики. 14. Источники электромагнитных воздействий. Классификация помех. 15. Упрощенные модели передачи ЭМ помех и методы их снижения 16. Методы расчета электромагнитных помех 17. Помехоподавляющие и защитные устройства. Фильтры. Ограничители перенапряжений 18. Помехозащитные устройства 19. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства 20. Зонная концепция ослабления электромагнитных помех 21. Экологическое и техногенное влияние полей

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
4	Контрольная работа	ОПК-5	14. Источники электромагнитных воздействий. Классификация помех. 15. Упрощенные модели передачи ЭМ помех и методы их снижения 16. Методы расчета электромагнитных помех 17. Помехоподавляющие и защитные устройства. Фильтры. Ограничители перенапряжений 18. Помехозащитные устройства 19. Молниезащитные устройства. Заземляющие устройства 20. Зонная концепция ослабления электромагнитных помех 21. Экологическое и техногенное влияние полей
	<b>Экзамен</b>	ОПК-5	

**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 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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 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.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
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.	3



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	4
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

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.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
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.	3
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.	4

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

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

**Семестр 4**

**Текущий контроль**

**1. Лабораторные работы**

Темы 3, 4, 6, 7, 9

Лабораторная работа 1

Исследование цепи синусоидального тока с собственной и взаимной индуктивностями.

1. Ознакомление с основными теоретическими положениями, применяемыми при описании электрических цепей с магнитной связью.
2. Экспериментальное определение коэффициента взаимоиндукции двух индуктивно связанных элементов.
3. Построение векторных диаграмм тока и напряжений для согласного и встречного последовательного включения индуктивно- связанных катушек.

Устный опрос:

1. Взаимная индуктивность двух индуктивно связанных катушек.
2. Одноименные и разноименные зажимы катушек.
3. Последовательное и параллельное соединение магнитно-связанных катушек, падения напряжения.
4. Векторные диаграммы при последовательном и параллельном соединениях магнитно-связанных катушек

Лабораторная работа 2.

Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки треугольником.

Содержание и порядок проведения работы

1. Собрать электрическую схему: установить напряжения и углы сдвига фаз в источниках питания: А ? 380 /50 Hz/ 0 Deg; В ? 380 /50 Hz/ 240 Deg; С ? 380 /50 Hz/ 120 Deg.; установить значения сопротивлений согласно варианту (таблица 2).
2. Произвести измерение фазных напряжений, фазных и линейных токов и вычислить мощности. Результаты измерений занести в таблицу 4.
3. Включить в каждую фазу дополнительно либо емкостные, либо индуктивные сопротивления согласно варианта (таблица 2). Рассчитать значения реактивных сопротивлений. Измерить фазные напряжения, фазные и линейные токи и рассчитать мощности. Определить коэффициент мощности приемника.

4. Установить с помощью активных емкостных и индуктивных сопротивлений несимметричную нагрузку согласно варианту (таблица 3). Измерить фазные напряжения, фазные и линейные токи. Рассчитать мощности.
5. Довести сопротивление одной фазы до бесконечности - отключить (оборвать эту фазу). Произвести измерения фазных напряжений, фазных и линейных токов. Рассчитать мощности.
6. Восстановить схему, затем отключить (оборвать) один линейный провод ( $Z_L = \infty$ ). Измерить фазные напряжения, фазные и линейные токи. Рассчитать мощности.
7. Для всех пунктов таблицы измерений построить в масштабе векторные диаграммы напряжений и токов.

#### Лабораторная работа 3.

Исследование нелинейной электрической цепи постоянного тока.

##### A. Содержание и порядок проведения работы.

1. Собирая поочередно схемы (рис.1.) снять ВАХ нелинейных элементов. Экспериментальные данные оформить в виде таблиц.
2. Снять координаты точек для построения ВАХ линейных резисторов (по одной точке на резистор).
3. По указанию преподавателя собрать одну из схем, приведенных на (рис. 3.).
4. Снять ВАХ цепи относительно входных зажимов. Экспериментальные данные оформить в виде таблицы.

