

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Рег. № Б-26 - АТД



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

П.Б. Акмаров

03 30 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Теоретические основы электротехники

Направление подготовки - «Агроинженерия»

Профиль подготовки – «Автоматизация технологических процессов»

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

Ижевск 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	7
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	24
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	25
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	51
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	54
9. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочное отделение)	56
ПРИЛОЖЕНИЕ (ФОС).....	66

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Курс «Теоретические основы электротехники» занимает базовое место среди общетехнических дисциплин, определяющих теоретический уровень профессиональной подготовки бакалавров по этому профилю. Курс должен обеспечить фундамент для получения профессиональной электротехнической составляющей квалификации будущего специалиста.

Основная задача курса состоит в изучении одной из форм материи - электромагнитного поля и его проявлений в различных устройствах техники: современных методов расчёта, анализа и синтеза, моделирования электрических цепей, электрических и магнитных полей.

Изучив дисциплину, студент должен:

1. Знать основные закономерности, определяющие протекание электромагнитных процессов в электрических и магнитных цепях и полях.
2. Уметь применять теоретические знания при расчетах электрических и магнитных цепей постоянного и переменного тока и электромагнитных полей.
3. Владеть методами моделирования и расчета и исследования электрических схем, анализа полученных экспериментальных данных и формулирования соответствующих выводов.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата, включает:

- эффективное использование и сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства;

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного и бытового назначения;
- энергосберегающие технологии и системы электро-, тепло-, водоснабжения сельскохозяйственных потребителей.

2.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Учебная дисциплина «Теоретические основы электротехники» является обязательной дисциплиной и включена в вариативную часть цикла Б1.В.06

Учебный процесс по курсу состоит из лекционной части, лабораторного практикума, практических занятий и выполнения расчётно-графических работ. Больше половины запланированных учебных часов отводится на самостоятельную работу студентов.

Для изучения дисциплины «Теоретические основы электротехники» необходимы следующие знания, умения и навыки.

Высшая математика: решения систем линейных уравнения, дифференциальное и интегральное исчисления, комплексные числа, решение дифференциальных уравнений, гиперболические функции, векторная алгебра, теория поля. Физика: электростатика, постоянный ток, электромагнетизм, электромагнитные колебания и волны.

Умение выбирать методы и способы решения электротехнических задач, делать анализ результатов и соответствующие выводы.

Таблица 2.1 – Содержательно – логические связи курса ТОЭ

Содержательно – логические связи		
Коды дисциплины	Названия учебных дисциплин	
	на которые опирается содержание данной дисциплины	которые используют содержание данной дисциплины
Б1.В.06	Математика Физика	Электроника Электрические машины Электротехнология Электропривод Электроснабжение Подготовка к сдаче государственного экзамена Государственный экзамен

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

1.1 Перечень общекультурных (ОК) и общепрофессиональных (ОПК) компетенций

Но- мер/ин- декс ком- петен- ции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучаю- щийся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-4	способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена	Основные законы электротехники и типовые методы анализа электромагнитных явлений	Описывать электромагнитные явления с помощью уравнений по законам электротехники	Владеть методами моделирования и расчета и исследования электрических схем, анализа полученных экспериментальных данных и формулирования соответствующих выводов.
ПК-1	готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	методы анализа электромагнитного поля и законов электротехники для определения параметров электроустановок, виды научно-технической информации, методы проработки и анализа научно-технической информации	вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой	навыками исследовательской работы методами экспериментальных исследований, основными методами творческого поиска.

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции рас-

тениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольноизмерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- Основные законы электротехники и типовые методы анализа электромагнитных явлений

- .

Уметь:

- Описывать электромагнитные явления с помощью уравнений по законам электротехники

Владеть:

Владеть методами моделирования и расчета и исследования электрических схем, систем электроснабжения, анализа полученных экспериментальных данных и формулирования соответствующих выводов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

4.1 Общая трудоемкость дисциплины

Семестр	Всего часов	Аудиторные	Самост. работа	Лекции	Лабор. работы	Практич. занятия	Контроль	ЗЕТ
3	144	88	56	30	30	28	зачет	4
4	216	100	89	34	36	30	Экзамен 27	6
Всего	360	188	145	64	66	58		10
Интерактивные часы				18	12	4		

4.2 Структура дисциплины

№ п/п	се м е ст р	Недели се- м е ст ра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы,						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра) ; промежуточной аттестации (по семе-
				всего	лекция	практиче-ские лаб. занятия	контроль	СРС		
1	3		Модуль 1 Электрические линейные цепи пост, тока	32	10	10	-		12	
	3	1	Основные понятия и законы электротехники. Эквив. схемы замещения реальных электроустановок	6	2	2			2	Устный и письменный опрос Коллоквиум №1
	3	1	Расчёт простейших цепей	6	2	2			2	Устный и письменный опрос Кл.1
	3	2	Метод контурных токов, метод наложения	7	2	2			3	Устный и письменный опрос Кл.2
	3	3	Метод узловых потенциалов	6	2	2			2	Устный и письменный опрос Кл.2
	3	4	Двухполюсники, метод эквивалентного генератора	7	2	2			3	Устный и письменный опрос Кл.2; Кл.3
2	3		Модуль 2 Однофазные электрические цепи синусоидального тока	76	14	14	16		32	
	3	5	Основные понятия и оценки электрических явлений в цепях пе-	6	2	2			2	Устный и письменный опрос Кл.3;

	3	6	Анализ электрических явлений в цепях с R,L,C. Волновые и векторные диаграммы	7	2	2		3	Устный и письменный опрос Кл.4; Лабор. работы
	3	7	Символический метод расчёта. Топографическая диаграмма.	14	2	2	4	6	Устный и письменный опрос Кл.4; Лабор. работа 1
	3	8	Резонансные явления	13	2	2	4	5	Устный и письменный опрос Кл.4; Лабор. работы №2
	3	9	Цепи с взаимной индукцией	13	2	2	4	5	Кл.4; Лабор. работа №3
	3	10	Четырёхполюсники	14	2	2	4	6	Кл.4; Лабор. работа №4
	3	11	Круговые диаграммы	9	2	2		5	Кл.4; Лабор. Работа №4
3	3		Модуль 3 Магнитные и нелинейные цепи	36	6	4	14	18	
	3	12	Нелинейные электрические цепи постоянного тока	12	2	2	4	4	Кл.5; Лабор. работа №5
	3	13	Магнитные цепи постоянного тока	12	2	2	4	4	Кл.5.Лабор работа 6
	3	14	Нелинейные цепи переменного тока	12	2		6	4	Устный и письменный опрос ЛР №13
			Итого 3 семестр	144	30	28	30	56	Зачет
4	4		Модуль 4 Трёхфазные цепи	76	10	10	16	40	
	4	1	Основные понятия, определения и описания. Получение трехфазного тока	5	2			3	Устный и письменный опрос Кл. 1
	4	2	Расчёт цепей при соединении элементов цепи в звезду	19	2	3	4	10	Устный и письменный опрос Кл.1,2; Лабор. работа №7
	4	3	Расчёт цепей при соединении элементов в треугольник	19	2	3	4	10	Устный и письменный опрос Кл.2; Лабор. работа №8

	4	5	Метод симметричных составляющих	17	2	2	4		9	Кл.3,4; Лабор. работа №9
	4	4	Расчёт сложных цепей	16	2	2	4		8	Кл.4; Лабор. работа №12
	4		Модуль 5 Линейные электрические цепи с источниками несинусоидального напряжения	29	4	4	8		13	Устный и письменный опрос Кл.5; Лабор. работа №10
	4	6	Однофазные линейные электрические цепи с несинусоидальными токами	12	2	2	4		7	Устный и письменный опрос Кл.5; Лабор. работа №10
	4	7	Трёхфазные цепи с высшими гармониками	12	2	2	4		6	Устный и письменный опрос Кл.6; Лабор. работа №11
	4		Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами	12	4	2			6	
	4	8	Основные понятия, определения и описание схемы и параметров	4	2				3	Устный и письменный опрос Кл. 8
	4	9	Режимы работы линий	6	2	2			3	Устный и письменный опрос
	4		Модуль 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях	46	10	10	8		18	
	4	10	Основные понятия, определения, законы	4	2				2	Устный и письменный опрос Кл. 1-1;
	4	11	Классический метод расчёта цепей с источником постоянного тока	17	2	4	4		7	Устный и письменный опрос Кл. 1-1; 2-2; Лаб. работа №17
	4	12	Классический метод расчёта цепей с источником синусоидального тока	15	2	4	4		5	Устный и письменный опрос Кл. 1-1; 2-2; Лаб. работа №17
	4	13,14	Операторный метод расчёта переходных процессов	10	4	2			4	Устный и письменный опрос Кл. 1-1; 2-2;

	4		Модуль 8 Теория поля	26	6	4	4		12	
	4	15	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме	3	1				2	Устный и письменный опрос Кл.3
	4	15,1 6	Электростатическое поле	13	2	2	4		5	Устный и письменный опрос Кл.4; Лабор. раб. №21
	4	16,1 7	Электрическое и магнитное поле постоянного тока	7	2	2			3	Устный и письменный опрос Кл. 4;
	4	17	Электромагнитное поле переменного тока	3	1				2	Устный и письменный опрос Кл.3
			Промежуточный контроль	27				27		Экзамен
			Итого за 4 семестр	216	34	30	36	27	89	
			Всего	360	64	58	66	27	145	

4.3 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов	Общее количество компетенций	
		ОПК-4 ПК-1	
Модуль 1 Электрические линейные цепи постоянного тока	32		
Основные понятия и законы электротехники. Эквив. схемы замещения реальных электроустановок	6	ОПК-4 ПК-1	2
Расчёт простейших цепей	6	ОПК-4 ПК-1	2
Метод контурных токов, метод наложения	7	ОПК-4 ПК-1	2
Метод узловых потенциалов	6	ОПК-4 ПК-1	2
Двухполюсники, метод эквивалентного генератора	7	ОПК-4 ПК-1	2

