

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шепелёв Сергей Дмитриевич  
Должность: Директор Института агроинженерии  
Дата подписания: 31.05.2022 07:00:16  
Уникальный программный ключ:  
efea6230e2efac32304d38e9db5e74973ec75b4cfd289098c9ea30a810779455

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института агроинженерии  
\_\_\_\_\_ С.Д. Шепелев  
«29» апреля 2022 г.

Кафедра «Энергообеспечения и автоматизации технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.29 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

Направление подготовки **35.03.06 Агроинженерия**

Направленность **Автоматизация и роботизация технологических процессов**

Уровень высшего образования – бакалавриат

Квалификация – бакалавр

Форма обучения – очная

Челябинск  
2022

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы электротехники» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 23.08.2017 г. № 813. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.06 Агроинженерия, направленность – Автоматизация и роботизация технологических процессов.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – кандидат технических наук, доцент Епишков Е.Н.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечения и автоматизации технологических процессов»

«19» апреля 2022 г. (протокол №9).

Зав. кафедрой «Энергообеспечения и автоматизации технологических процессов», доктор технических наук, профессор



В.М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической Института агроинженерии

«27» апреля 2022 г. (протокол №5).

Председатель методической комиссии Института агроинженерии ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, доктор технических наук, доцент



С.Д. Шепелев

Директор Научной библиотеки



И.В. Шатрова

## СОДЕРЖАНИЕ

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП   | 4  |
| 1.1. | Цель и задачи дисциплины  | 4  |
| 1.2. | Компетенции и индикаторы их достижений  | 4  |
| 2.   | Место дисциплины в структуре ОПОП   | 4  |
| 3.   | Объем дисциплины и виды учебной работы  | 5  |
| 3.1. | Распределение объема дисциплины по видам учебной работы   | 5  |
| 3.2. | Распределение учебного времени по разделам и темам  | 5  |
| 4.   | Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку   | 6  |
| 4.1. | Содержание дисциплины   | 6  |
| 4.2. | Содержание лекций   | 8  |
| 4.3. | Содержание лабораторных занятий   | 12 |
| 4.4. | Содержание практических занятий   | 12 |
| 4.5. | Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся  | 13 |
| 5.   | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине  | 14 |
| 6.   | Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  | 15 |
| 7.   | Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины   | 15 |
| 8.   | Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины   | 16 |
| 9.   | Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  | 16 |
| 10.  | Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем | 16 |
| 11.  | Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   | 16 |
|      | Приложение. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся   | 18 |
|      | Лист регистрации изменений  | 35 |

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

### Цель дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: производственно-технологический, проектный.

**Цель дисциплины** – формирование у студентов системы знаний, необходимых для последующей подготовки бакалавра, способного эффективно решать практические задачи сельскохозяйственного производства, а также формирование у студентов умения самостоятельно углублять и развивать полученные знания.

### Задачи дисциплины:

– изучение методов анализа электрических и магнитных цепей как математических моделей электротехнических объектов; исследование электромагнитных процессов, протекающих в современных электротехнических установках при различных энергетических преобразованиях; освоение современных методов моделирования электромагнитных процессов с использованием компьютерных технологий.

## 1.2. Компетенции и индикаторы их достижений

ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Формируемые ЗУН  |   |   |
|--|--|---|---|
|  | знания   | умения  | навыки  |
| ИД-1.ОПК-1<br>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности | Обучающийся должен знать:<br>основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности – (Б1.О.29-3.1) | Обучающийся должен уметь:<br>использовать основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - (Б1.О.29-У.1) | Обучающийся должен владеть:<br>навыками:<br>использования знаний основных законов естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - (Б1.О.29-Н.1) |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» относится к обязательной части программы бакалавриата.

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 7 зачетных единиц (ЗЕТ), 252 академических часов (далее часов).

Дисциплина изучается:

- очная форма обучения в 3, 4 семестрах;

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

| Вид учебной работы   | Количество часов     |                        |
|--|----------------------|------------------------|
|  | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| <b>Контактная работа (всего), в том числе практическая подготовка*</b> | <b>126</b>           | -                      |
| Лекции (Л)   | 56                   | -                      |
| Практические занятия (ПЗ)  | 42                   | -                      |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)  | 28                   | -                      |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>                         | <b>99</b>            | -                      |
| <b>Контроль</b>  | <b>27</b>            | -                      |
| <b>Итого</b>   | <b>252</b>           | -                      |

#### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

##### Очная форма обучения

| № темы | Наименование раздела и темы                      | Всего часов | в том числе       |    |    |    |          |
|--------|--|-------------|-------------------|----|----|----|----------|
|        |  |             | контактная работа |    |    | СР | контроль |
|        |  |             | Л                 | ЛЗ | ПЗ |    |          |
| 1      | 2  | 3           | 4                 | 5  | 6  | 7  | 8        |
| 1.     | Электрические цепи постоянного тока              | 38          | 8                 | 4  | 6  | 20 | х        |
| 2.     | Линейные электрические цепи синусоидального тока | 38          | 8                 | 4  | 6  | 20 | х        |
| 3.     | Трёхфазные цепи                                  | 38          | 8                 | 4  | 6  | 20 | х        |
| 4.     | Переходные процессы в электрических цепях.       | 28          | 8                 | 4  | 6  | 10 | х        |

|    |  |            |           |           |           |           |           |
|----|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 5. | Линейные цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами | 28         | 8         | 4         | 6         | 10        | x         |
| 6. | Нелинейные электрические и магнитные цепи                              | 25         | 8         | 4         | 4         | 9         | x         |
| 7. | Электрические цепи с распределенными параметрами                       | 17         | 4         | 4         | 4         | 5         | x         |
| 8. | Электромагнитное поле  | 13         | 4         | 0         | 4         | 5         | x         |
|    | Контроль   | 27         | x         | x         | x         | x         | 27        |
|    | <b>Итого</b>   | <b>252</b> | <b>56</b> | <b>28</b> | <b>42</b> | <b>99</b> | <b>27</b> |

#### 4. Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку

Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

##### 4.1. Содержание дисциплины

###### *Линейные электрические цепи постоянного тока*

Основные величины, характеризующие электрическую цепь. Напряженность электрического поля. Электрический потенциал и напряжение. Электрический ток. Плотность тока. Элементы и схемы замещения электрической цепи постоянного тока. Закон Ома. Источник ЭДС и источник тока. Электрическая энергия и мощность. Энергетический баланс в электрической цепи. Законы Кирхгофа. Преобразование линейных электрических схем при последовательном, параллельном и смешанном соединении резисторов. Метод преобразований треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду и наоборот.

