

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета заочного обучения

 Э.Г. Мухамадиев

7 февраля 2018 г.

Кафедра «Энергообеспечения и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.Б15 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения - **заочная**

Челябинск
2018

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 03.09.2015г. № 955. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **13.03.02** Направление подготовки **Электроэнергетика и электротехника, профиль – Электроснабжение.**

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.

Кандидат технических наук, доцент

Епишков Е.Н.

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

« 2» февраля 2018г. (протокол № 8).

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

В.М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией факультета
заочного обучения

7 февраля 2018г. (протокол № 5).

Председатель методической комиссии,
кандидат технических наук, доцент

А..Н. Козлов

Директор Научной библиотеки



Е.Л. Лебедева

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины	4
1.2.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)	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	6
4.1.	Содержание дисциплины	6
4.2.	Содержание лекций	8
4.3.	Содержание лабораторных занятий	8
4.4.	Содержание практических занятий	9
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	9
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	11
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	11
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	11
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	11
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	12
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
12.	Инновационные формы образовательных технологий	12
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	13
	Лист регистрации изменений	25

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

1.1. Цель и задачи учебной дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: производственно-технологической; организационно-управленческой; научно-исследовательской и проектно-конструкторской, монтажно-наладочной, сервисно-эксплуатационной.

Цель дисциплины – формирование у студентов системы знаний, необходимых для последующей подготовки бакалавра, способного к анализу электрических и магнитных цепей как математических моделей электротехнических объектов, 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. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-3 способность использовать методы анализа и моделирование электрических цепей;	Обучающийся должен знать: основные методы анализа и моделирования электрических цепей (Б1.Б.15-З.1)	Обучающийся должен уметь: использовать основные методы анализа и моделирования электрических цепей (Б1.Б.15-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками анализа и моделирования электрических цепей (Б1.Б.15-Н.1)

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» относится к базовой части Блока 1 (Б.1.Б15) образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль – Электроснабжение.

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующие) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Формируемые компетенции
Предшествующие дисциплины		
Предшествующие дисциплины по данной компетенции программой не предусмотрены.		
Последующие дисциплины		
1	Электроника	ОПК-3

3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 10 зачетных единиц (ЗЕТ), 360 часов; дисциплина изучается в 4,5 семестрах.

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
Контактная работа (всего)	34
В том числе:	
Лекции (Л)	14
Практические занятия (ПЗ)	х
Лабораторные занятия (ЛЗ)	20
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	313
Контроль	13
Итого	360

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ 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	46	2	4	х	40	х

2.	Линейные электрические цепи синусоидального тока	44	2	2	x	40	x
3.	Трехфазные цепи	46	2	4	x	40	x
4.	Переходные процессы в электрических цепях.	44	2	2	x	40	x
5.	Линейные цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами	44	2	2	x	40	x
6.	Нелинейные электрические и магнитные цепи	44	2	2	x	40	x
7.	Электрические цепи с распределенными параметрами	42	x	2	x	40	x
8.	Электромагнитное поле	37	2	2	x	33	x
	Контроль	13	x	x	x	x	13
	Итого	360	14	20	x	313	13

4. Структура и содержание дисциплины

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

№ п/п	Наименование лекций	Кол-во, часов
1	Введение. Выдача задания на контрольную работу. Электрические цепи постоянного тока	4
2	Линейные электрические цепи синусоидального тока	2
3	Трехфазные цепи	2
4	Переходные процессы в электрических цепях.	2
5	Нелинейные электрические и магнитные цепи	2
6	Электромагнитное поле	2
	Итого	14

4.3. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование лабораторных занятий	Кол-во
---	-----------------------------------	--------

п/п		часов
1	2	3
1.	Изучение универсального лабораторного стенда ЛЭС - 5	2
2.	Исследование неразветвленной цепи постоянного тока	2
3.	Исследование разветвленной цепи постоянного тока	2
4.	Резонанс напряжений	2
5.	Резонанс токов	2
6.	Определение параметров индуктивно связанных цепей	2
7.	Трехфазная цепь, соединенная звездой	2
8.	Трехфазная цепь, соединенная треугольником	2
9.	Симметричные составляющие в несимметричной трехфазной цепи	2
10.	Переходный процесс в цепи, содержащей сопротивление и емкость	2
	Итого	20

4.4. Содержание практических занятий

Проведение практических занятий программой дисциплин не предусмотрено.