Модуль 2, Однофазные электрические цепи синусоидального тока	76		
Основные понятия и оценки электрических явлений в цепях переменного тока	6	ОПК-4 ПК-1	2
Анализ электрических явлений в цепях с R,L,C. Волновые и векторные диаграммы	7	ОПК-4 ПК-1	2
Символический метод расчёта. Топографическая диаграмма.	14	ОПК-4 ПК-1	2
Резонансные явления	13	ОПК-4 ПК-1	2
Цепи с взаимной индукцией	13	ОПК-4 ПК-1	2
Четырёхполюсники	14	ОПК-4 ПК-1	2
Круговые диаграммы	9	ОПК-4 ПК-1	2
Модуль 3 Магнитные и нелинейные цепи	36		
Нелинейные электрические цепи постоянного тока	12	ОПК-4 ПК-1	2
Магнитные цепи постоянного тока	12	ОПК-4 ПК-1	2
Нелинейные цепи переменного тока	12	ОПК-4 ПК-1	2
Модуль 4 Трёхфазные цепи	76		
Основные понятия, определения и описания. Схемы соединения источников в звезду и треугольник	5	ОПК-4 ПК-1	2
Расчёт цепей при соединении элементов цепи в звезду	19	ОПК-4 ПК-1	2
Расчёт цепей при соединении элементов в треугольник	19	ОПК-4 ПК-1	2
Метод симметричных составляющих	17	ОПК-4 ПК-1	2
Расчёт сложных цепей	16	ОПК-4 ПК-1	2
Модуль 5 Линейные электрические цепи с источниками несинусоидального напряжения	29		
Однофазные линейные электрические цепи с несинусоидальными токами	15	ОПК-4 ПК-1	2
Трёхфазные цепи с высшими гармониками	14	ОПК-4 ПК-1	2

Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами	12		
Основные понятия, определения и описание схемы и параметров	5	ОПК-4 ПК-1	2
Режимы работы линий	7	ОПК-4 ПК-1	2
Модуль 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях	46		
Основные понятия, определения, законы	4	ОПК-4 ПК-1	2
Классический метод расчёта цепей с источником постоянного тока	17	ОПК-4 ПК-1	2
Классический метод расчёта цепей с источником синусоидального тока.	15	ОПК-4 ПК-1	2
Операторный метод расчёта переходных процессов	10	ОПК-4 ПК-1	2
Модуль 8 Теория поля	26		
Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме	3	ОПК-4 ПК-1	2
Электростатическое поле	13	ОПК-4 ПК-1	2
Электрическое и магнитное поле постоянного тока	7	ОПК-4 ПК-1	2
Электромагнитное поле переменного тока	3	ОПК-4 ПК-1	2
Экзамен		ОПК-4 ПК-1	2

4.4 Содержание разделов дисциплин

№	Название раздела	Содержание раздела	
Модуль 1 Электрические линейные цепи постоянного тока			32
1	Основные понятия и законы электротехники. Эквив. схемы замещения реальных электроустановок	Основные понятия, законы электрических явлений: Электрическая цепь, ее элементы, ЭДС, ток, напряжение. Эквивалентная схемы замещения (модели) реальных электроустановок, понятия активного, емкостного и индуктивного элементов цепи. Схемы замещения реальных источников энергии: источники напряжения, тока, их свойства, характеристики. Пересчет параметров схем замещения источников при переходе от одной схемы к другой.	6

2	Расчёт простейших цепей	Простейшая линейная цепь постоянного тока. Закон Ома для участка цепи с ЭДС. Цель и задачи расчета электрических цепей. Методы расчета разветвленной простейшей цепи. Методы преобразования треугольника в эквивалентную звезду и наоборот. Закон Джоуля-Ленца. Баланс мощностей.	6
3	Метод контурных токов, метод наложения	Основные топологические элементы разветвленных цепей. Применение законов Кирхгофа для расчета сложных разветвленных цепей. Потенциальная диаграмма. Система линейных алгебраических уравнений - математическая модель линейных электрических цепей постоянного тока. Метод контурных токов: вывод системы обобщенных уравнений, последовательность расчета. Принцип наложения и его применение для расчета электрических цепей.	7
4	Метод узловых потенциалов	Метод узловых потенциалов: вывод системы обобщенных уравнений, последовательность расчета. Метод двух узлов.	6
5	Двухполюсники, метод эквивалентного генератора	Двухполюсники. Входные и взаимные проводимости. Теорема о линейных соотношениях в электрических цепях. Теорема компенсации и теорема взаимности. Обоснование метода эквивалентного генератора; последовательность расчета. Условия передачи максимальной мощности от активного двухполюсника в нагрузку.	7
Модуль 2 Однофазные электрические цепи синусоидального тока			76
6	Основные понятия и оценки электрических явлений в цепях	Принцип генерирования и основные понятия переменного синусоидального тока. Элементы схемы замещения реальной цепи переменного тока. Волновые диаграммы. Действующие и средние значения электрических величин.	6
7	Анализ электрических явлений в цепях с R,L,C. Волновые и векторные диаграммы	Процессы в цепях синусоидального тока с одиночными элементами R, L, C. Токи, напряжения, мощности. Изображение синусоидальных величин с помощью вращающихся векторов, векторные диаграммы. Процессы в цепях переменного тока с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов	7
8	Символический метод расчёта. Топографическая диаграмма.	Символический метод расчета цепей переменного тока. Изображение электрических величин в комплексной форме. Сопротивления, проводимости. Расчет разветвленной цепи переменного тока в комплексной форме. Топографические диаграммы. Комплексная мощность. Активная, реактивная и полная мощности. Коэффициент мощности. Баланс мощности. Измерение активной мощности.	14

9	Резонансные явления	Эквивалентные схемы пассивного двухполюсника, экспериментальное определение его параметров, расчеты при переходе от последовательной схемы к параллельной и обратно. Резонанс напряжений, токов.	13
10	Цепи с взаимной индукцией	Цепи с взаимной индукцией. Основные понятия, определения. Одноименные зажимы. Расчет цепей с взаимной индукцией. Развязка таких цепей. Топографическая диаграмма. Трансформатор без ферромагнитного сердечника; уравнения, схемы замещения, топографическая диаграмма.	13
11	Четырехполюсники	Четырехполюсники, их уравнения, коэффициенты. Опытное и расчетное определение коэффициентов четырехполюсника. Эквивалентные схемы замещения. Метод четырехполюсника как метод моделирования электроустановок.	14
12	Круговые диаграммы	Линейные и круговые диаграммы неразветвленных и разветвленных цепей переменного тока.	9
Модуль 3 Магнитные нелинейные цепи			36
13	Нелинейные электрические цепи постоянного тока	Понятия, определения нелинейных элементов нелинейных цепей. Вольтамперные характеристики, статические и дифференциальные сопротивления. Графический метод расчета простейших разветвленных нелинейных цепей. ВАХ активных нелинейных двухполюсников. Замена нелинейного элемента эквивалентной схемой с линейным элементом и источником ЭДС. Графический метод расчета сложных нелинейных цепей	12
14	Магнитные цепи постоянного тока	Понятия, определения, основные величины, характеризующие магнитное поле постоянного тока. Характеристики магнитных материалов, законы магнитных явлений в магнитных цепях. Расчет неразветвленных магнитных цепей: прямая, обратная задачи. Расчет разветвленных сложных магнитных цепей. Расчет магнитных цепей с постоянными магнитами.	12

15	Нелинейные цепи переменного тока	<p>Общие сведения о нелинейных цепях переменного тока, свойства и характеристики инерционных и безинерционных нелинейных элементов. Цепи с катушкой на ферромагнитном сердечнике как источники не синусоидальности напряжений и токов. Метод эквивалентных синусоид, учет потерь в стали в цепях с катушкой на ферромагнитном сердечнике.</p> <p>Схема замещения, уравнение и векторная диаграмма катушки на ферромагнитном сердечнике. Явление феррорезонанса напряжений и токов. Основные понятия, графический анализ, свойства, особенности. Схема и принцип действия простейшего стабилизатора напряжения.</p>	12
Модуль 4 Трёхфазные цепи			76
16	Основные понятия, определения и описания	Генератор трехфазной ЭДС, основные понятия, определения. Волновые, векторные диаграммы. Представление ЭДС и других электрических величин трехфазной системы в комплексной форме.	5
17	Расчёт цепей при соединении элементов цепи в звезду	Схема соединения источников и приемников трехфазной цепи в звезду, их свойства. Метод двух узлов для расчета трехфазных цепей при соединении источника и приемника звездой. Построение векторной и топографической диаграмм. Активная, реактивная и полная мощности	19
18	Расчёт цепей при соединении элементов в треугольник	Расчет трехфазных цепей при соединении источника и приемника в треугольник и при отсутствии сопротивлений в линейных проводах. Построение векторной и топографической диаграмм. Активная, реактивная и полная мощности.	19
19	Расчёт сложных цепей	Расчет трехфазных цепей при соединении источника и приемника треугольником и при наличии сопротивлений в линейных проводах. Пульсирующее магнитное поле однофазной катушки. Получение вращающегося магнитного поля с помощью трехфазной системы токов. Принципы действия асинхронного двигателя.	17
20	Метод симметричных составляющих	Метод симметричных составляющих. Разложение несимметричной системы электрических величин на симметричные системы прямой, обратной и нулевой последовательности. Применение этого метода для расчета трехфазных цепей.	16