Расчет электрической цепи с помощью уравнений Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора. Теорема компенсации. Свойство взаимности.

###### *Линейные электрические цепи синусоидального тока*

Амплитуда, частота и фаза синусоидального тока. Действующее значение синусоидального тока. Векторное представление синусоидальных величин. Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность. Резистор, индуктивная катушка и конденсатор в цепи синусоидального тока. Последовательное соединение резистора, индуктивной катушки и конденсатора. Активная, реактивная и полная мощности. Параллельное соединение ветвей с резисторами, катушками и конденсаторами. Преобразования линейных электрических цепей синусоидального тока.

Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока. Векторное изображение синусоидальных величин на комплексной плоскости. Законы Ома и Кирхгофа в

комплексной форме. Мощности в комплексной форме. Баланс мощностей в цепи синусоидального тока. Измерение активной мощности.

Расчет цепей синусоидального тока комплексным методом. Расчет неразветвленной цепи. Топографическая диаграмма. Параллельное и смешанное соединение приемников. Резонанс в электрических цепях. Резонанс напряжений. Частотные характеристики последовательного контура. Резонанс токов. Повышение коэффициента мощности в цепях синусоидального тока.

Электрические цепи с взаимной индуктивностью. Явление взаимной индукции. ЭДС взаимной индукции. Одноименные выводы. Последовательное соединение двух индуктивно связанных катушек.

Параллельное соединение индуктивно связанных катушек. Расчет разветвленных индуктивно связанных цепей. Эквивалентная замена (развязка) индуктивных связей. Воздушный трансформатор. Основные уравнения. Векторная диаграмма.

Четырехполюсники. Основные понятия. Уравнения четырехполюсников. Экспериментальное определение его параметров. Эквивалентные схемы четырехполюсников.

#### *Трехфазные цепи*

Основные понятия о трехфазных цепях. Трехфазный синхронный генератор. Способы соединений трехфазных цепей. Симметричный режим трехфазной цепи. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей. Мощности симметричной и несимметричной трехфазной цепи. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей методом симметричных составляющих.

#### *Переходные процессы в электрических цепях*

Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Законы коммутации. Переходный, принужденный и свободный процессы. Классический метод расчета переходных процессов. Переходные процессы в цепи с резистором и катушкой. Переходные процессы в цепи с резистором и конденсатором. Разряд конденсатора на цепь с резистором и катушкой. Включение контура из конденсатора, резистора, катушки на постоянное напряжение.

Расчет переходных процессов в разветвленных цепях. Операторный метод расчета переходных процессов. Операторное изображение функций, их производных и интегралов. Прямое преобразование Лапласа. Законы Ома и Кирхгофа в операторном виде. Расчет переходных процессов операторным методом. Операторные схемы. Переход от изображений к оригиналу. Теорема разложения.

#### *Линейные цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами*

Разложение периодических несинусоидальных функций в тригонометрический ряд Фурье. Действующее и среднее значение несинусоидальных токов и напряжений. Коэффициент формы, амплитуды, искажения. Мощности в цепи несинусоидального тока. Расчет линейных цепей при несинусоидальном напряжении. Высшие гармоники в трехфазных цепях.

#### *Нелинейные электрические и магнитные цепи*

Особые свойства нелинейных электрических цепей. Элементы электрической цепи с нелинейным сопротивлением их параметры и характеристики. Статическое и дифференциальное сопротивление.

Расчет нелинейных цепей постоянного тока. Графические методы расчета цепей с нелинейными элементами. Метод двух узлов. Аналитический расчет нелинейных цепей. Аппроксимация нелинейных характеристик. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Применение метода эквивалентного генератора к расчету сложных нелинейных цепей. Нелинейные цепи переменного тока. Нелинейные индуктивные элементы. Основные свойства ферромагнитных материалов при переменных магнитных потоках. Влияние гистерезиса на формулу кривой тока.

Схема замещения и векторная диаграмма катушки с ферромагнитным магнитопроводом. Феррорезонанс напряжений и токов.

Магнитные цепи при постоянных магнитных потоках. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Неферромагнитные и ферромагнитные материалы. Петля гистерезиса и кривые намагничивания. Законы магнитной цепи. Аналогия между магнитными и электрическими цепями. Линейные и нелинейные магнитные цепи. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.

#### *Электрические цепи с распределенными параметрами*

Особенности цепей с распределенными параметрами. Дифференциальные уравнения напряжений и токов однородной линии. Уравнения однородной линии в комплексной форме. Уравнения однородной линии для мгновенных значений напряжений и токов. Прямые и обратные волны в линии. Уравнения однородной линии с гиперболическими функциями.

Параметры и характеристики линии. Опытное определение параметров и характеристик линии. Входное сопротивление линии. Коэффициент отражения волны. Согласованная нагрузка линии. Линия без искажений. Линия без потерь. Работа линии без потерь, разомкнутой на конце. Стоячие волны. Режим короткого замыкания линии без потерь. Четырехволновой трансформатор. Линия как четырехполюсник. Частотные электрические фильтры. Уравнения фильтров. Оценка фильтрующих свойств. Низкочастотные фильтры. Высокочастотные фильтры. Расчет параметров.