4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	194
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	100
Контрольная работа	10
Подготовка к зачету	9
Итого	313

4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1.	Расчет разветвленных цепей постоянного тока методом контурных токов и методом узловых потенциалов	14
2.	Теорема компенсации. Свойство взаимности	14
3.	Получение синусоидальной ЭДС. Понятие о генераторе переменного тока	14
4.	Расчет цепей синусоидального тока методом преобразований (проводимостей). Векторные диаграммы	14

5.	Расчет индуктивно-связанных цепей	14
6.	Эквивалентная замена, развязка индуктивных связей	14
7.	Расчет резонансных режимов в цепях синусоидального тока	14
8.	Расчет несимметричных трехфазных цепей соединенной звездой	14
9.	Расчет токов короткого замыкания методом симметричных составляющих	14
10.	Операторный метод расчета переходных процессов	14
11.	Применение операторных схем замещения для расчета переходных процессов	14
12.	Расчет цепи несинусоидального тока	14
13.	Высшие гармоники в трехфазных цепях	14
14.	Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока	12
15.	Аппроксимация нелинейных характеристик. Метод кусочно-линейной аппроксимации	12
16.	Расчет магнитных цепей	12
17.	Расчет цепей с распределенными параметрами. Определение параметров и характеристик однородной линии	12
18.	Линия без потерь, основные уравнения и характеристики стоячие волны	12
19.	Частотные электрические фильтры	12
20.	Расчет электромагнита. Механические силы в магнитном поле	12
21.	Расчет электростатических цепей	12
22.	Расчет электрических полей в проводящей среде	12
23.	Применение теоремы Умова-Пойтинга для определения мощности потока энергии передаваемой по линии передач. Изучение электромагнитных волн	12
24.	Электромагнитное экранирование. Передача электромагнитной энергии по внутренней полости металлических труб. Волноводы	11
Итого:		313

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://192.168.0.1:8080/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. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: Учебники для Вузов, 7-е изд., стер. - СПб: Лань, 2009. http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=90
2. Атабеков Г.И. и др. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле: Учебники для Вузов, 6-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2010. http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=644

Дополнительная

1. Аполонский С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] :/ С.М. Аполонский. Москва: Лань, 2012.-592 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3188.
2. Горбунов А.Н. и др. Теоретические основы электротехники: Учебник для с.х. вузов. – М., УМЦ «Триада», 2003.
3. Семенова Н. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]. 1 / Н. Семенова; Н. Ушакова; Н.И. Доброжанова. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013.- 106 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260763>.

Периодические издания:

«Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Автоматизация и современные технологии», «Достижения науки и техники АПК»

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. Университетская библиотека ONLINE <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://192.168.0.1:8080/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:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение: AutoCad.

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

Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов

1. Учебная лаборатория 303э, оснащенная оборудованием для выполнения лабораторных работ .

2. Аудитория 310э, оснащенная мультимедийным комплексом (компьютер, видеопроектор).

Перечень основного учебно-лабораторного оборудования

1. Лабораторные автотрансформаторы.
2. Реостаты.
3. Генератор частоты.
4. Осциллографы.
5. Компьютеры.

12. Инновационные формы образовательных технологий

Вид занятия	Лекции	ЛЗ	ПЗ/СЗ
Формы работы			
Компьютерные симуляции	-	+	-
Анализ конкретных ситуаций	+	-	+
Конференции	-	-	+

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине

Б1.Б15 Теоретические основы электротехники

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **заочная**

(ускоренное обучение)

Челябинск
2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП....	15
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций...	15
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	16
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	16
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	16
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	16
4.1.2. Отчет по лабораторной работе.....	17
4.1.3. Контрольная работа	18
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	18
4.2.1. Зачёт.....	18
4.2.2. Экзамен	21

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на базовом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-3 способность использовать методы анализа и моделирование электрических цепей;	Обучающийся должен знать: основные методы анализа и моделирования электрических цепей (Б1.Б.15-3.1)	Обучающийся должен уметь: использовать основные методы анализа и моделирования электрических цепей (Б1.Б.15-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками анализа и моделирования электрических цепей (Б1.Б.15-Н.1)