##### B. Указания по обработке экспериментальных данных.

1. По данным опыта в п.1 построить ВАХ всех элементов цепи.
2. Используя полученные ВАХ элементов, построить ВАХ цепи. Сравнить ее с экспериментально снятой в п. 4.
3. Вычислить коэффициенты аппроксимации ВАХ нелинейных элементов, задаваясь аппроксимирующими полиномами (1) порядка, не ниже третьего.
4. Построить графики зависимостей, выраженных найденными полиномами, и сравнить их с характеристиками, полученными в п.1. Сделать вывод о точности аппроксимации.

#### Лабораторная работа 4.

Переходные процессы в простейших RC и RL - цепях .

##### Эксперимент 1.

Подключение конденсатора к источнику постоянной ЭДС и разряд конденсатора через резистор.

- 1) Рассчитайте для схемы рис.2 временные зависимости напряжения и тока в конденсаторе и при закорачивании и подключении к источнику питания RC ? цепи переключением ключа (Space).
- 2) Получите осциллограммы и .
- 3) По осциллограммам определите и постоянную времени  $\tau$  тремя способами.
- 4) Сравните их с расчетными значениями. и - напряжение и ток через конденсатор непосредственно после коммутации
- 5) Изменяя значение емкости C от 1 до 10 мкФ (5-6 точек), либо значение сопротивления R от 1 до 20 кОм, рассчитайте соответствующие значения  $\tau$ .
- 6) Постройте зависимость  $\tau = f(C)$ , либо  $\tau = f(R)$ .
- 7) Сделайте выводы по полученным результатам.

Поскольку параметры двух ветвей на рис. 2 одинаковы, процессы в них идентичны, то можно получить на одном из входов осциллографа напряжение на конденсаторе, а на другом ? напряжение на резисторе, пропорциональное току через конденсатор

##### Эксперимент 2.

Подключение катушки индуктивности к источнику постоянной ЭДС.

- 1) Рассчитайте для схемы рис.3 временные зависимости тока через катушку и напряжения на ней при подключении RL ? цепи к источнику постоянной ЭДС переключением ключа (Space).
- 2) Получите осциллограммы .
- 3) По осциллограммам определите , (напряжение на катушке непосредственно после коммутации) и постоянную времени  $\tau$ .
- 4) Сравните полученные данные с расчетными значениями.
- 5) Изменяя значение индуктивности L от 1 до 10 мГн (5-6 точек), либо значение сопротивления R от 1 до 20 кОм, рассчитайте соответствующие значения  $\tau$ .
- 6) Постройте зависимость  $\tau = f(L)$ , либо  $\tau = f(R)$ .

#### Лабораторная работа 5.

Исследование линейного пассивного четырехполюсника.

##### A. Содержание и порядок проведения работы.

- 1) Изобразить схемы экспериментов для определения входных сопротивлений четырехполюсника при прямом и обратном его включении. Представить схемы преподавателю для проверки и защиты.
  - 2) Собрать по изображенным схемам цепи. Осуществить опыты холостого хода и короткого замыкания для прямого и обратного включения четырехполюсника. Показания приборов записать в таблицу 1.
  - 3) Изобразить схему эксперимента для исследования четырехполюсника под нагрузкой. Предоставить схему преподавателю для проверки и защиты.
  - 4) Изменяя сопротивление нагрузки от минимального до максимального значений, осуществить не менее пяти опытов для снятия нагрузочных характеристик четырехполюсника. Показания приборов записать в таблицу 2.
- B. Указания по обработке экспериментальных данных:

1. Пользуясь формулами (4), по данным эксперимента в п.2 вычислить входные сопротивления четырехполюсника. Результаты вычислений записать в таблицу 1.

Примечания:

аналогичным образом вычисляются другие фазовые сдвиги:

б) схема четырехполюсника содержит резистивные и емкостные элементы, что необходимо учесть при определении знака фазового сдвига.

2. Осуществить контроль правильности расчетов в п.1 проверкой равенства (6).

3. Пользуясь формулами (5), вычислить А-параметры четырехполюсника,

4. Осуществить контроль правильности расчетов в п.3 проверкой соотношения (2), Записать А-параметры в протоколе отчета.

5. Вычислить параметры элементов Т и П образной схем замещения четырехполюсника, пользуясь формулами (7). Сделать вывод о физической реализуемости полученных схем.

6. По формулам (8) вычислить характеристические параметры четырехполюсника и записать его уравнения в гиперболической форме.