#### *Электромагнитное поле*

Основные величины, характеризующие магнитное поле. Закон полного тока. Применение закона полного тока для расчета магнитного поля двухпроводной линии, катушки с током. Магнитное поле на границе раздела двух сред. Энергия магнитного поля. Механические силы в магнитном поле.

Основные величины, характеризующие электрическое поле. Теорема Гаусса.

Применение теоремы Гаусса для расчета емкости и электрического поля. Энергия электростатического поля. Механические силы в электростатическом поле. Электрическое поле на границе двух диэлектриков. Электростатические цепи. Общие сведения. Преобразования электростатических цепей. Методы расчета электростатических цепей. Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. Законы Ома, Кирхгофа и Джоуля - Ленца в дифференциальной форме. Переход тока из среды с одной проводимостью в среду с другой. Проводимость. Аналогия между электрическим полем в проводящей среде и электростатическим полем. Переменное электромагнитное поле. Полный электрический ток и его плотность. Уравнения Максвелла. Уравнения Лапласа и Пуассона. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике. Преобразование энергии в электромагнитном поле. Вектор Умова-Пойнтинга. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике с потерями. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде.

## 4.2. Содержание лекций

### Очная форма обучения

| № п/п | Наименование лекций   | Кол-во, часов | Практическая подготовка |
|-------|---|---------------|-------------------------|
| 1     | Введение. Основные величины, характеризующие электрическую цепь. Закон Ома. Элементы и схемы замещения электрической цепи. Источники ЭДС и источник тока. Электрическая энергия и мощность КПД источника энергии. | 2             | +                       |



|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 2  | Законы Кирхгофа. Применение законов Кирхгофа для расчета цепи постоянного тока. Преобразование линейных электрических схем при последовательном, параллельном и смешанном соединении резисторов. Метод преобразований треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду и наоборот. | 2 | + |
| 3  | Методы расчета разветвленных цепей постоянного тока. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод узлового напряжения. Энергетический баланс в электрической цепи.   | 2 | + |
| 4  | Метод наложения. Метод эквивалентного генератора. Теорема компенсации. Свойство взаимности.   | 2 | + |
| 5  | Основные понятия и параметры синусоидального тока. Действующие значения синусоидального тока. Векторное представление синусоидальных величин. Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность.   | 2 | + |
| 6  | Резистор, индуктивная катушка и конденсатор в цепи синусоидального тока. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепи синусоидального тока. Последовательное соединение резистора, индуктивной катушки и конденсатора.  | 2 | + |
| 7  | Активная, реактивная и полная мощности. Параллельное соединение ветвей с резисторами катушками и конденсаторами. Преобразования линейных электрических цепей синусоидального тока.  | 2 | + |
| 8  | Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока. Векторное изображение синусоидальных величин на комплексной плоскости. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Комплексы полного сопротивления и полной проводимости. Выражение мощности в комплексной форме.              | 2 | + |
| 9  | Расчет цепей синусоидального тока комплексным методом. Расчет неразветвленной цепи. Топографическая диаграмма. Параллельное и смешанное соединение приемников. Баланс мощностей в цепи синусоидального тока. Измерение активной мощности ваттметром.                                | 2 | + |
| 10 | Резонанс в электрических цепях. Резонанс напряжений. Частотные характеристики последовательного контура. Резонанс токов. Повышение коэффициента мощности в цепи синусоидального тока.   | 2 | + |
| 11 | Электрические цепи с взаимной индуктивностью. Явление взаимной индукции. ЭДС взаимной индукции. Одноименные выводы. Последовательное соединение двух индуктивно-связанных катушек.  | 2 | + |
| 12 | Параллельное соединение индуктивно-связанных катушек. Расчет разветвленных индуктивно связанных цепей. Эквивалентная замена (развязка) индуктивных связей. Воздушный трансформатор.   | 2 | + |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 13 | Четырехполосники. Уравнения четырехполосников. Экспериментальное определение его параметров. Эквивалентные схемы четырехполосников.   | 2 | + |
| 14 | Основные понятия о трехфазных цепях. Способы соединений трехфазных цепей. Симметричный режим работы трехфазной цепи. Мощности симметричной трехфазной цепи.<br>Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей, соединенных звездой и треугольником. Мощности несимметричной трехфазной цепи.  | 2 | + |
| 15 | Измерение мощности трехфазных цепях. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя.   | 2 | + |
| 16 | Расчет разветвленных трехфазных цепей. Примеры применения векторно-топографических диаграмм при анализе трехфазных цепей.   | 2 | + |
| 17 | Метод симметричных составляющих. Симметричные составляющие трехфазной системы векторов. Экспериментальные методы измерения симметричных составляющих. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих   | 2 | + |
| 18 | Возникновение переходных процессов. Законы коммутации. Переходный, принужденный и свободный процессы. Классический метод расчета переходных процессов. Переходные процессы в цепи с резистором и катушкой.  | 2 | + |
| 19 | Переходный процесс в цепи с резистором и конденсатором. Разряд конденсатора на цепь с резистором и катушкой.  | 2 | + |
| 20 | Расчет переходных процессов классическим методом в разветвленных цепях  | 2 | + |
| 21 | Операторный метод расчета переходных процессов. Прямое преобразование Лапласа. Оригинал. Изображение. Операторное изображение функций, их производных и интегралов. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Теорема разложения. Расчет переходных процессов операторным методом.   | 1 | + |
| 22 | Цепи несинусоидального тока. Разложение периодических несинусоидальных функций в тригонометрический ряд Фурье. Действующие и среднее значение по модулю несинусоидального тока и напряжения. Мощности в цепи несинусоидального тока. Расчет линейных цепей при несинусоидальном напряжении.   | 1 | + |
| 23 | Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Особые свойства нелинейных цепей. Элементы электрической цепи с нелинейными сопротивлениями их параметры и характеристики. Статическое и дифференциальное сопротивление. Графические методы расчета нелинейных цепей. Аналитический расчет нелинейных цепей. Аппроксимация нелинейных | 1 | + |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    | характеристик. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Метод эквивалентного генератора.  |   |   |
| 24 | Нелинейные цепи переменного тока. Нелинейные индуктивные элементы. Основные свойства ферромагнитных материалов при переменных магнитных потоках. Влияние гистерезиса   | 1 | + |
| 25 | на формулу кривой тока. Схема замещения и векторная диаграмма катушки с ферромагнитным сердечником. Феррозонанс напряжений и токов.  | 1 | + |
| 26 | Основные величины характеризующие магнитное поле. Законы магнитной цепи. Аналогия между магнитными и электрическими цепями. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.  | 1 | + |
| 27 | Особенности цепей с распределенными параметрами. Уравнения однородной линии. Параметры и характеристики линии.   | 1 | + |
| 28 | Опытное определение параметров и характеристик линии. Согласованная нагрузка линии. Линия без искажений. Линия без потерь.   | 1 | + |
| 29 | Основные понятия и законы магнитного поля. Применения закона полного тока для расчет магнитного поля двухпроводной линии, катушки с током. Магнитное поле на границе раздела двух сред. Энергия магнитного поля. Механические силы в магнитном поле.                               | 1 | + |
| 30 | Основные величины, характеризующие электрическое поле. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчета емкости и электрического поля. Механические силы в электрическом поле.  | 1 | + |
| 31 | Электростатические цепи. Преобразования электростатических цепей. Методы расчета электростатических цепей.   | 1 | + |
| 32 | Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. Закон Ома, Кирхгофа и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Переход тока из среды с одной проводимостью в среду с другой проводимостью. Аналогия между электрическим полем в проводящей среде и электростатическим полем. | 1 | + |
| 33 | Переменное электромагнитное поле. Полный электрический ток и его плотность. Уравнения Максвелла. Уравнение Лапласа и Пуассона.   | 1 | + |
| 34 | Переменное электромагнитное поле в диэлектрике. Преобразование энергии в электромагнитном поле. Вектор Умова – Пойнтинга.  | 1 | + |
| 35 | Переменное электромагнитное поле в проводящей среде. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде. Длина и затухание волны в проводнике.  | 1 | + |
| 36 | Деление сред на проводящие и изолирующие. Эффект близости. Поверхностный эффект в цилиндрическом проводнике.   | 1 | + |