2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.Б.15 -3.1	Обучающийся не знает основные методы анализа и моделирование электрических цепей;	Обучающийся слабо знает основные методы анализа и моделирование электрических цепей;	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные методы анализа и моделирование электрических цепей;	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные методы анализа и моделирование электрических цепей;
Б1.Б.15 -У.1	Обучающийся не умеет использовать основные методы анализа и моделирование электрических цепей;	Обучающийся слабо умеет использовать основные методы анализа и моделирование электрических цепей;	Обучающийся умеет использовать основные методы анализа и моделирование электрических цепей с незначительными затруднениями	Обучающийся умеет использовать основные методы анализа и моделирование электрических цепей;
Б1.Б.15 3-Н.1	Обучающийся не владеет навыками анализа и моделирование электрических цепей;	Обучающийся слабо владеет навыками анализа и моделирование электрических цепей;	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками анализа и моделирования электрических цепей;	Обучающийся свободно владеет навыками анализа и моделирование электрических цепей;

3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

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://192.168.0.1:8080/localdocs/avtom/8.pdf>.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования 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

Устный 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...) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

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

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none">- студент полно усвоил учебный материал;- показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией;- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;- демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности;- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Оценка 4 (хорошо)	ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов; - выявлена недостаточная сформированность знаний.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

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. 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.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать законы, явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность решать инженерные задачи.
Оценка 4 (хорошо)	- изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - 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.

Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала неполно, непоследовательно, - неточности в определении понятий, в применении знаний для описания законов, явлений и процессов, решения конкретных инженерных задач, проведения и оценивания результатов измерений, - затруднения в обосновании своих суждений; - обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - 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; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

4.1.3. Контрольная работа

Контрольная работа (КР) является продуктом, получаемым в результате самостоятельного планирования и выполнения учебных задач. Контрольная работа позволяет оценить знания и умения студентов, а также уровень сформированности навыков при работе с учебной литературой и другими источниками. Оценка объявляется студенту непосредственно после проверки контрольной работы.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	Содержание КР полностью соответствует заданию. КР содержит логичное, последовательное изложение материала с правильным решением задач.
Оценка 4 (хорошо)	Содержание КР полностью соответствует заданию. КР содержит логичное, последовательное изложение материала с правильным решением задач. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании единиц изменения, в построенных графиках, схемах и т.д
Оценка 3 (удовлетворительно)	Содержание КР частично не соответствует заданию. Просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные теоретические положения, использованные при решении задач. Имеются ошибки в использовании единиц изменения, в полученных результатах, в построенных графиках, схемах и т.д
Оценка 2 (неудовлетворительно)	Содержание КР частично не соответствует заданию. Просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные теоретические положения, использованные при решении задач. Имеются существенные ошибки в использовании единиц изменения, в полученных результатах, в построенных графиках, схемах и т.д

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

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 или декана факультета не допускается.

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

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в деканате 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 «зачтено», 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 «не зачтено».

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 (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность не принципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

Вопросов к зачёту

4 семестр

1. Основные понятия о трехфазных цепях. Способы соединений трехфазных цепей.
2. Симметричный режим работы трехфазной цепи. Мощности симметричной трехфазной цепи.
3. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей, соединенных звездой и треугольником. Мощности несимметричной трехфазной цепи.
4. Измерение мощности трехфазных цепях. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя.
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 магнитными и электрическими цепями.
23. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.
24. Особенности цепей с распределенными параметрами.
25. Уравнения однородной линии. Параметры и характеристики линии.
26. Опытное определение параметров и характеристик линии. Согласованная нагрузка линии.
27. Линия без искажений. Основные закономерности.
28. Линия без потерь. Основные закономерности.

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 или декана факультета 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 деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат 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 и задача.

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 (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи.
Оценка 4 (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 (удовлетворительно)	знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене и в решении задачи.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы и в решении задачи.

Вопросы к экзамену

5 семестр

1. Основные величины, характеризующие электрическую цепь. Закон Ома. Элементы и схемы замещения электрической цепи.
2. Источники ЭДС и источник тока. Электрическая энергия и мощность КПД источника энергии.
3. Законы Кирхгофа. Применение законов Кирхгофа для расчета цепи постоянного тока.
4. Преобразование линейных электрических схем при последовательном, параллельном и смешанном соединении резисторов.
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.

22.Четырехполюсники. Уравнения четырехполюсников. Экспериментальное определение его параметров. Эквивалентные схемы четырехполюсников.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номера листов			Основание для внесения изменений	Подпись	Расшифровка подписи	Дата внесения изменения
	замененных	новых	аннулированных				