7. По данным эксперимента в п. 4 вычислить величины  $R_2$  и  $R_H$  построить графики зависимостей:

8. Пользуясь значениями  $R_H$ , вычисленными в п.7, и физически реализуемой схемой замещения, рассчитать величины  $U_2$  и  $I_2$  и записать их в таблицу 2.

9. Сделать аналогичные п.8 вычисления, пользуясь коэффициентами передачи (9) и (10). Результаты расчетов такие занести в таблицу 2.

10. Сравнить результаты расчетов в п. п. 8,9 с результатами эксперимента в п. 4 и сделать вывод.

## 2. Письменная работа

Темы 1, 4, 7, 9

Задача ♦1 Анализ линейной цепи постоянного тока.

I. Схемы электрических цепей и параметры элементов схемы даны

Требуется:

- 1) Составить уравнения по законам Кирхгофа.
- 2) Определить токи ветвей методом контурных токов.
- 3) Составить баланс мощностей, провести проверку решения.

Задача ♦2. Дана схема сложной электрических цепей постоянного тока и параметры элементов схемы.

Требуется:

- 1) Определить токи ветвей методом межузловых потенциалов.
- 2) Составить баланс мощностей, провести проверку решения.
- 3) Определить показания вольтметра.

Задача ♦3. Дана схемы сложной электрических цепей постоянного тока и параметры элементов схемы.

Требуется:

- 1) Найти ток ветви, указанной на схеме стрелкой, методом эквивалентного генератора.
- 2) Определить показания вольтметра.
- 3) Составить баланс мощностей, провести проверку решения.

Задача ♦4. Анализ линейной цепи переменного синусоидального тока.

Схема электрической цепи и параметры элементов схемы приведены

Электрическая цепь переменного синусоидального тока с частотой  $f=50$ Гц. Находится под действием источника напряжения

$e = E_m \sin(\omega t + \varphi_e)$ . С учётом положения выключателей В1- В7 определить для своего варианта:

- 1) полные и комплексные сопротивления участков цепи;
- 2) все токи ветвей;
- 3) построить векторные диаграммы токов и напряжений;

Задача ♦5. Схема электрической цепи и параметры элементов схемы приведены

Электрическая цепь переменного синусоидального тока с частотой  $f=50$ Гц. Находится под действием источника напряжения  $e = E_m \sin(\omega t + \varphi_e)$ .

Определить:

- 1) полные и комплексные сопротивления участков цепи;
- 2) все токи ветвей;
- 3) построить векторные диаграммы токов и напряжений.

Задача 6.

Расчет трехфазных цепей.

Дана схема трехфазной цепи при присоединении приемников звездой при наличии нейтрального провода и параметры цепи.

Требуется определить:

1. Фазные токи и напряжения при симметричном и несимметричном характерах нагрузки.
2. Ток нейтрального провода.
3. Активную, реактивную и полную мощности приемника.
4. Построить векторные диаграммы токов и напряжений.

Задача 7.

Расчет трехфазных цепей при присоединении приемников звездой при отсутствии нейтрального провода  
Дана схема трехфазной цепи и параметры цепи.

Требуется определить:

1. Напряжение смещения нейтрали.
2. Фазные токи и напряжения при симметричном и несимметричном характерах нагрузки
3. Полную мощность приемника.
4. Построить векторные диаграммы токов и напряжений.

Задача 8.

Расчет трехфазных цепей при присоединении приемников треугольником.

Дана схема трехфазной цепи и параметры цепи.

Требуется определить:

1. Фазные токи и напряжения при симметричном и несимметричном характерах нагрузки
2. Активную и реактивную, полную мощности приемника.
3. Построить векторные диаграммы токов и напряжений.

Задача 9.

Анализ переходных процессов в линейных цепях постоянного тока классическим методом.

Дана схема цепи постоянного тока и параметры цепи. Приведен способ коммутации .

Требуется определить:

1. Независимые начальные условия.
2. Зависимые начальные условия.
3. Определить закон изменения искомой величины.
4. Построить график изменения искомой величины.

Задача 10.

Анализ переходных процессов в линейных цепях постоянного тока операторным методом.

Дана схема цепи постоянного тока и параметры цепи. Приведен способ коммутации .