|  |       |           |            |
|--|-------|-----------|------------|
|  | Итого | <b>56</b> | <b>10%</b> |
|--|-------|-----------|------------|

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

#### Очная форма обучения

| № п/п | Наименование лабораторных занятий   | Кол-во часов | Практическая подготовка |
|-------|---|--------------|-------------------------|
| 1     | 2   | 3            | +                       |
| 1.    | Изучение универсального лабораторного стенда ЛЭС - 5  | 2            | +                       |
| 2.    | <u>Исследование неразветвленной цепи постоянного тока</u>   | 2            | +                       |
| 3.    | <u>Исследование разветвленной цепи постоянного тока</u>   | 2            | +                       |
| 4.    | <u>Резонанс напряжений</u>  | 2            | +                       |
| 5.    | <u>Резонанс токов</u>   | 2            | +                       |
| 6.    | <u>Определение параметров индуктивно связанных цепей</u>  | 2            | +                       |
| 7.    | Трехфазная цепь, <u>соединенная звездой</u>   | 2            | +                       |
| 8.    | Трехфазная цепь, <u>соединенная треугольником</u>   | 2            | +                       |
| 9.    | <u>Симметричные составляющие в несимметричной трехфазной цепи</u>   | 2            | +                       |
| 10.   | Переходный процесс в цепи, содержащей сопротивление и емкость   | 2            | +                       |
| 11.   | Исследование переходного процесса при разряде конденсатора на сопротивление и индуктивность с применением ЭВМ | 1            | +                       |
| 12.   | Анализ несинусоидальной кривой напряжения   | 1            | +                       |
| 13.   | Опытная проверка нелинейных цепей   | 1            | +                       |
| 14.   | Схема замещения и векторная диаграмма катушки со стальным сердечником   | 1            | +                       |
| 15.   | Феррорезонанс токов   | 1            | +                       |
| 16.   | Закон полного тока  | 1            | +                       |
| 17.   | Характеристики однородной линии   | 1            | +                       |
| 18.   | Механическое взаимодействие стального сердечника и катушки с током  | 1            | +                       |
|       | <b>Итого</b>  | <b>28</b>    | <b>20%</b>              |

### 4.4. Содержание практических занятий

#### Очная форма обучения

| № п/п | Наименование практических занятий   | Продолж., часов | Практическая подготовка |
|-------|---|-----------------|-------------------------|
| 1.    | Расчет линейных цепей постоянного тока с использованием уравнений Кирхгофа  | 6               | +                       |
| 2.    | Расчет цепей постоянного тока методом преобразований. Энергетический баланс | 6               | +                       |
| 3.    | Метод наложения. Метод эквивалентного генератора. Метод узловых напряжений  | 6               | +                       |
| 4.    | Расчет неразветвленных цепей синусоидального тока                           | 4               | +                       |

|    |  |           |            |
|----|--|-----------|------------|
| 5. | Расчет разветвленных цепей синусоидального тока. Комплексный метод расчета                   | 4         | +          |
| 6. | Расчет симметричных режимов работы трехфазных цепей  | 4         | +          |
| 7. | Расчет несимметричной трехфазной цепи соединенной треугольником. Измерение мощности          | 4         | +          |
| 8. | Классический метод расчета переходных процессов. Расчет переходных процессов в цепи R-L, R-C | 4         | +          |
| 9. | Расчет переходного процесса в разветвленной цепи   | 4         | +          |
|    | <b>Итого:</b>  | <b>42</b> | <b>20%</b> |

#### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

| Виды самостоятельной работы обучающихся                          | Количество часов     |                        |
|--|----------------------|------------------------|
|  | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| Подготовка к практическим занятиям                               | 32                   | -                      |
| Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ | 32                   | -                      |
| Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов                | 32                   | -                      |
| Подготовка к зачёту  | 3                    | -                      |
| <b>Итого</b>   | <b>99</b>            | <b>-</b>               |

##### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

| № п/п | Наименование тем и вопросов   | Кол-во часов         |                        |
|-------|---|----------------------|------------------------|
|       |   | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| 1.    | Расчет разветвленных цепей постоянного тока методом контурных токов и методом узловых потенциалов | 5                    | -                      |
| 2.    | Теорема компенсации. Свойство взаимности  | 5                    | -                      |
| 3.    | Получение синусоидальной ЭДС. Понятие о генераторе переменного тока                               | 5                    | -                      |
| 4.    | Расчет цепей синусоидального тока методом преобразований (проводимостей). Векторные диаграммы     | 5                    | -                      |
| 5.    | Расчет индуктивно-связанных цепей   | 5                    | -                      |
| 6.    | Эквивалентная замена, развязка индуктивных связей   | 5                    | -                      |

|        |   |           |   |
|--------|---|-----------|---|
| 7.     | Расчет резонансных режимов в цепях синусоидального тока   | 5         | - |
| 8.     | Расчет несимметричных трехфазных цепей соединенной звездой  | 5         | - |
| 9.     | Расчет токов короткого замыкания методом симметричных составляющих  | 5         | - |
| 10.    | Операторный метод расчета переходных процессов  | 5         | - |
| 11.    | Применение операторных схем замещения для расчета переходных процессов  | 5         | - |
| 12.    | Расчет цепи несинусоидального тока  | 5         | - |
| 13.    | Высшие гармоники в трехфазных цепях   | 5         | - |
| 14.    | Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока   | 5         | - |
| 15.    | Аппроксимация нелинейных характеристик. Метод кусочно-линейной аппроксимации  | 3         | - |
| 16.    | Расчет магнитных цепей  | 3         | - |
| 17.    | Расчет цепей с распределенными параметрами. Определение параметров и характеристик однородной линии                                     | 3         | - |
| 18.    | Линия без потерь, основные уравнения и характеристики стоячие волны   | 3         | - |
| 19.    | Частотные электрические фильтры   | 3         | - |
| 20.    | Расчет электромагнита. Механические силы в магнитном поле   | 3         | - |
| 21.    | Расчет электростатических цепей   | 3         | - |
| 22.    | Расчет электрических полей в проводящей среде   | 3         | - |
| 23.    | Применение теоремы Умова-Пойтинга для определения мощности потока энергии передаваемой по линии передач. Изучение электромагнитных волн | 3         | - |
| 24.    | Электромагнитное экранирование. Передача электромагнитной энергии по внутренней полости металлических труб. Волноводы                   | 2         | - |
| Итого: |   | <b>99</b> | - |

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теоретические основы электротехники" [Электронный ресурс]: для студентов направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / сост.: А. С. Знаев, А. Н. Горбунов, Е. Н. Епишков; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. Ч. 1. Линейные цепи постоянного и синусоидального тока - 49 с. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/avtom/8.pdf>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

## **7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

### **Основная**

1. Атабеков, Г. И. Основы теории цепей : учебник для вузов / Г. И. Атабеков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-7103-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155668>
2. Атабеков, Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учебное пособие для вузов / Г. И. Атабеков ; составители О. И. Бабошко, И. С. Маркова. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-7104-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155669> .

### **Дополнительная**

1. Аполлонский, С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-1155-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168388> .
2. Семенова Н. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]. 1 / Н. Семенова; Н. Ушакова; Н.И. Доброжанова - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013 - 106 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260763> .

### **Периодические издания:**

1. Автоматизация и современные технологии: ежемесячный межотраслевой научно-технический журнал - Москва: Инновационное машиностроение, - <http://www.mashin.ru>.
2. Достижения науки и техники АПК: ежемесячный теоретический и научно-практический журнал - Москва: Б.и., - <http://agroark.ru/>.
3. Механизация и электрификация сельского хозяйства: теоретический и научно-практический журнал - Москва: Редакция журнала "Механизация и электрификация сельского хозяйства"

## **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теоретические основы электротехники" [Электронный ресурс]: для студентов направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / сост.: А. С. Знаев, А. Н. Горбунов, Е. Н. Епишков; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. Ч. 1. Линейные цепи постоянного и синусоидального тока - 49 с. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/avtom/8.pdf>

### **10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем,**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- «Сельхозтехника» Автоматизированная справочная систем
- «Техэксперт» Информационно-справочная система

Программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows PRO 10 Russian Academic OLP 1License NoLevel Legalization GetGenuine ;  
Офисный пакет Microsoft OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acdmc ;  
Программный комплекс для тестирования знаний MyTestXPRo 11.0 ;  
Антивирус Kaspersky Endpoint Security ;  
Система компьютерной алгебры PTC MathCAD Education - University Edition.  
Система управления обучением MOODLE.

### **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Учебные аудитории для проведения занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения**

Ауд. №201э, 203э, 212э, 302 э – для занятий лекционного типа  
Учебная лаборатория 303э,  
Аудитория 310э,

#### **Помещения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Помещение 303 для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

#### **Перечень оборудования и технических средств обучения**

1. Лабораторные автотрансформаторы.
2. Лабораторные стенды «ЛЭС – 5»
3. Лабораторные стенды «Электрические цепи».