Модуль 5			29
Линейные электрические цепи с источниками несинусоидального напряжения			
21	Однофазные линейные электрические цепи с несинусоидальными токами	Разложение периодических функций в тригонометрический ряд Фурье. Максимальное, действующее и среднее значения несинусоидальных токов и напряжений. Коэффициент формы, амплитуды и искажения. Расчет линейных цепей при несинусоидальных напряжениях и токах. Мощности в цепи периодического несинусоидального тока, коэффициент мощности линейных цепей с несинусоидальными напряжениями и токами	15
22	Трёхфазные цепи с высшими гармониками	Расчет симметричных трехфазных цепей с несинусоидальными напряжениями и токами. Особенности поведения высших гармоник в трёхфазных цепях.	14
Модуль 6 Электрические цепи с распределёнными параметрами			12
23	Основные понятия, определения и описание схемы и параметров	Понятия и определения цепей с распределёнными параметрами. Схемы замещения цепей, уравнения для мгновенных и синусоидальных электрических величин, первичные и вторичные параметры, формулы расчета комплексных напряжений и токов в любой точке линии при различных режимах.	5
24	Режимы работы линий	Режимы линии с потерями и без потерь. Линия без искажений. Линия как четырехполюсник.	7
Модуль 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях			46
25	Основные понятия, определения, законы	Причины возникновения переходных процессов. Законы коммутации.	4
26	Классический метод расчёта цепей с источником постоянного тока	Составление и решение дифференциальных уравнений. Принужденные и свободные составляющие. Постоянная времени. Графическое изображение результатов.	17
27	Классический метод расчёта цепей с источниками синусоидального напряжения	Составление и решение дифференциальных уравнений. Зависимость переходного процесса от начальной фазы включаемого напряжения	15
28	Операторный метод расчёта переходных процессов Применение компьютерных технологий для расчёта переходных процессов	Составление расчётной схемы цепи в операторной форме, нахождение изображения функции, переход к оригиналу. Метод переменных состояния, использование компьютерных технологий для расчётов	10

Модуль 8 Теория поля			26
29	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме	ЭМП как единство электрического и магнитного полей. Основные уравнения ЭМП в интегральной форме, их физический смысл. Переход от уравнений ЭМП в интегральной форме к дифференциальной. Теоремы Гаусса, Остроградского, Стокса. Понятия ротора, дивергенции. Полная система уравнений ЭМП в дифференциальной форме.	3
30	Электростатическое поле	<p>Электростатическое поле: система уравнений, понятия напряженности, потенциала, математическая связь между ними. Градиент потенциала поля. Уравнение Пуассона и Лапласа. Граничные условия между диэлектриком и проводником, между двумя диэлектриками.</p> <p>Методы расчета электростатических полей: с помощью теоремы Гаусса в интегральной форме, метод наложения. Математическое описание и графическое представление плоскопараллельного электростатического поля двух заряженных осей, двухпроводной линии.</p> <p>Метод зеркальных изображений. Свойства и па-</p>	13
31	Электрическое и магнитное поле постоянного тока	<p>Электрическое поле постоянного тока: система уравнений, свойства поля в диэлектрике, законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца поля в проводящей среде.</p> <p>Метод аналогии электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем. Методы расчета сопротивления изоляции коаксиального кабеля, шаровых и стержневых заземляющих электродов с использованием метода аналогии.</p>	7
32	Электромагнитное поле переменного тока	<p>Полная система уравнений ЭМП при синусоидальных электрических и магнитных величинах в символической форме.</p> <p>Теорема Умова-Пойтинга. Энергетические соотношения в ЭМП. Математическое описание передачи электроэнергии постоянного тока по коаксиальному кабелю.</p>	3

4.5 ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/	№ модуля	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	2	Изучение режимов неразветвленной цепи переменного тока	4
2	2	Изучение разветвленной цепи переменного тока.	4

3	2	Исследование цепи переменного тока с индуктивно-связанными элементами.	4
4	2	Изучение метода четырехполюсника при исследовании электроустановок.	4
5	3	Изучение нелинейных электрических цепей постоянного тока.	4
6	3	Исследование магнитной цепи постоянного тока	4
7	3	Исследование свойств катушки с ферромагнитным сердечником.	6
8	4	Исследование трехфазной цепи при соединении приемников в звезду.	4
9	4	Исследование трехфазной цепи при соединении приемника треугольником.	4
10	4	Изучение метода симметричных составляющих при анализе режимов асинхронного двигателя.	4
11	4	Исследование несимметричных режимов трехфазных цепей	4
12	5	Исследование линейных электрических цепей с источниками несинусоидальных ЭДС.	4
13	5	Высшие гармоники в симметричных трехфазных цепях.	4
14	3	Исследование феррорезонансных явлений.	4
15	7	Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях с элементами R, L, C с источниками постоянного тока.	4
16	8	Исследование электростатического поля двухпроводной линии	4

4.6 Практические занятия

№ п/п	№ модуля	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	1	Закон Ома для участка цепи с ЭДС. Определение разности потенциалов между двумя точками цепи. Применение и пересчет схем замещения источников энергии при расчете электрических цепей. Входное сопротивление цепи относительно заданных точек схемы.	2

2	1	Метод расчета простейшей цепи. Метод пропорциональных величин. Преобразование схемы треугольника в эквивалентную звезду и наоборот.	2
3	1	Метод контурных токов. Баланс мощности. Потенциальная диаграмма. Метод наложения.	2
4	1	Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов.	2
5	1	Метод эквивалентного генератора. Передача в нагрузку максимальной мощности от источника.	2
6	2	Цепи переменного тока, определение параметров синусоидальных электрических величин. Построение волновых диаграмм.	2
7	2	Расчет электрических цепей переменного тока классическим способом. Построение волновых диаграмм.	2
8	2	Символический метод расчета цепей переменного тока, построение векторных и топографических диаграмм.	2
9	2	Расчеты резонансных режимов в электрических цепях.	2
10	2	Расчет цепей с взаимной индукцией	2
11	2	Расчет четырехполюсников, расчет и построение круговых диаграмм.	4
12	3	Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока.	2
13	3	Расчет нелинейных магнитных цепей постоянного тока.	2
14	4	Расчет трехфазных цепей при соединении источника и приемника звездой	3
15	4	Расчет трехфазных цепей при соединении источника и приемника треугольником.	3
16	4	Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих	2
17	4	Расчет сложных цепей трехфазного тока	2
18	5	Расчет линейных однофазных цепей с источником несинусоидальной ЭДС.	2
19	5	Расчет симметричных трехфазных цепей с симметричным источником несинусоидальной ЭДС.	2
20	6	Расчет цепей с распределенными параметрами.	2
21	7	Расчет переходных процессов в электрических цепях с источниками постоянного тока классическим способом.	4
22	7	Расчет переходных процессов в электрических цепях с источниками переменного тока классическим способом.	4
23	7	Расчет переходных процессов в электрических цепях операторным методом.	2
24	8	Расчет электростатического поля.	2

25	8	Расчет электрического поля постоянного тока в проводящей среде.	2
----	---	---	---

4.7 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
Модуль 1				
Электрические линейные цепи постоянного тока				
1	Основные понятия и законы электротехники. Эквив. схемы замещения реальных электроустановок	2	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиума	Проверка задач коллоквиума
2	Расчёт простейших цепей	2	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиума
3	Метод контурных токов, метод наложения	3	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов.	Проверка задач коллоквиума
4	Метод узловых потенциалов	2	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиума
5	Двухполюсники, метод эквивалентного генератора	3	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов.	Проверка задач коллоквиума
Модуль 2				
Однофазные электрические цепи синусоидального тока				
6	Основные понятия и оценки электрических явлений в цепях	2	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиума
7	Анализ электрических явлений в цепях с R,L,C. Волновые и векторные диаграммы	3	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Выполнение РГР	Проверка задач коллоквиума и РГР.
8	Символический метод расчёта. Топографическая диаграмма.	6	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Выполнение РГР. Подготовка отчета к лабораторной работе.	Проверка задач коллоквиума и РГР. Отчет по лабораторной работе №1

9	Резонансные явления	5	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.Выполнение РГР.	Проверка задач коллоквиума и РГР. Отчет по лабораторной работе №2.
10	Цепи с взаимной индукцией	5	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума. Отчет по лабораторной работе №3
11	Четырёхполюсники	6	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума. Отчет по лабораторной работе №4
12	Круговые диаграммы	5	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.Выполнение РГР.	Проверка задач коллоквиума и РГР. Отчет по лабораторной работе №4
Модуль 3 Магнитные и нелинейные цепи				
13	Нелинейные электрические цепи постоянного тока	4	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума. Отчет по лабораторной работе №5
14	Магнитные цепи постоянного тока	4	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума. Отчет по лабораторной работе №6
15	Нелинейные цепи переменного тока	4	Работа с учебной литературой. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума. Отчет по лабораторной работам №13и №14
Модуль 4 Трёхфазные цепи				
16	Основные понятия, определения и описания	3	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиума.
17	Расчёт цепей при соединении элементов цепи в звезду	10	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. . Составление отчётов по лабораторным работам.Выполнение РГР.	Проверка задач коллоквиума и РГР. Отчет по лабораторной работе №7

18	Расчёт цепей при соединении элементов в треугольник	10	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.Выполнение РГР.	Проверка задач коллоквиума и РГР. Отчет по лабораторной работе №8
19	Метод симметричных составляющих	9	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.Выполнение РГР.	Проверка задач коллоквиума и РГР. Отчет по лабораторной работе №9.
20	Расчёт сложных цепей	8	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.Выполнение РГР	Проверка задач коллоквиума и РГР. Отчет по лабораторной работе №12
Модуль 5				
Нелинейные электрические цепи с источниками несинусоидального напряжения				
21	Однофазные линейные электрические цепи с несинусоидальными токами	7	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума. Отчет по лабораторной работе №10
22	Трёхфазные цепи с высшими гармониками	6	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума. Отчет по лабораторной работе №11
Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами				
23	Основные понятия, определения и описание схемы и параметров	3	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиума.
24	Режимы работы линий	3	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиума.
Модуль 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях				
25	Основные понятия, определения, законы	2	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиума.
26	Классический метод расчёта цепей с источником постоянного тока	7	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума. Отчет по лабораторной работе №17

27	Классический метод расчёта цепей с источником синусоидального тока.	5	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума.
28	Операторный метод расчёта переходных процессов. Применение компьютерных технологий для расчёта переходных процессов	4	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиума.
Модуль 8 Теория поля				
29	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме	2	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиумов
30	Электростатическое поле	5	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов. Составление отчётов по лабораторным работам.	Проверка задач коллоквиума. Отчет по лабораторной работе №21
31	Электрическое и магнитное поле постоянного тока	3	Работа с учебной литературой. Решение задач коллоквиумов	Проверка задач коллоквиумов и отчётов по лабораторным работам.
32	Электромагнитное поле переменного тока	2	Работа с учебной литературой.	
	Итого	145		

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) профиль «Электрооборудование и электротехнологии» используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (портал);
- компьютерное тестирование;
- программное обеспечение КОМПАС;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

5.1 Образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л ПР ЛР)	Используемые образовательные технологии	Количество часов
3,4	Л	Демонстрация различных режимов электрических явлений на экранах компьютерных виртуальных приборов	18
	ПР	Индивидуальная работа со студентами по изучению методов расчётов электрических цепей	4
	ЛР	Изучение и исследование электрических явлений на реальных электроустановках и компьютерных виртуальных приборах	12

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических процессов, установок, объектов и т.д.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, решение типовых задач, подготовку к зачету и экзамену.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ¹

6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Контроль знаний студентов по дисциплине «Теоретические основы электротехники» проводится в устной и (или) письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль (зачет в 3 семестре, экзамен в 4).