Требуется определить:

1. Независимые начальные условия.
2. Составить операторную схему замещения.
3. Определить искомую операторную величину.
4. Перейти от изображения к функции времени.
5. Построить график изменения искомой величины.

### 3. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 6, 7, 9

Обобщенный закон Ома, законы Кирхгофа. Методы анализа линейных цепей. Составление уравнений для расчета токов в схемах с помощью законов Кирхгофа. Заземление одной точки схемы. Методы анализа сложных цепей метод: контурных токов. Метод наложения. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Метод эквивалентного генератора. Передача энергии по линии передачи. Энергетический баланс в электрических цепях. Комплекс действующего значения. Комплексный метод

Устный опрос: коэффициент взаимоиנדукции. Последовательное и параллельное соединение двух магнитно-связанных катушек. Определение взаимной индуктивности. Развязка индуктивных связей. : Многофазные цепи. Основные понятия и определения. Расчет симметричных и несимметричных режимов работы трехфазных цепей при различных схемах соединения нагрузок. Измерение мощности в трехфазных цепях. Векторные диаграммы токов и напряжений. Свойства периодических несинусоидальных токов. Методы расчета. Изображение периодических несинусоидальных токов и напряжений с помощью рядов Фурье. Действующие значения несинусоидального тока и несинусоидального напряжения. Активная и полная мощности несинусоидального тока. 6 форм записей уравнений передачи четырехполюсников. Коэффициенты четырехполюсников. Эквивалентные схемы четырехполюсников. Соединения четырехполюсников. Характеристические параметры четырехполюсников.

Законы коммутации. Принужденные и свободные составляющие токов и напряжений. Классический метод расчета. Применение преобразования Лапласа к расчету переходных процессов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Эквивалентные операторные схемы замещения. Назначение и типы фильтров. Основы теории  $k$ -фильтров.  $K$ -фильтры НЧ и ВЧ, полосно-пропускающие и полосно-заграждающие  $k$ -фильтры. Графический, графоаналитический методы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов. Замена нескольких параллельных ветвей, содержащих нелинейный элемент и ЭДС, одной эквивалентной. Основные понятия. Законы Кирхгофа для магнитных цепей. Методы расчета разветвленных и неразветвленных магнитных цепей. Плотность тока. Закон Ома и законы Кирхгофа в дифференциальной форме. Связь основных величин, характеризующих магнитное поле. Интегральная и дифференциальная формы закона полного тока. Граничные условия. Магнитное экранирование. Уравнение Максвелла для проводящей среды Глубина проникновения и длина волны. Эффект близости. Экранирование в переменном электромагнитном поле.

#### 4. Курсовая работа по дисциплине

Темы 1, 4, 7

Курсовая работа.

Примеры заданий:

1. Анализ линейных цепей постоянного тока.

Заданы: схема сложной цепи, ЭДС ( $B$ ), ток источника тока  $J$  ( $A$ ) и параметры элементов схемы ( $R$ ).

Требуется:

1. Составить уравнения по законам Кирхгофа (не решая их.)
2. Найти токи ветвей методом контурных токов.
3. Найти те же токи методом межузловых напряжений.
4. Составить баланс мощностей для исходной схемы (с источником тока), подставляя в уравнение баланса числовые значения токов ветвей, найденных одним из методов.
5. Результаты расчётов токов ветвей обоими методами свести в таблицу, сравнить между собой и сделать вывод.
6. Найти ток ветви, указанный на схеме стрелкой, пользуясь теоремой об активном двухполюснике (принципом эквивалентного генератора).
7. Построить потенциальную диаграмму для контура, содержащего максимальное число источников ЭДС.

2. Анализ линейных цепей синусоидального тока

Заданы ЭДС ( $f$  и  $\Psi$ ) и параметры элементов схемы ( $L$ ,  $C$  и  $R$ ).