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации  
обучающихся

## СОДЕРЖАНИЕ

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины  | 20 |
| 2.     | Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения сформированности компетенций  | 20 |
| 3.     | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины | 21 |
| 4.     | Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций   | 21 |
| 4.1.   | Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки  | 22 |
| 4.1.1. | Опрос на практическом занятии  | 22 |
| 4.1.2. | Оценивание отчета по лабораторной работе   | 23 |
| 4.1.3. | Тестирование   | 25 |
| 4.2.   | Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации   | 27 |
| 4.2.1. | Зачет с оценкой  | 27 |
| 4.2.2. | Экзамен  | 30 |

## 1. Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Формируемые ЗУН   |  |   | Наименование оценочных средств   |
|--|---|--|---|--|
|  | знания  | умения   | навыки  |  |
| ИД-1.ОПК-1<br>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности | Обучающийся должен знать: основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности – (Б1.О.29-3.1) | Обучающийся должен уметь: использовать основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - (Б1.О.29-У.1) | Обучающийся должен владеть: навыками: использования знаний основных законов естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - (Б1.О.29-Н.1) | Текущая аттестация:<br>- ответ на практическом занятии;<br>- отчет по лабораторной работе;<br>- тестирование<br>Промежуточная аттестация:<br>- экзамен |

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций

| Показатели оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине   |   |   |   |
|-----------------------------|--|---|---|---|
|                             | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень   | Средний уровень   | Высокий уровень   |
| Б1.О.29-3.1                 | Обучающийся не знает основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности | Обучающийся слабо знает основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности |

|             |   |  |   |   |
|-------------|---|--|---|---|
| Б1.О.29-У.1 | Обучающийся не умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности                       | Обучающийся слабо умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин теоретические основы электротехники ( ) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности                     | Обучающийся умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности  | Обучающийся умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности                                |
| Б1.О.29-Н.1 | Обучающийся не владеет навыками использования знаний основных законов естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - | Обучающийся слабо владеет навыками использования знаний основных законов естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками использования знаний основных законов естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - | Обучающийся свободно владеет навыками использования знаний основных законов естественнонаучных дисциплин (теоретические основы электротехники) для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - |

### **3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины**

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теоретические основы электротехники" [Электронный ресурс]: для студентов направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / сост.: А. С. Знаев, А. Н. Горбунов, Е. Н. Епишков; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. Ч. 1. Линейные цепи постоянного и синусоидального тока - 49 с. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/avtom/8.pdf>

### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций по дисциплине «Теоретические основы электротехники», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

#### 4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

##### 4.1.1. Устный ответ на практическом занятии

Ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий (см. методразработки п. 3) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

| № | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции   |
|---|---|---|
|   | Ответ на практическом занятии   |   |
| 1 | Цепь однофазного синусоидального тока состоит из последовательно соединённых резистора и конденсатора. Закон изменения мгновенного значения напряжения от времени $u = 100\sqrt{2}\sin(314t+90^\circ)$ , закон изменения мгновенного значения тока от времени $i = 10\sin(314t+135^\circ)$ . Определить величину активного и ёмкостного сопротивления цепи. | ИД-1опк-1<br>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности |

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после ответа.

| Шкала                 | Критерии оценивания   |
|-----------------------|---|
| Оценка 5<br>(отлично) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul> |
| Оценка 4<br>(хорошо)  | <p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>   |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний.</li> </ul> |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>  |

#### 4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание и форма отчета по лабораторным работам приводится в методических указаниях к лабораторным работам (п. 3 ФОС). Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий.

| № | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции  |
|---|---|--|
|   | Отчет по лабораторной работе  |  |
| 1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие преимущества имеют трехфазные цепи перед однофазными?</li> <li>2. Запишите мгновенные и комплексные значения трехфазной системы э.д.с., покажите их на временной и векторной диаграммах.</li> <li>3. Что такое симметричный режим работы трехфазных цепей?</li> <li>4. В каких случаях используется соединение звездой без нейтрального провода, и в каких случаях с нейтральным проводом?</li> <li>5. Какую роль выполняет нейтральный провод при несимметричной нагрузке?</li> <li>6. Почему в цепи нейтрального провода не ставится предохранитель?</li> <li>7. Как рассчитывается напряжение смещения нейтрали?</li> <li>8. Каким образом надо изменить схему, чтобы получить обратное следование фаз на нагрузке?</li> <li>9. По каким формулам можно рассчитать активную, реактивную и полную мощности при симметричной и несимметричной нагрузке?</li> <li>10. Вычислите ток в нейтральном проводе, если <math>I_A = I_B = I_C = 10A</math>, но нагрузка в фазе «А» - активная, в</li> </ol> | ИД-1.ОПК-1<br>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | фазе «В» - индуктивная, в фазе «С» - ёмкостная.<br>11. Как изменятся токи и фазные напряжения при соединении симметричной нагрузки в звезду без нейтрального провода, если одну фазу закортить? |  |
|--|---|--|

Отчет оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

| <b>Шкала</b>                      | <b>Критерии оценивания</b>   |
|-----------------------------------|--|
| Оценка 5<br>(отлично)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать законы, явления и процессы;</li> <li>- умение проводить и оценивать результаты измерений;</li> <li>- способность решать инженерные задачи.</li> </ul>                               |
| Оценка 4<br>(хорошо)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- осознанное применение теоретических знаний для описания законов, явлений и процессов, решения конкретных инженерных задач, проведения и оценивания результатов измерений, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.</li> </ul>  |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала неполно, непоследовательно,</li> <li>- неточности в определении понятий, в применении знаний для описания законов, явлений и процессов, решения конкретных инженерных задач, проведения и оценивания результатов измерений,</li> <li>- затруднения в обосновании своих суждений;</li> <li>- обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.</li> </ul> |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты измерений;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>   |