Методы контроля:

- тестовая форма контроля;
 - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
 - на практических занятиях - решение всех задач всех коллоквиумов, контроль ведётся у всех студентов на всех занятиях;
 - на лабораторных работах - выполнение всех запланированных работ, составление отчётов и получение зачетов по ним; выполнение РГР. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.
 - использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
 - поощрение индивидуальных и творческих заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и (или) письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация - зачет и экзамен.

Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства
					Форма
1.	3	ВК, ТАт	ОПК-4 ПК-1	Модуль 1 Электрические линейные цепи постоянного тока	Устный и письменный опрос, решение задач коллоквиума
2.	3	ТАт, ПРАТ	ОПК-4 ПК-1	Модуль 2, Однофазные электрические цепи синусоидального тока	Устный и письменный опрос, решение задач коллоквиума. Выполнение расчетно -графической работы, защита лабораторных работ
3.	3	ТАт, ПРАТ	ОПК-4 ПК-1	Модуль 3 Магнитные и нелинейные	Устный и письменный

¹ Полный фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

				цепи	опрос, решение задач коллквиума ,защита лабораторных работ,
4	3	ПРАТ	ОПК-4 ПК-1		зачет
5.	4	ТАт,	ОПК-4 ПК-1	Модуль 4 Трёхфазные цепи	Устный и письменный опрос, решение задач коллквиума.Выполнение расчетно -графической работы, защита лабораторных работ
6	4	ТАт,	ОПК-4 ПК-1	Модуль 5 Линейные электрические цепи с источниками несинусоидального напряжения	Устный и письменный опрос, решение задач коллквиума, защита лабораторных работ
7	4	ТАт,	ОПК-4 ПК-1	Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами	Устный и письменный опрос, решение задач коллквиума
8	4	ТАт,	ОПК-4 ПК-1	Модуль 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях	Устный и письменный опрос, решение задач коллквиума, защита лабораторных работ
9	4	ТАт,	ОПК-4 ПК-1	Модуль 8 Теория поля	Устный и письменный опрос, решение задач коллквиума, защита лабораторных работ
10	4	ПРАТ	ОПК-4 ПК-1		Экзамен

Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводится в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или груп-

пой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается зачет и экзамен.

Знания, умения, навыки и уровень сформированных компетенций обучающихся оцениваются на зачете по шкале «зачтено», «незачтено».

Отметка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если он выполнил требования программы практики; форма и содержание отчета соответствует требованиям; индивидуальное задание имеет полное освещение в отчете; исчерпывающе и логически стройно его излагает; продемонстрировал уверенное владение материалом; справляется с вопросами и другими видами применения знаний; не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов; обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«незачтено»** выставляется обучающемуся, который не выполнил требования программы практики в полном объеме, форма и содержание отчета не соответствует заданию, низкое качество оформления отчетной документации, не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки при изложении индивидуального задания.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

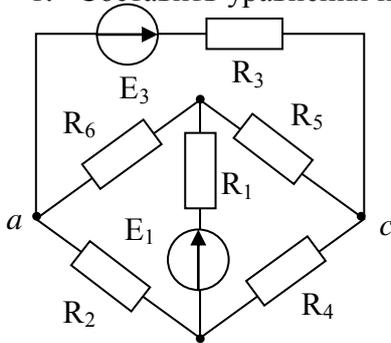
Примеры оценочных средств

а) для входного контроля (ВК):

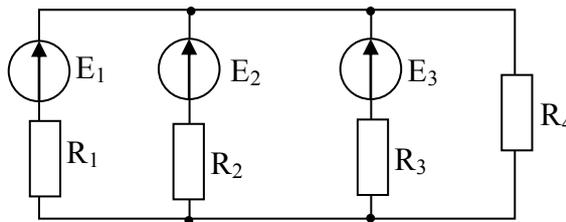
б) для текущей успеваемости (ТАм):

Модуль 1 Электрические линейные цепи постоянного тока

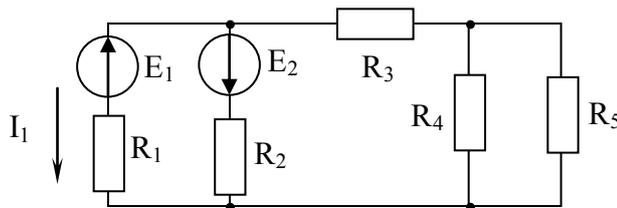
1. Составить уравнения по методу контурных токов для данной схемы. Написать формулы для расчета коэффициентов уравнений.



2. Определить напряжение U_{ab} методом двух узлов, если $E_1 = 100$ В, $E_2 = 130$ В, $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 5$ Ом, $R_4 = 10$ Ом. Определить токи.



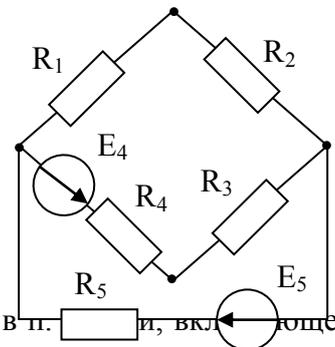
3. Определить ток I_1 методом эквивалентного генератора, если $E_1 = 200$ В, $E_2 = 300$ В, $R_1 = 2,5$ Ом, $R_2 = 15$ Ом, $R_3 = 5$ Ом, $R_4 = R_5 = 20$ Ом



4. Рассчитать методом наложения токи в заданной цепи, если

$$E_4 = E_5 = 20 \text{ В}, R_1 = R_2 = 8 \text{ Ом},$$

$$R_4 = R_5 = R_3 = 6 \text{ Ом}.$$



5. Построить потенциальную диаграмму для контура заданной в п. 4 цепи, включив в контур оба ЭДС.

Модуль 2 Однофазные электрические цепи синусоидального тока

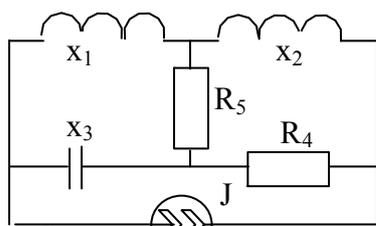
1. Как определить активное и индуктивное сопротивление катушки с помощью топографической диаграммы цепи, построенной по опытным данным.

2. Определить, каким должно быть напряжение на входе цепи рис.2, чтобы при $X_C=0$ ток в цепи остался тем же самым, что и в опыте.
3. В чем отличие построенных по опытным данным кривых I , U_L , U_C , $\varphi(C)$ и резонансных характеристик I , U_L , U_C , $\varphi(\omega)$.
4. Что такое характеристическое сопротивление и добротность исследуемой цепи? Как их определить, чему они равны?
5. По каким признакам, показаниям приборов определили в опыте наступление момента резонанса напряжений?

6. Доказать, что $\frac{I}{I_{рез}} = \cos \varphi$, если $U_{вх} = \text{const}$.

7. Почему в момент резонанса на графике опытных кривых напряжение на катушке больше, чем на емкости?
8. Чем объяснить, что при проведении опытов в данной лабораторной работе сумма действующих значений токов в параллельно включенных ветвях не равна току в неразветвленной части цепи? Выполняется ли в этом случае 1-й закон Кирхгофа?
9. Как построить на одном графике семейство векторных диаграмм токов исследуемой цепи, отражающих измеряемые в опыте режимы?
10. На общем графике векторных диаграмм токов показать для каждого режима векторы токов реальной катушки, конденсатора и всей цепи.
11. Почему для всех режимов исследуемой цепи активная составляющая общего тока и активная мощность остаются неизменными?
12. Дать определение коэффициента мощности и $\cos \varphi$. В чем их сходство и различие? От каких факторов зависит их величина?
13. Рассчитать величину емкости конденсаторов для включения в цепь с одной реальной катушкой с целью повышения коэффициента мощности до 0,9.
14. Куда и как должна включаться батарея конденсаторов для повышения коэффициента мощности реальной установки, подключенной к сети через линию передач?
15. Улучшению каких показателей работы электроустановки способствует повышение ее коэффициента мощности?
16. Объяснить построение векторной и топографической диаграмм по опытным данным разветвленной цепи с заданными параметрами?
17. Что такое емкостный эффект в индуктивно связанных катушках? При каких условиях он возможен?
18. Каков принцип определения одноименных зажимов двух индуктивно связанных катушек по показаниям вольтметров схемы 1.
19. Каковы принципы определения взаимной индуктивности катушек по методам, применяемым в данной лабораторной работе?
20. Как строится топографическая диаграмма трансформатора в режиме емкостной нагрузки? Чем этот метод отличается от других?
21. Как оценить в данной лабораторной работе правильность определения величины взаимной индуктивности?
22. Построить топографическую диаграмму трансформатора для режима короткого замыкания вторичной цепи при нормальном значении тока.
23. Построить векторную диаграмму для исследуемой цепи УИРС. Определить мощность, передаваемую от одной обмотки к другой через магнитное поле.
24. По каким исходным данным была построена круговая диаграмма по результатам опытов?
25. Какие параметры будет иметь П-образная эквивалентная схема замещения четырехполюсника исследуемой установки?