Требуется:

1. Построить временные графики ЭДС.
  2. Рассчитать схему (рис. 1) методами контурных токов и межузловых потенциалов.
  3. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
  4. Определить показания ваттметров:
    - а) путем вычисления комплексных мощностей;
    - б) пользуясь диаграммами п.3.
- Сравнить сумму показаний ваттметров с мощностью, выделяемых в резисторах цепи.
5. Построить временные графики напряжения и тока, относящихся к одному из ваттметров, и указать угол сдвига фаз.
  6. Считая узлы  $n$  и  $N$  закороченными, произвести расчет полученной схемы, определить любым способом показания ваттметров  $W1$  и  $W2$ . Выполнить сравнительный анализ, аналогичный п.4.
  7. Полагая, что в цепь из п.6 включены три ваттметра (рис.2), определить любым способом показания и произвести анализ, аналогичный п.4.
  8. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений для схемы рис. 2.
  9. Вычислить указанную в последней колонке таблицы электрическую величину для схемы рис.1 методом эквивалентного генератора.

3. Расчет переходных процессов в линейной цепи.

Заданы ЭДС ( $f$  и  $\Psi$ ) и параметры элементов схемы ( $L$ ,  $C$  и  $R$ ).

Требуется:

1. Подобрать такое значение сопротивления переменного резистора, которое обеспечивает заданный тип переходного процесса.
2. Рассчитать классическим методом переходной процесс для указанной электрической величины в предположении, что входное напряжение действует сек. Величина и вид входного напряжения  $u(t)$  задается преподавателем.
3. Рассчитать тот же переходной процесс операторным методом, пользуясь найденными в п.2 начальными условиями
4. Построить график изменения искомой величины в интервале от  $t = 0$  до  $t = 3T_0$  ( $T_0$  - период собственных колебаний) в случае колебательного процесса и от  $t = 0$  до  $t = 4$  в случае апериодических процессов.

## Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Энергетический баланс в электрических цепях постоянного тока.
2. Метод контурных токов.
3. Метод узловых потенциалов .
4. Закон Ома для цепи синусоидального тока. Комплексные сопротивление, проводимость
5. Индуктивность в цепи синусоидального тока.
6. Конденсатор в цепи синусоидального тока.
7. Резонанс в цепи с параллельными ветвями.
8. Резонанс в цепи с последовательным соединением R, L, C элементов.
9. Активная, реактивная и полная мощности. Коэффициент мощности.
10. Анализ цепей с взаимной индукцией.
11. Компенсация сдвига фаз.
12. Трехфазные цепи. Порядок чередования фаз. Симметричная нагрузка.
13. Соединение ?треугольник-треугольник?. Симметричный режим работы.
14. Симметричный режим работы трехфазной цепи (соединение ?звезда-звезда?).
15. Измерение мощности в трехфазных цепях.
16. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации. Начальные условия.
17. Классический метод расчета ПП
18. Включение цепи R, L на постоянное напряжение.
19. Включение цепи R, C на постоянное напряжение.
20. Свойство корней характеристического уравнения.
21. Операторный метод расчета ПП.
22. Операторное изображение функций. Преобразование Лапласа.
23. Закон Ома в операторной форме. Законы Кирхгофа в операторной форме. Операторная схема замещения.
24. Переход от изображения к функции времени. Теорема разложения.
25. Последовательность расчета операторным методом.
26. Замена нескольких параллельных ветвей, содержащих нелинейный элемент и ЭДС, одной эквивалентной.
27. Методы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока (последовательно, параллельное соединения нелинейных элементов).
28. Линейные четырехполюсники . Уравнения передачи четырехполюсников.
29. Характеристическое сопротивление четырехполюсника.
30. Основные понятия и законы магнитных цепей. Расчет разветвленных неразветвленных магнитных цепей.
31. Электрические фильтры. Назначение и типы фильтров.
32. Основы теории k ? фильтров
33. Действующие значения несинусоидального тока и несинусоидального напряжения. Активная и полная мощности несинусоидального тока.
34. Плотность тока. Закон Ома и законы Кирхгофа в дифференциальной форме.
35. Магнитное поле постоянного тока. Связь основных величин, характеризующих магнитное поле.
36. Переменное электромагнитное поле. Магнитный поверхностный эффект. Эффект близости.

## Семестр 5

### Текущий контроль

#### 1. Лабораторные работы

Темы 16, 19

Лабораторная работа 1.

Исследование индуктивных связей между проводниками на печатной плате

1. Определение взаимной индуктивности двух контуров, образованных одинаковыми полосковыми проводниками, лежащими в одной плоскости при разных вариантах образования контуров
2. Построение графика зависимости взаимной индуктивности плоского контура от расстояния между контурами.