### 4.1.3. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.

| № | Оценочные средства   | Код и наименование индикатора компетенции  |
|---|--|--|
|   | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины   |  |
| 1 | <p>1. Эквивалентное сопротивление электрической цепи состоящей из трёх резисторов с равными сопротивлениями, соединёнными параллельно равно 2 Ом. Определить сопротивление каждого резистора</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 Ом</li> <li>- 2 Ом</li> <li>- <b>6 Ом</b></li> <li>- 9 Ом</li> </ul> <p>2. Два приёмника электрической энергии, с равными сопротивлениями, соединены параллельно и подключены к источнику постоянного напряжения, при этом ток источника равен 4А. Какое значение будет иметь ток того же источника, при последовательном соединении этих приёмников?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 16А</li> <li>- <b>1А</b></li> <li>- 2А</li> <li>- 8А</li> <li>- 3А</li> </ul> <p>3. Три однотипных источника электрической энергии со значениями ЭДС 5В соединены последовательно. Определить напряжение батареи в режиме холостого хода.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>15В</b></li> <li>- 5В</li> <li>- 7,5В</li> <li>- 10В</li> </ul> <p>4. Сопротивление <math>R_{ав}=3\text{Ом}</math>, <math>R_{вс}=2\text{Ом}</math>, <math>R_{са}=5\text{Ом}</math>, соединены по схеме треугольник. После эквивалентного преобразования получена схема звезда с сопротивлением лучей <math>R_a</math>, <math>R_b</math>, <math>R_c</math>. Определить сопротивление <math>R_a</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>1,5 Ом</b></li> <li>- 2,5 Ом</li> <li>- 5 Ом</li> <li>- 3 Ом</li> </ul> <p>5. Цепь однофазного синусоидального тока состоит из последовательно соединённых катушки и резистора. Закон изменения мгновенного значения напряжения от времени <math>u = 100\sqrt{2}\sin(314t+90^\circ)</math>, закон изменения мгновенного значения тока от времени <math>i = 10\sin(314t+45^\circ)</math>. Определить</p> | <p>ИД-1<sub>ОПК-1</sub><br/>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p> |



|  |  |
|--|--|
| <p>величину активного сопротивления цепи.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>10 Ом</b></li> <li>- <math>10\sqrt{2}</math> Ом</li> <li>- <math>10/\sqrt{2}</math> Ом</li> </ul> <p>6. Цепь однофазного синусоидального тока состоит из последовательно соединённых катушки и резистора. Закон изменения мгновенного значения напряжения от времени <math>u = 100\sqrt{2}\sin(314t+90^\circ)</math>, закон изменения мгновенного значения тока от времени <math>i = 10\sin(314t+45^\circ)</math>. Определить величину индуктивного сопротивления цепи.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>10 Ом</b></li> <li>- <math>10\sqrt{2}</math> Ом</li> <li>- <math>10/\sqrt{2}</math> Ом</li> </ul> <p>7. Точечный заряд <math>+q</math> находится в центре сферической поверхности. Если заряд сместить из центра сферы, оставляя его внутри нее, то поток вектора напряженности электростатического поля через поверхность сферы...<br/>уменьшится<br/><b>не изменится</b> V<br/>увеличится</p> <p>8. Если увеличить в два раза напряженность электрического поля в проводнике, то удельная тепловая мощность тока ...<br/>- уменьшится в два раза;<br/>- не изменится;<br/>- уменьшится в 4 раза<br/><b>- увеличится в 4 раза; V</b><br/>- увеличится в два раза;</p> <p>9. При помещении диэлектрика в электрическое поле напряженность электрического поля внутри бесконечного однородного изотропного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью <math>\epsilon</math> ...<br/>- остается неизменной<br/>- остается равной нулю<br/>- увеличивается в <math>\epsilon</math> раз<br/><b>- уменьшается в <math>\epsilon</math> раз V</b></p> <p>10. Уменьшение амплитуды колебаний в системе с затуханием характеризуется временем релаксации. Если при неизменном омическом сопротивлении в колебательном контуре увеличить в 2 раза индуктивность катушки, то время релаксации...<br/>- уменьшится в 2 раза<br/><b>- увеличится в 2 раза V</b><br/>- увеличится в 4 раза<br/>- уменьшится в 4 раза</p> |  |
|--|--|

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

| <b>Шкала</b>                   | <b>Критерии оценивания<br/>(% правильных ответов)</b> |
|--------------------------------|---|
| Оценка 5 (отлично)             | 80-100  |
| Оценка 4 (хорошо)              | 70-79   |
| Оценка 3 (удовлетворительно)   | 50-69   |
| Оценка 2 (неудовлетворительно) | менее 50  |

Тестовые задания, используемые для оценки качества дисциплины с помощью информационных технологий, приведены в РПД: «10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем» - My TestX 11.

## **4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **4.2.1. Зачет с оценкой**

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных (практических) занятий. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные (практические) занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачетах преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе не допускается.

Формы проведения зачетов (устный опрос по билетам) определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в учебной части зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетную книжку выставляется в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются приказом ректора Университета.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

| № | Оценочные средства   | Код и наименование индикатора компетенции   |
|---|--|---|
|   | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины   |   |
| 1 | <p style="text-align: center;"><b>3 семестр</b></p> <p>1. Основные величины, характеризующие электрическую цепь. Закон Ома. Элементы и схемы замещения электрической цепи.</p> <p>2. Источники ЭДС и источник тока. Электрическая энергия и мощность КПД источника энергии.</p> <p>3. Законы Кирхгофа. Применение законов Кирхгофа для расчета цепи постоянного тока.</p> <p>4. Преобразование линейных электрических схем при последовательном, параллельном и смешанном соединении резисторов.</p> | <p>ИД-1<sub>ОПК-1</sub></p> <p>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p> |

5.Метод преобразований треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду и наоборот.

6.Методы расчета разветвленных цепей постоянного тока. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод узлового напряжения. Энергетический баланс в электрической цепи.

7.Метод наложения. Метод эквивалентного генератора. Теорема компенсации. Свойство взаимности.

8.Основные понятия и параметры синусоидального тока. Действующие значения синусоидального тока. Векторное представление синусоидальных величин. Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность.

9.Резистор, индуктивная катушка и конденсатор в цепи синусоидального тока. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепи синусоидального тока.

10.Последовательное соединение резистора, индуктивной катушки и конденсатора.