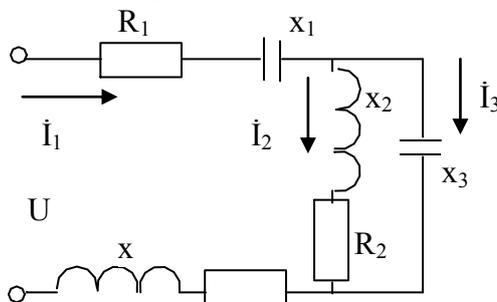
26. Какие параметры будет иметь T-образная эквивалентная схема замещения четырехполюсника исследуемой установки?
27. Как определены масштабы величин Z , I_2 , U_2 , P_2 построенной круговой диаграммы?
28. Как определить значения входных и выходных электрических величин по круговой диаграмме?
29. Как определить методом наложения по данным опыта и коэффициентам четырехполюсника нагрузочной режим исследуемой установки?
30. Сделать сравнение результатов опыта, методов наложения, круговой диаграммы п.1 табл.1. Найти причины расхождения и устранить их.
31. Определить методом эквивалентного генератора ток в ветви с R_4 , если $R_4 = 10 \text{ Ом}$, $x_1 = x_2 = 5 \text{ Ом}$,



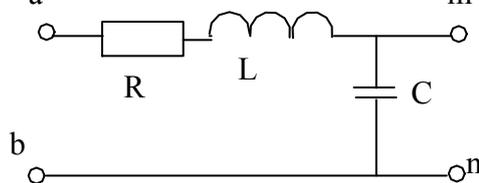
$$= x_2 = 5 \text{ Ом},$$

$$R_5 = 2,5 \text{ Ом}, x_3 = 10 \text{ Ом}, J = 2\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ)$$

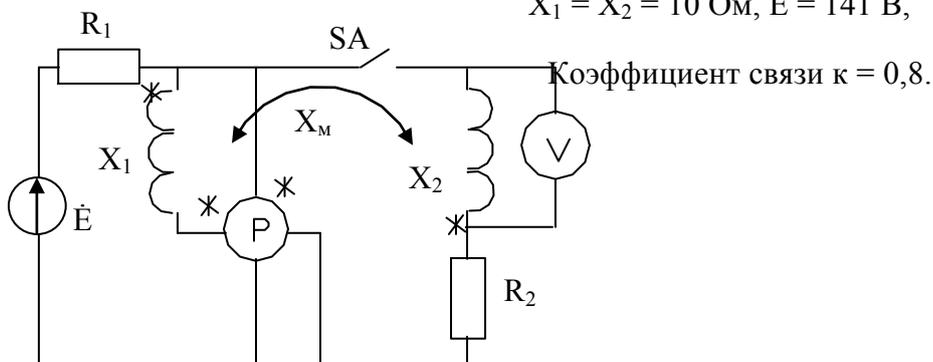
32. С помощью векторной и топографической диаграмм определить в заданной схеме токи \dot{I}_1 и \dot{I}_2 , напряжение U , если $\dot{I}_3 = 1 \text{ А}$, $R_1 = R_2 = R = 2 \text{ Ом}$, $X = X_1 = X_2 = X_3 = 2 \text{ Ом}$.



33. Определить параметры R и L , C , если при резонансной частоте $\omega_0 = 10^6 \text{ с}^{-1}$, напряжение на входе $U_{ab} = 10 \text{ В}$, на выходе $U_{mn} = 1000 \text{ В}$, а потребляемая мощность 1 Вт .



4. Определить показания приборов при разомкнутом ключе SA, если $R_1 = R_2 = 10 \text{ Ом}$, $X_1 = X_2 = 10 \text{ Ом}$, $E = 141 \text{ В}$,



5. Определить показания приборов заданной цепи при замкнутом ключе. Данные взять в предыдущей задаче.

Модуль 3 Магнитные и нелинейные цепи

1. Почему ВАХ лампы накаливания, полупроводникового вентиля нелинейны?
2. Показать методику расчета и построения зависимости сопротивления НЭ от тока в нем.
3. Объяснить методику расчета токов в НЭ разветвленной простейшей цепи.
4. Объяснить методику замены НЭ эквивалентной схемой, состоящей из источника ЭДС и линейного резистора.
5. Как изменится ВАХ нелинейного активного двухполюсника при изменении полярности его источника? Как изменится ВАХ нелинейного активного двухполюсника при изменении направления тока?
6. Доказать действие законов Кирхгофа в нелинейной разветвленной цепи по результатам опытов.
7. В чем сходства и различия расчетов линейных и нелинейных цепей постоянного тока.
 1. Почему снятие основной кривой намагничивания материала данной магнитной цепи производится только при согласном включении намагничивающих обмоток?
 2. Показать методику расчета разветвленной магнитной цепи постоянного тока.
 3. Как изменится расчет исследуемой магнитной цепи, если ток первой намагничивающей обмотки будет равен нулю?
 4. Как изменится расчет исследуемой магнитной цепи, если изменится направление тока в намагничивающей обмотке третьего стержня?
 5. Как проверялась правильность расчета исследуемой разветвленной цепи?

6. Объяснить, почему при питании катушки синусоидальным током магнитный поток в сердечнике и напряжение на катушке будет несинусоидальным ; так же при питании синусоидальным напряжением.

7. Почему активное сопротивление провода катушки и ее индуктивное сопротивление рассеяния определяется при разомкнутой магнитной цепи, т.е. при удалении сердечника или его части (ярма)?

8. Почему индуктивное сопротивление катушки значительно уменьшается при большом воздушном зазоре в магнитопроводе?

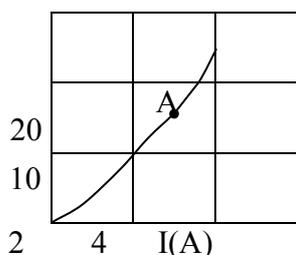
9 . Как определить напряжение на зажимах нелинейной индуктивности схемы замещения исследуемой катушки по данным опыта лабораторной работы ?

10. Как и почему изменится сдвиг фаз между током и напряжением на зажимах катушки, если ее сердечник, набранный из листовой стали сплошным из того же материала?

11 .Доказать как изменится мощность, потребляемая катушкой на ферромагнитном сердечнике, если увеличить частоту питающего синусоидального напряжения, сохранив его амплитуду. Активным сопротивлением обмотки пренебречь.

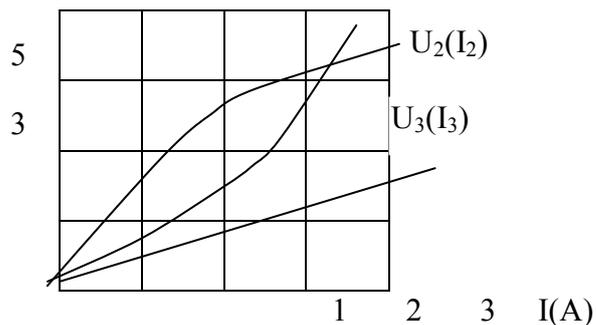
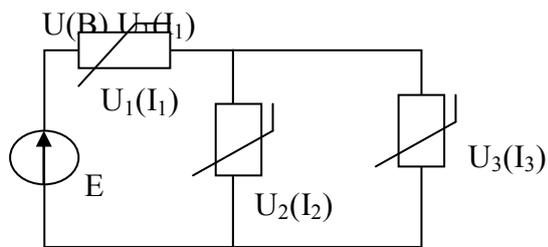
11. $U(B)$

Заменить НЭ в режиме точки А заданной

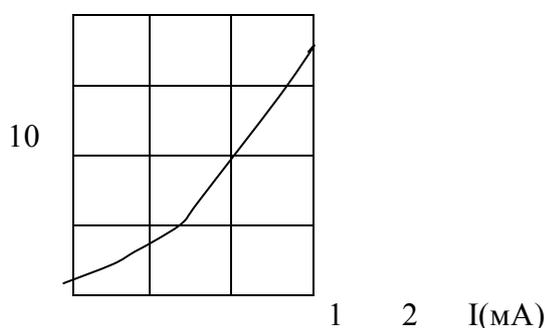
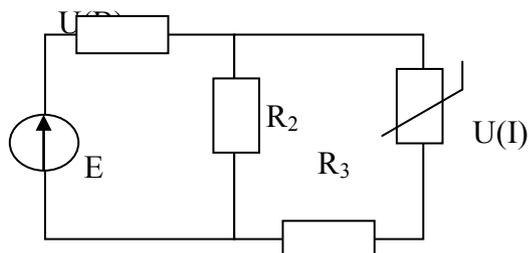


ВАХ эквивалентной схемой, состоящей из источников ЭДС и линейного элемента. Определить величины ЭДС и сопротивления. Составить схему, указать направления ЭДС.

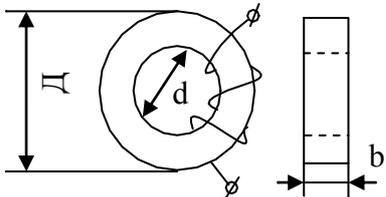
12. Определить значение ЭДС источника, при котором в резисторах третьей ветви будет ток $I_3 = 5$ А. ВАХ НЭ заданы.