Устный опрос:

1. Взаимная индуктивность двух контуров, образованных одинаковыми полосковыми проводниками.
2. Причина появления взаимной индуктивности.
3. Зависимость взаимной индуктивности плоского контура от параметров контура.
4. Способы уменьшения взаимной индуктивности

Лабораторная работа 2.

Исследование заземляющего устройства электrolаборатории.

1. Изучение электроустановок напряжением до 1 кВ.
2. Экспериментальное определение сопротивления контура защитного заземления электrolаборатории прибором М-416.

Устный опрос:

1. Защитное заземление.



2. Глухозаземленная нейтраль.
3. Изолированная нейтраль.
4. Принятые обозначения для электроустановок напряжением до 1 кВ.
5. Задача защитного заземления.
6. Электрическая сеть с эффективно заземленной нейтралью.
7. Нормирование значений сопротивлений заземляющих устройств.
8. Зануление.

## 2. Письменная работа

Темы 16, 17, 18, 19

Заданы напряженности электрического поля  $E$  в контролируемых зонах и  $tE$  - время пребывания.

Требуется определить:

- 1) Определить допустимое время пребывания в каждой контролируемой зоне с заданными напряженностями электрического поля.
- 2) Определить приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой напряженности.

Дана схема цепи и параметры цепи, полные сопротивления катушки индуктивности, конденсатора.

Требуется определить:

- 1)  $U_1$ - напряжение на нагрузке без фильтра
- 2)  $U_2$ - напряжение на нагрузке с фильтром
- 3) Определить коэффициент затухания  $a_e$  в L- фильтре.
- 4) Определить коэффициент затухания  $a_e$  в C-фильтре

Дана схема цепи и параметры цепи.

Требуется определить:

- 1) напряжение помехи  $U_{st}$  возникающее вследствие гальванического влияния при ударе молнии в молниеотвод через разомкнутую петлю заземлений
- 2) напряжения помехи  $U_{st1}$  и  $U_{st2}$ , индуцируемые магнитным полем канала молнии в контурах двухпроводной линии.

Расчет заземляющих устройств ТП

Требуется определить:

- 1) Наибольший ток через заземление при замыкании на землю.
- 2) Сопротивление заземляющего устройства.
- 3) Удельные сопротивления грунта для горизонтальных и вертикальных заземлителей.
- 4) Сопротивление растеканию одного вертикального электрода стержневого типа
- 5) Расчетное сопротивление растеканию горизонтальных электродов из круглой арматуры
- 6) Сопротивление полосы в контуре.
- 7) Уточнить число стержней.

Расчет коэффициента несинусоидальности

Требуется:

- 1) ознакомиться с одним из показателем качества электроэнергии (ГОСТ 13109- 97) ? несинусоидальностью напряжения.
- 2) Определить токи гармоник, генерируемых установка?ми.
- 3) Определить напряжение  $n$ -й гармоники
- 4) Определить общий коэффициент несинусоидальности

## 3. Устный опрос

Темы 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Цели и основное содержание работ в области электромагнитной совместимости. Экономический аспект ЭМС. Внешние и внутренние аспекты совместимости. Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики.

Основные причины появления помех. Классификация электромагнитных помех. Основные характеристики электромагнитных помех.

Моделирование механизмов связи. Гальваническая связь. Значение напряжение помехи. Магнитная связь... Емкостная связь. Причина появления емкостного влияния. Связь излучением. Причина воздействия излучения. Мероприятия по уменьшению напряжений помех.

Характерные источники электромагнитных помех на стан-циях и подстанциях. Расчет показателей качества электроэнергии: Расчет отклонений напряжения. Расчет колебаний напряжения. Расчет несинусоидальности напряжения. Расчет несимметрии напряжения.

Принцип действия фильтров и устройства фильтров. Классификация фильтров. Ограничители перенапряжения (ОПН). Защитные элементы:

Разделительные трансформаторы . Электромагнитные экраны. Принцип действия экрана. Коэффициент экранирования. Эффективность экранирования. Материалы для изготовления экранов.

Конструкции молниезащитных заземлителей для зданий разных групп. Конфигурация искусственного заземлителя. Внутренние устройства заземления зданий.

Схемные решения внутренних и внешних контуров заземления.