11.Активная, реактивная и полная мощности. Параллельное соединение ветвей с резисторами катушками и конденсаторами. Преобразования линейных электрических цепей синусоидального тока.

12.Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока. Векторное изображение синусоидальных величин на комплексной плоскости.

13.Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Комплексы полного сопротивления и полной проводимости. Выражение мощности в комплексной форме.

14.Расчет цепей синусоидального тока комплексным методом. Расчет неразветвленной цепи. Топографическая диаграмма. Параллельное и смешанное соединение приемников.

15.Баланс мощностей в цепи синусоидального тока. Измерение активной мощности ваттметром.

16.Резонанс в электрических цепях. Резонанс напряжений. Частотные характеристики последовательного контура.

17.Резонанс токов. Повышение коэффициента мощности в цепи синусоидального тока.

18.Электрические цепи с взаимной индуктивностью. Явление взаимной индукции. ЭДС взаимной индукции. Одноименные выводы. Последовательное соединение двух индуктивно-связанных катушек.

19.Электрические цепи с взаимной индуктивностью. Явление взаимной индукции. ЭДС взаимной индукции. Одноименные выводы. Последовательное соединение двух индуктивно-связанных катушек.

20.Параллельное соединение индуктивно-связанных катушек. Расчет разветвленных индуктивно связанных цепей.

21.Эквивалентная замена (развязка) индуктивных

|  |  |
|--|--|
| связей. Воздушный трансформатор.<br>22.Четырехполюсники. Уравнения<br>четырехполюсников. Экспериментальное определение его<br>параметров. Эквивалентные схемы четырехполюсников. |  |
|--|--|

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

| <b>Шкала</b>                      | <b>Критерии оценивания</b>   |
|-----------------------------------|--|
| Оценка 5<br>(отлично)             | всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи.                 |
| Оценка 4<br>(хорошо)              | полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных ошибок в решении задачи, или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса. |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене и в решении задачи.   |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы и в решении задачи.  |

#### 4.2.2. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в секретариате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в секретариат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более восьми обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена обучающийся выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

| № | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции   |
|---|---|---|
|   | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины  |   |
| 1 | <p style="text-align: center;"><b>4 семестр</b></p> <p>1. Основные понятия о трехфазных цепях. Способы соединений трехфазных цепей.</p> <p>2. Симметричный режим работы трехфазной цепи. Мощности симметричной трехфазной цепи.</p> <p>3. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей, соединенных звездой и треугольником. Мощности несимметричной трехфазной цепи.</p> <p>4. Измерение мощности трехфазных цепях. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя.</p> | <p>ИД-1<sub>ОПК-1</sub></p> <p>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p> |

5. Расчет разветвленных трехфазных цепей. Примеры применения векторно-топографических диаграмм при анализе трехфазных цепей.

6. Метод симметричных составляющих. Симметричные составляющие трехфазной системы векторов. Экспериментальные методы измерения симметричных составляющих. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих.

7. Возникновение переходных процессов. Законы коммутации. Переходный, принужденный и свободный процессы.

8. Классический метод расчета переходных процессов. Переходные процессы в цепи с резистором и катушкой.

9. Переходный процесс в цепи с резистором и конденсатором. Разряд конденсатора на цепь с резистором и катушкой.

10. Расчет переходных процессов классическим методом в разветвленных цепях.

11. Операторный метод расчета переходных процессов. Прямое преобразование Лапласа. Оригинал. Изображение. Операторное изображение функций, их производных и интегралов.

12. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Теорема разложения. Расчет переходных процессов операторным методом.

13. Цепи несинусоидального тока. Разложение периодических несинусоидальных функций в тригонометрический ряд Фурье.

14. Действующие и среднее значение по модулю несинусоидального тока и напряжения. Мощности в цепи несинусоидального тока.

15. Расчет линейных цепей при несинусоидальном напряжении.

16. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Особые свойства нелинейных цепей.

17. Элементы электрической цепи с нелинейными сопротивлениями их параметры и характеристики. Статическое и дифференциальное сопротивление.

18. Графические методы расчета нелинейных цепей. Аналитический расчет нелинейных цепей. Аппроксимация нелинейных характеристик. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Метод эквивалентного генератора.

19. Нелинейные цепи переменного тока. Нелинейные индуктивные элементы.

20. Основные свойства ферромагнитных материалов при переменных магнитных потоках. Влияние гистерезиса на формулу кривой тока.

21. Схема замещения и векторная диаграмма катушки с ферромагнитным сердечником. Феррозонанс напряжений и токов.

22. Основные величины характеризующие магнитное поле. Законы магнитной цепи. Аналогия между



|  |  |
|--|--|
| <p>магнитными и электрическими цепями.</p> <p>23. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.</p> <p>24. Особенности цепей с распределенными параметрами.</p> <p>25. Уравнения однородной линии. Параметры и характеристики линии.</p> <p>26. Опытное определение параметров и характеристик линии. Согласованная нагрузка линии.</p> <p>27. Линия без искажений. Основные закономерности.</p> <p>28. Линия без потерь. Основные закономерности.</p> |  |
|--|--|

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице. Задача для экзамена берется из материалов п.3 ФОС РПД.

| <b>Шкала</b>                      | <b>Критерии оценивания</b>   |
|-----------------------------------|--|
| Оценка 5<br>(отлично)             | всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи.                 |
| Оценка 4<br>(хорошо)              | полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных ошибок в решении задачи, или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса. |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене и в решении задачи.  |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы и в решении задачи.  |

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Номер<br>изменения | Номера листов |       |                | Основание для<br>внесения<br>изменений | Подпись | Расшифровка<br>подписи | Дата внесения<br>изменения |
|--------------------|---------------|-------|----------------|--|---------|------------------------|----------------------------|
|                    | замененных    | новых | аннулированных |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |
|                    |               |       |                |  |         |                        |                            |