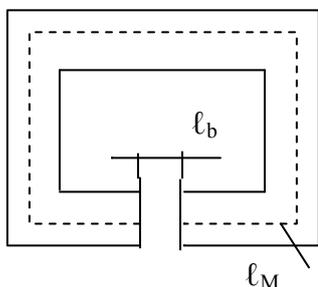
13. Пользуясь методом эквивалентного генератора, определить ток в НЭ, если $R_1 = R_2 = R_3 = 4 \text{ кОм}$, $E = 16 \text{ В}$.



14. Определить индуктивность катушки с числом витков $= 100$, если она намотана на кольцевой сердечник из электротехнической стали Э42 с внешним диаметром $D=28 \text{ мм}$, внутренним $d = 20 \text{ мм}$ и толщиной в 5 мм . Ток в обмотке $I=0,09 \text{ А}$.



15. Рассчитать магнитную индукцию в зазоре магнитной цепи с постоянным магнитом, если $l_M=16 \text{ см}$, $l_b=2 \text{ мм}$, $S_M=S_b=9 \text{ см}^2$.



B, Т	0	0,28	0,54	0,70	0,90
H, А/см	-190	-160	-120	-80	0

Модуль 4 Трехфазные цепи

1. Показать на топографической диаграмме и обосновать особенности изменения фазных напряжений приемника с активной нагрузкой, соединенного звездой без нулевого провода, при изменении сопротивления одной из фаз в соответствии с заданием.

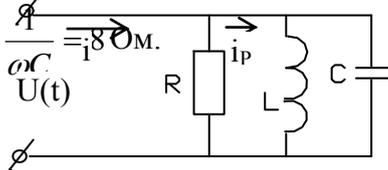
2. Показать на топографической диаграмме и обосновать характер изменения напряжения смещения нейтрали приемника с активной нагрузкой, соединенного звездой без нулевого провода, при изменении сопротивления одной из фаз в соответствии с заданием.
3. Обосновать и показать методику построения топографической диаграммы напряжений приемника с разнородной нагрузкой, соединенного звездой без нулевого провода, по опытным данным.
4. Каково совпадение результатов расчета и опыта режима приемника с разнородной нагрузкой, соединенного в звезду без нулевого провода.
5. Обосновать достоинства и недостатки схем соединения приемника с разнородной нагрузкой в звезду без нулевого провода и в звезду с нулевым проводом, по данным опыта.
6. В каких условиях будут работать однофазные потребители активной нагрузки, включенные в фазы трехфазной цепи, соединенной в звезду без нулевого провода, при замыкании накоротко одной из фаз?
7. Определить напряжение смещения нейтрали в приемнике с заданной разнородной нагрузкой, соединенном в звезду без нулевого провода, если произойдет обрыв фазы С?
8. Объясните назначение нулевого провода в трехфазных цепях
9. Обосновать методику построения топографических диаграмм напряжений и векторных диаграмм токов приемника, соединенного в треугольник, по опытным данным.
10. Как изменятся условия работы приемников, соединенных в треугольник, при обрыве одной из фаз?
11. Как изменятся условия работы приемников, соединенных в треугольник, при обрыве одной из линий?
12. Обосновать метод построения векторных диаграмм токов приемника, соединенного в треугольник, при разнородной нагрузке и с учетом реальных свойств катушки.
13. Каково количественное соотношение между фазными и линейными токами в трехфазной цепи, приемник которой с разнородной нагрузкой соединен в треугольник.
14. При каком включении элементов R , L , C в фазы приемника, соединенного треугольником, линейные токи будут меньше фазных?
15. При каком включении элементов R , L , C в фазы приемника, соединенного треугольником, линейные токи будут значительно больше фазных?
16. Чему равно сопротивление токам нулевой последовательности исследуемого электродвигателя? Обосновать теоретически.
17. Почему с увеличением нагрузки исследуемого электродвигателя коэффициенты асимметрии по напряжению увеличиваются.
18. Почему для трехфазного электродвигателя с вращающимся ротором сопротивление фазы токам прямой последовательности не равно сопротивлению фазы токам обратной последовательности, а при заторможенном роторе электродвигателя эти сопротивления равны?
19. Объяснить смысл и обосновать методику определения сопротивлений фазы токам прямой, обратной и нулевой последовательности.
20. Как влияет на работу трехфазного двигателя несимметричность трехфазной системы напряжения сети?
21. Как определить степень асимметрии системы напряжений трехфазного приемника, соединенного в звезду, используя результаты измерений фазных и линейных напряжений этого приемника?
22. Как зависит коэффициент асимметрии напряжений трехфазного приемника, подключенного к однофазной сети через ПЧФ, при изменении сопротивления активной нагрузки приемника?

23. Как построить топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов исследуемой электроустановки с ПЧФ по результатам измерения в опыте напряжений и токов.
24. Как изменится режим исследуемой трехфазной цепи со схемой симметрирования нагрузки, ее векторная диаграмма, если поменять порядок следования фаз источника?
25. Как правильно, по фазам, нужно включить индуктивность и емкость в схему симметрирования режима трехфазной цепи?
26. Как построить по результатам опытных данных топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов исследуемой электроустановки со схемой симметрирования нагрузки.
27. Сопротивление фазы А симметричного приемника равно $10e^{j30}$ Ом. Чему должны быть равны сопротивления фаз В и С?
28. Фазные напряжения трехфазной системы $U_A = 220e^{-j180^\circ}$ В, $U_B = 220$ В, $U_C = 200e^{j90^\circ}$ В. Определить и записать соответствующую систему линейных напряжений. Построить топографическую диаграмму фазных и линейных напряжений.
29. Рассчитать напряжение смещения нейтрали и напряжение фаз приемника, если $U_{BC} = 100e^{j120^\circ}$ симметричного источника, а $Z_A = 10$ Ом, $Z_B = 0$, $Z_C = 10$ Ом. Построить топографическую диаграмму.
30. Для предыдущей задачи рассчитать токи и построить векторную диаграмму токов.

Модуль 5 Линейные электрические цепи с источниками несинусоидального напряжения

1. Какие несинусоидальные кривые тока могут быть разложены в ряд Фурье ваттметровым методом?
2. Доказать, почему включение индуктивности в электрическую цепь с источником несинусоидального напряжения приводит к уменьшению несинусоидальности тока в цепи.
3. Доказать, почему включение емкости в электрическую цепь с источником несинусоидального напряжения приводит к увеличению несинусоидальности тока в ней.
4. Объяснить характер электромагнитных процессов, происходящих в ваттметре между токовой обмоткой с несинусоидальным током и обмоткой напряжения с синусоидальным напряжением, в результате чего ваттметр реагирует на значение активной мощности гармоник определенной частоты.
5. Объяснить последовательность и методы измерения и расчета данных для таблицы 2.
6. Объяснить последовательность и методы измерения и расчета опытных данных таблицы 3.
7. Оценить расхождение между расчетными и опытными данными определения амплитуд ряда Фурье для несинусоидального тока исследуемой цепи.
8. Объяснить причину отличия фазных несинусоидальных напряжений на нагрузке в режиме работы трехфазной цепи, соединенной в звезду с нулевым проводом, и без него.
9. Почему при несинусоидальном напряжении трехфазной системы источника, соединенного по схеме «звезда», отношение линейного напряжения к фазному меньше $\sqrt{3}$?
10. Почему между нулевыми точками симметричного источника и приемника, соединенного в звезду без нулевого провода, возникает напряжение, если напряжение источника несинусоидально?
11. Объяснить причину наличия тока в нулевом проводе при симметричном режиме трехфазной цепи и несинусоидальных фазных напряжениях источника.

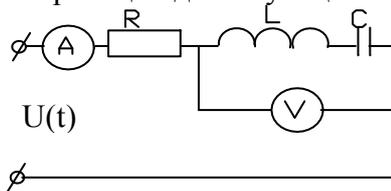
12. Почему линейный ток трехфазного источника соединенного в треугольник при несинусоидальности напряжения меньше, чем $\sqrt{3}I_\phi$.
13. Какими гармониками обусловлены действующие значения тока и напряжения вторичных обмоток трансформатора, соединенных в треугольник, при отсутствии нагрузки, при наличии нагрузки?
14. Из каких гармонических составляющих состоит периодическая несинусоидальная функция, симметричная относительно оси абсцисс? Записать в общем виде такой ряд.
15. Определить $U_C(t)$ и $i_p(t)$, если $i = 8\sqrt{2} \sin \omega t + \sqrt{2} \sin 2\omega t$, $R = 6 \text{ Ом}$, $\omega L = 3 \text{ Ом}$,



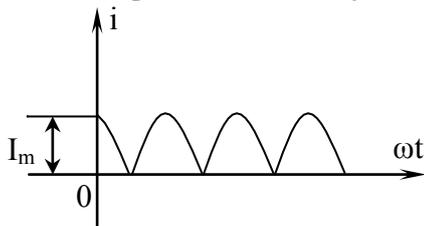
16. Определить показания приборов, измеряющих действующие значения, если $R = 6 \text{ Ом}$,

$$\omega L = 4 \text{ Ом}, \frac{1}{\omega C} = 12 \text{ Ом},$$

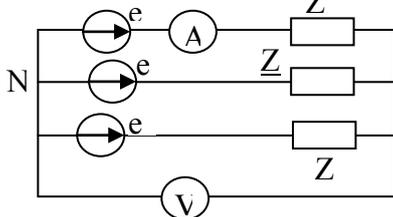
$$U(t) = 40 + 50\sqrt{2} \sin \omega t + 10\sqrt{2} \sin 3\omega t$$



17. Определить активную, реактивную, полную мощности двухполюсника, если $U(t) = 100 \sin(\omega t - 30^\circ) + 100 \sin(3\omega t + 15^\circ) \text{ В}$, $i(t) = 5 \sin(\omega t - 60^\circ) + 2 \sin(3\omega t + 30^\circ) \text{ А}$.
18. Найти коэффициент амплитуды данной кривой.