Зонная концепция ослабления электромагнитных помех в электронных приборах и системах. Зонная концепция ограничения помех и перенапряжений в зданиях, сооружениях. Методика определения электромагнитной обстановки на объектах энергетики.

Экологические аспекты электромагнитной совместимости. Электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту.

#### **4. Контрольная работа**

Темы 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Вопросы к контрольной работе

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

37. Охарактеризуйте испытания на устойчивость к внешним помехам.
38. Основные требования при прокладке кабеля.
39. Условие симметрии в случае емкостной помехи.
40. Заземляющие устройства как мероприятие по обеспечению электромагнитной совместимости устройств.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Проблемы электромагнитной совместимости в быту и на производстве. Основные понятия.
2. Полезные сигналы и помехи в электрических устройствах.
3. Цели и основное содержание работ в области электромагнитной совместимости.
4. Помехи естественного и искусственного происхождения.
5. Опишите внутренние источники помех.
6. Охарактеризуйте внешние источники помех.
7. Источники кондуктивных помех и пути распространения кондуктивных помех.
8. Проанализируйте грозовой разряд, как источник внешних помех.
9. Проанализируйте разряды статического электричества, как источник внешних помех.
10. Высотные ядерные взрывы и эффекты в электроэнергетике, вызываемые ими.
11. Опишите параметры помех, генерируемых техническими процессами.
12. Классификация электромагнитной обстановки окружающей среды.
13. Механизмы связи источников и приемников электромагнитных помех. Связь через общее полное сопротивление.
14. Связь источников и приемников электромагнитных помех через электрическое поле.
15. Связь источников и приемников электромагнитных помех через магнитное поле.
16. Основные мероприятия, направленные на снижение влияния гальванической помехи.
17. Ограничение кондуктивных и полевых помех.
18. Экраны кабелей. Виды экранов кабелей.
19. Основные мероприятия, направленные на снижение влияния индуктивной помехи.
20. Ограничение помех и перенапряжений разрядниками.
21. Снижение помех и перенапряжения варисторами и ОПН.
22. Снижение помех и перенапряжения кремниевыми лавинными диодами.
23. Принцип действия фильтра. Коэффициент затухания фильтра.
24. Классификация фильтров.
25. Принцип действия ограничителей перенапряжения.
26. Многоступенчатые ограничители помех. Ступени грубой и точной защиты.
27. Оптопары. Область применения, назначение.
28. Разделительные трансформаторы. Область применения, назначение.
29. Принцип действия экрана. Коэффициент экранирования.
30. Влияние относительной магнитной проницаемости и электрической проводимости материала экрана на его экранирующие свойства.
31. Влияние способа заземления экрана кабеля на его экранирующие свойства.
32. Назначение молниезащитных устройств.
33. Классификация зданий и сооружений по опасности воздействия молнии.
34. Зоны защит молниеприемников.
35. Внутренние устройства молниезащиты зданий.
36. Площадь, занимаемая искусственным заземлителем.
37. Конфигурация искусственного заземлителя.
38. Внутренние устройства заземления зданий.
39. Показатели качества электроэнергии.
40. Зонная концепция ограничения помех и перенапряжений в зданиях, сооружениях.
41. Основы зонной концепции.
42. Ограничение перенапряжений.
43. Затухание электромагнитных процессов в экранах зданий и помещений.
44. Основы зонной концепции молниезащиты зданий.
45. Выравнивание потенциалов внутри одной защитной зоны.
46. Электромагнитная совместимость биологических объектов в электроэнергетике.
47. Электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту.
48. Роль электрических процессов в функционировании живых организмов.
49. Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей.
50. Нормирование условий работы персонала и проживания людей в зоне влияния ПС.
51. Защита персонала от воздействия 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 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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.	1	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
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.	3	10
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	4	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
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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.	1	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
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.	3	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	4	15
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 дается 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 и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования 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 библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

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

Лекции по электротехнике - <https://dprm.ru/elektrotehnika/metod-dvuh-uzlov>

Решение задач по электротехнике - <https://9219603113.com/reshenie-zadach-po-ehlektrotekhnikе-toe/>