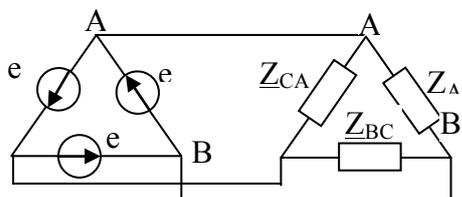


19. Построить топографические диаграммы для каждой гармонике несинусоидального фазного напряжения симметричной трехфазной цепи, если $i_B(t) = 100 \sin(\omega t + 30^\circ) + 50 \sin(3\omega t - 60^\circ) + 10 \sin 5\omega t \text{ В}$.
20. В каком соотношении будут находиться действующие значения линейного и фазного напряжения симметричного трехфазного источника, соединенного в звезду, если $i_\phi = 50\sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ) + 30\sqrt{3} \sin(3\omega t + 30^\circ) + 25 \sin(5\omega t - 45^\circ) \text{ В}$
21. Определить методом двух узлов показания приборов, если $e_A = 100 \sin \omega t + 40 \sin 3\omega t + 30 \sin 9\omega t$

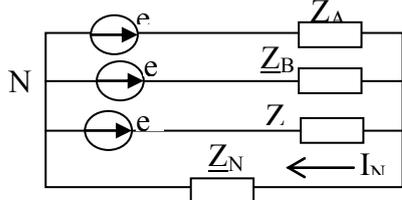


$$\underline{Z} = j5 \text{ А. ГейВ, атор симметричный.}$$

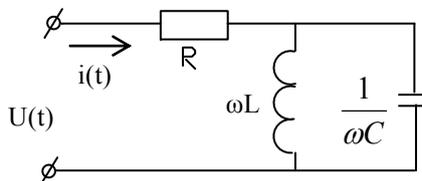
22. Определить действующее значение линейного тока \dot{I}_A , если $\underline{Z}_{AB} = \underline{Z}_{BC} = \underline{Z}_{CA} = 10 \text{ Ом}$, $e_B = 100 \sin(\omega t + 30^\circ) + 40 \sin(\omega t - 15^\circ) + 30 \sin(\omega t - 45^\circ)$



23. Определить ток в нулевом проводе и в фазе А, если $e_A = 100\sin\omega t + 30\sin 3\omega t$, $Z_A = Z_B = Z_C = j5$ Ом, $Z_N = 5$ Ом.



24. Определить мгновенное значение напряжения $u(t)$, если $i(t) = 10 + 10\sin\omega t + 10\sin 3\omega t$ В, $\omega L = 20$ Ом, $\frac{1}{\omega C} = 6$ Ом, $R = 4$ Ом.



Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами

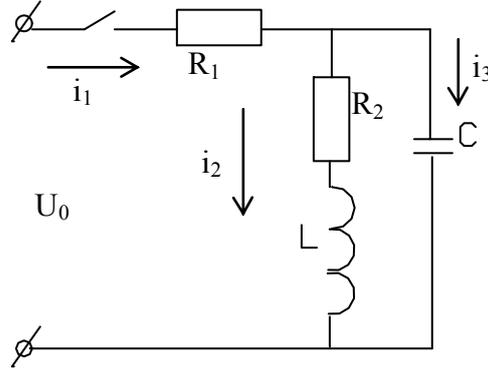
1. Начертить схему замещения цепи с распределёнными параметрами. Указать первичные параметры, их размерности.
2. Написать формулы расчета напряжения и тока в комплексной форме в любой точке линии, если известны напряжение и ток в конце линии.
3. Рассчитать волновое сопротивление линии, длиной 50 км, частотой сигнала 80 Гц, если входное сопротивление ее при опытах ХХ и КЗ равны: $Z_{вх.кз} = 4620e^{-j53}$ Ом, $Z_{вх.хх} = 386e^{j42}$ Ом.
4. Написать формулы расчета мощности и КПД для согласованного режима линии.
5. Определить входное сопротивление линии без потерь при коротком замыкании, если длина линии 25 м, длина волны 100 м, волновое сопротивление 400 Ом.
6. Дать определение, что такое цепи с распределёнными параметрами?
7. Определить напряжение в начале линии длиной 15 км, если в конце ее $i_2 = 100\sin(\omega t + 30^\circ)$, $I_2 = 2\sin(\omega t + 15^\circ)$, $Z_B = 150e^{j45}$ Ом, $\gamma = (17,5 \times 10^{-3} + j0,039)$ 1/км.
8. Рассчитать входное сопротивление линии, длиной 50 км с нагрузкой на конце $Z_H = 300e^{j38}$ Ом, если вторичные параметры линии $Z_B = 4260e^{-j60}$ Ом, $\gamma = (4 + j60) \times 10^{-3}$ 1/Ом.
9. Линия с коэффициентом фазы $\beta = 0,025$ рад/км работает в режиме согласованной нагрузки. Длина линии 20 км. Определить КПД линии.
10. Написать расчетную формулу и нарисовать примерный вид кривой распределения напряжения вдоль линии без потерь режиме активной нагрузки на конце.

Модуль 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях

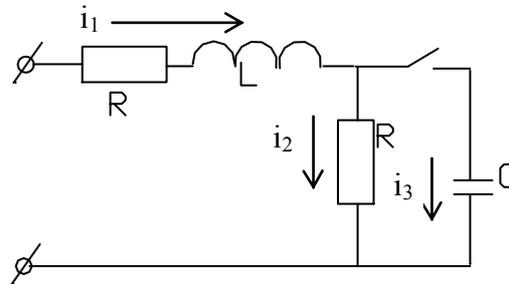
1. Чем различаются закономерности изменения тока и напряжения на реактивных элементах исследуемых цепей.
2. Как влияет изменение активного сопротивления на длительность переходного процесса в цепях RL, RC, RLC?
3. Показать на опытных кривых переходных процессов степень совпадения результатов расчета и опыта.
4. Показать на опытных кривых действие законов коммутации в электрических цепях.
5. Как определяли постоянную времени цепи с RLC по опытным кривым переходного процесса при апериодическом и колебательном процессе?
6. Как определяли декремент колебаний по опытным кривым?

7. Как проверить совпадение опытных и расчетных данных критического характера переходного процесса?

8. Определить $i_1(0_+)$, $U_L(0_+)$, $i_C(0_+)$ при включении ключа, если $R_1=10$ Ом, $R_2=20$ Ом, $U_0=100$ В, $L=10$ мГн, $C=100$ мкФ.



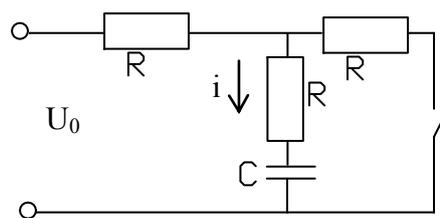
9. Определить принужденную составляющую переходных величин U'_C , i'_1 , i'_2 , i'_3 ; $U_0=100$ В, $L=10$ мГн, $C=100$ мкФ, $R=10$ Ом.



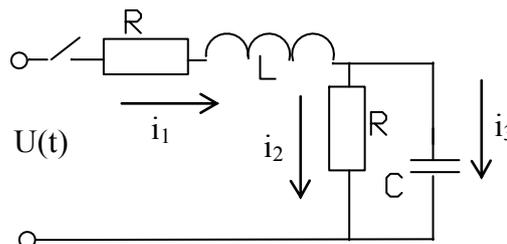
10. Показать характер кривых $U_L(t)$, $U_C(t)$ и $i(t)$ при апериодическом разряде конденсатора на сопротивление и индуктивность, если переходный процесс описывается уравнением $8p^2 + 80p + 72 = 0$.

11. Чему равна длительность переходного процесса, если характеристическое уравнение при расчете переходного процесса имеет вид $8p^2 + 80p + 72 = 0$.

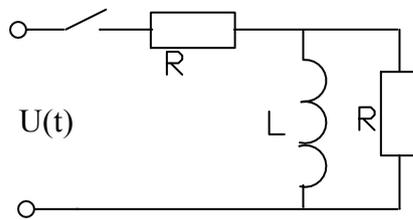
12. Определить закон изменения тока i , если $U_0=100$ В, $R=100$ Ом, $C=100$ мкФ.



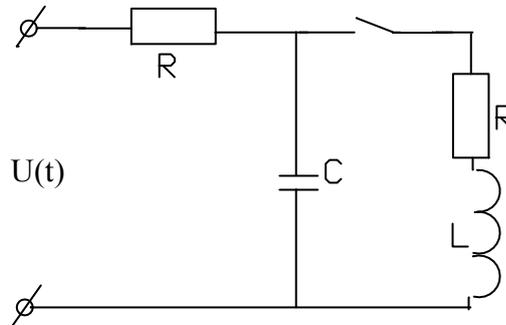
13. Определить значение тока $i_3(0_+)$, если $U(t)=100\sin(500t - 30^\circ)$ В, $R=10$ Ом, $L=0,02$ Гн, $C=200$ мкФ.



14. Рассчитать и построить закон изменения тока в индуктивности в переходном режиме, если $U(t)=100\sin(500t - 30^\circ)$ В, $R=10$ Ом, $L=0,02$ Гн.



15. Составить схему расчета переходного процесса в цепи операторным методом, найти ЭДС внутренних источников, найти изображение напряжения на емкости, если $U(t) = 100 \text{ В}$, $R = 10 \text{ Ом}$, $C = 100 \text{ мкФ}$, $L = 0,1 \text{ Гн}$.

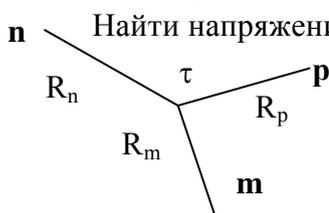


16. Найти оригинал $i(t)$, если $I(p) = U \frac{3pL + 4R}{4p(4pLR + 6R^2)}$.