Электроника курс лекций - <https://siblec.ru/radiotekhnika-i-elektronika/elektronika>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления. В процессе работы на лекции необходимо выполнять в конспектах схемы, векторные диаграммы т.д. Для подготовки к занятиям рекомендуется прорабатывать материалы, затрагиваемые преподавателем на предыдущих лекциях, а также использовать рекомендованную литературу, в том числе, доступную в интернете. Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Работа на практических занятиях предполагает активное участие студентов при коллективном индивидуальном решении задач. Для подготовки к занятиям рекомендуется прорабатывать материалы, затрагиваемые преподавателем на лекциях, а также использовать рекомендованную литературу, в том числе доступную в интернете.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
лабораторные работы	<p>Для подготовки к лабораторным занятиям рекомендуется прорабатывать лекционные материалы и методические указания, а также использовать литературу в том числе доступную в Интернете. Работа на лабораторных занятиях предполагает проведение экспериментов, проведение расчетов и построение графиков и векторных диаграмм на основании полученных данных. Рекомендуется предварительная подготовка схем, таблиц, куда далее следует внести экспериментальные данные.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает самостоятельное изучение студентами вопросов, не рассматриваемых на лекциях и практических занятиях и работу над конспектом лекции. С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
письменная работа	<p>При подготовке к письменным работам всем студентам рекомендуется прорабатывать лекционные материалы, а также использовать рекомендованную литературу. Следует также выполнить самостоятельные задания. Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание законов теории электрических цепей.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
устный опрос	<p>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.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
курсовая работа по дисциплине	<p>Курсовая работа имеет целью научить студентов самостоятельно применять полученные знания для комплексного решения конкретных теоретических или практических задач. При выполнении курсовой работы следует проработать методические указания. Оформление схем проводить согласно ГОСТ. Решение следует сопровождать построением графиков, векторных диаграмм. Оформляется курсовая на листах формата А-4. В список литературы студент включает только те документы, которые он использовал при написании курсовой работы.</p> <p>В приложении должен содержаться иллюстративный материал.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>При подготовке экзамену необходимо опираться прежде всего на лекционный материал. Экзамен проводится либо в виде тестирования, либо ответов на билеты. В каждом билете - два вопроса и задача. В тестовых заданиях в каждом вопросе - 4 варианта ответа, из них правильный только один. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на ваш взгляд, содержит больше информации.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
контрольная работа	<p>Объем контрольной работы до 10 страниц машинописного текста через 1.5 интервала. В контрольной работе должны быть отражены ответы на предложенные вопросы. Оформляется контрольная работа в тетради или на листах формата А-4. В тексте необходимо предложить собственное отношение к рассматриваемому вопросу. В контрольной работе должны активно использоваться не менее 2 источников.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>

#### **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 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки "Электроснабжение".



Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.19 Теоретические основы электротехники

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

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Никулин В. И. Теория электрических цепей : учебное пособие / В.И. Никулин. - Москва: РИОР : ИНФРА-М, 2019. - 240 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01179-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002351> (дата обращения: 26.08.2020). - Текст : электронный.
2. Аполлонский С. М. Теоретические основы электротехники. Практикум : учебное пособие / С. М. Аполлонский. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-2543-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167407> (дата обращения: 12.04.2021). - Текст : электронный.
3. Овсянников А. Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник / А. Г. Овсянников. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 196 с. - (Серия 'Учебники НГТУ'). - ISBN 978-5-7782-2199-4. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778221994.html> (дата обращения: 26.08.2020). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Вагин Г. Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 'Электроэнергетика' / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов, А. А. Севостьянов. - Москва : Академия, 2010. - 224 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Гриф УМО. - В пер. - Библиогр.: с. 221-222. - ISBN 978-5-7695-6539-7. - Текст: непосредственный (25 экз.)
2. Новгородцев А. Б. Теоретические основы электротехники : 30 лекций по теории электрических цепей : учебное пособие / А. Б. Новгородцев. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2006. - 576 с. : ил. - Прил.: с. 533-541. - Рек. УМО. - В пер. - Библиогр.: с. 564-565. - Алф. указ.: с. 566-575. - ISBN 5-469-00149-0. - Текст: непосредственный. (21 экз.)
3. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие / А. Ф. Шаталов, И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко, И. К. Шарипов [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: 26.08.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.19 Теоретические основы электротехники

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

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

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

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.