Модуль 8 Теория поля

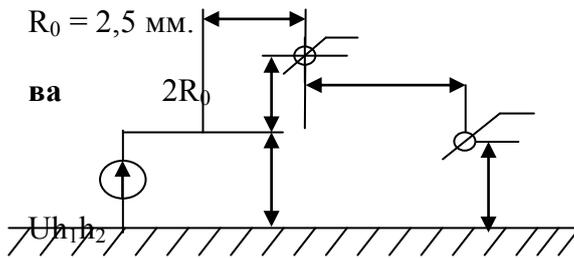
1. Дать характеристику плоскопараллельного электростатического поля, моделируемого в работе. Объяснить и обосновать полученные линии.
2. Чему равно значение дивергенции тока в точках поля, находящихся в зажимах подвода тока и на середине расстояния между ними.
3. Почему «силовые» и эквипотенциальные линии расположены друг относительно друга под прямым углом?
4. Почему «силовые» линии напряженности электрического поля совпадают с линиями тока моделирующей установки?
5. Объяснить методики построения эквипотенциальных и силовых линий электростатического поля.
6. Дать определение закона электромагнитной индукции ЭМП, записать его в интегральной и дифференциальной формах.
7. Дать определение теоремы Гаусса для электрического поля. Записать математическое выражение этой теоремы в интегральной и дифференциальной форме.
8. Что такое ток проводимости, электрического смещения переноса? В каких средах они могут существовать?
9. По каким формулам и как рассчитывают напряженность и потенциал в определенной точке поля, созданного несколькими точечными зарядами.
10. Показать силовые и эквипотенциальные линии двух взаимодействующих положительно заряженных точечных зарядов.
11. Два положительных точечных заряда q и $4q$ расположены в воздухе на расстоянии 12 см друг от друга. Найти расположение точки, в которой напряженность электрического поля равна нулю.

12. . В электрическом поле заряженной оси напряженность в точке \mathbf{p} равна 250 В/м .
Найти напряжение между точками \mathbf{m} и \mathbf{n} , если $R_p = 30 \text{ см}$, $R_m = 15 \text{ см}$, $R_n = 45 \text{ см}$.



13. Определить потенциалы и заряды системы проводов, изображенной на рисунке, если к первому подведено напряжение 1000 В, второй провод заземлен, а третий изолирован.

а $2 R_0 h_1 = h_2 = 3 \text{ м}, \mathbf{b} = 1 \text{ м}, \mathbf{a} = 1 \text{ м},$



Расчетно-графическая работа №1
«Электрические цепи синусоидального тока»

Структура работы: Для электрической схемы выполнить следующее:

1. На основании законов Кирхгофа составить в общем виде систему уравнений для расчета токов во всех ветвях цепи, записав ее в двух формах: дифференциальной и символической.
2. Определить комплексы действующих значений токов во всех ветвях одним из методов расчета линейных электрических цепей.
3. Определить показание ваттметра: а) с помощью выражения для комплексов тока и напряжения на ваттметре; б) по формуле $UI \cos \varphi$.
4. Построить топографическую диаграмму совмещенную с векторной диаграммой токов. При этом потенциал точки А принять равным нулю.
5. Построить круговую диаграмму для тока в одном из сопротивлений цепи при изменении модуля этого сопротивления в пределах от нуля до бесконечности. Сопротивление, подлежащее изменению, отмечено на схеме стрелкой.
6. Построить график изменения тока в имеющемся сопротивлении в зависимости от модуля этого сопротивления.
7. Написать выражение для мгновенного значения тока и напряжения. Построить график зависимости указанной величины от ωt .

Расчетно-графическая работа №2
«ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ»

Структура работы:

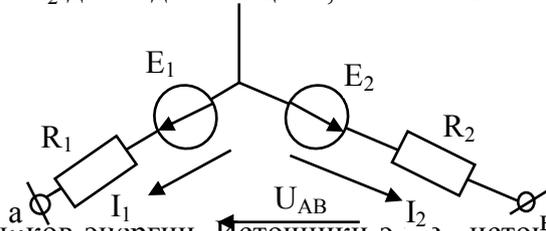
Трехфазный генератор с несимметричной системой синусоидальных фазных напряжений ($\dot{E}_A, \dot{E}_B, \dot{E}_C$) питает асинхронный двигатель и статическую нагрузку, соединенную Δ схемы или Y , с элементами R, L, C. (Рис. № 4 – 1 ... № 4 – 20).

Значения фазных ЭДС генератора, частоты тока (f), параметров элементов схем (R, L, C) и сопротивлений асинхронного двигателя токам прямой и обратной последовательностей (Z_1, Z_2) приведены в таблице № 4 – 1. Определить:

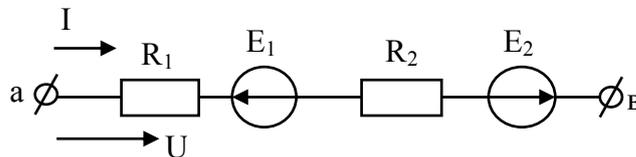
1. Ток во всех элементах всех фаз схемы статической нагрузки, двигателя, генератора.
2. Определить полную, активную и реактивную мощности, отдаваемые генератором в цепь.
3. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений заданной цепи.
4. Построить векторную диаграмму токов и напряжений систем симметричных составляющих.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ ПО ТОЭ (I часть)

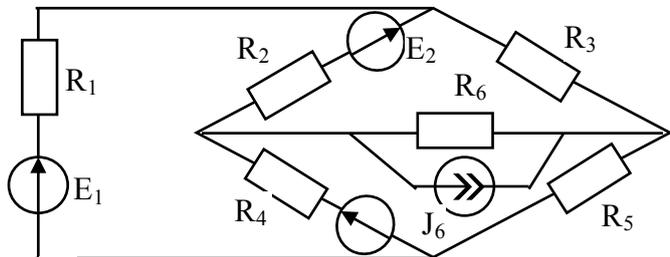
1. Дать определение электрической цепи и ее основных элементов, эквивалентной схемы замещения (модели) реальной электроустановки. Объяснить физическую суть активного, индуктивного и емкостного сопротивлений.
2. Дать определения понятий э.д.с., напряжения, тока. Выразить напряжение U_{AB} через величины E_1 , E_2 и токи I_1 и I_2 для заданной цепи, объяснить.



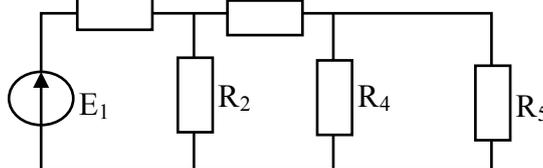
3. Схемы замещения источников энергии, их свойства, характеристики, переход от одной схемы к другой.
4. Объяснить применение закона Ома для участка цепи с э.д.с. Вывести формулы для расчета тока в заданной цепи.



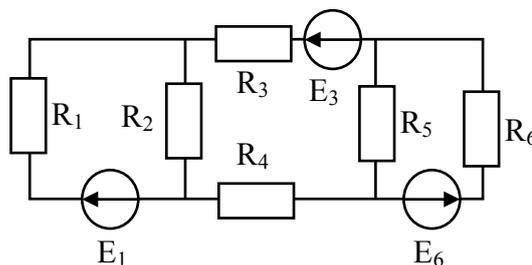
5. Дать определение основных топологических элементов электрических схем: ветвь, узел, контур на примере схемы: определить количество их в схеме.



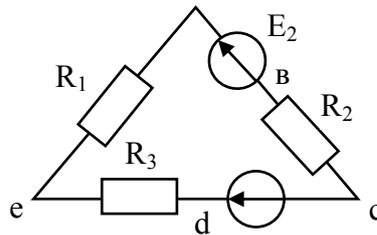
6. Показать на примере заданной схемы метод расчета произвольной цепи (преобразование схемы).



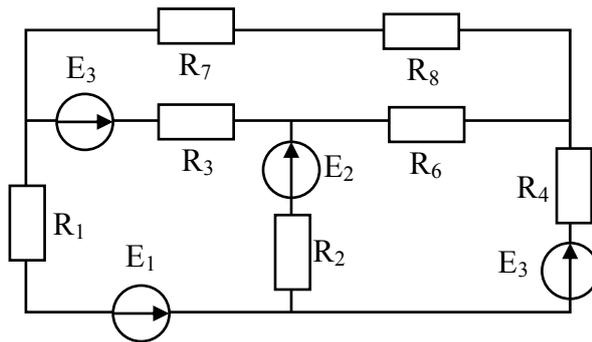
7. Дать определения законов Кирхгофа для электрической цепи. Объяснить методику расчета электрической цепи непосредственным применением законов Кирхгофа на примере заданной схемы.



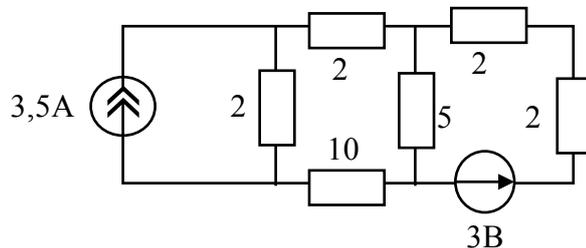
8. Показать использование потенциальной диаграммы, энергетического баланса для проверки правильности расчета электрической цепи. Построить потенциальную диаграмму для контура заданной цепи. $E_2=5\text{ В}, E_3=30\text{ В}, R_1=R_3=10\text{ Ом}, R_2=5\text{ Ом}$.



9. На примере заданной схемы показать последовательность и особенности расчета методом контурных токов.

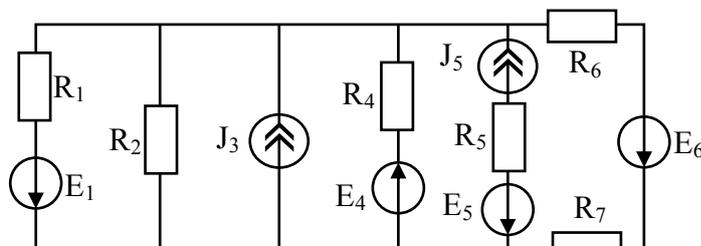


10. Объяснить принцип наложения для расчета электрических цепей. Методом наложения определить токи в ветвях заданной цепи. Объяснить последовательность и особенности этого метода расчета.

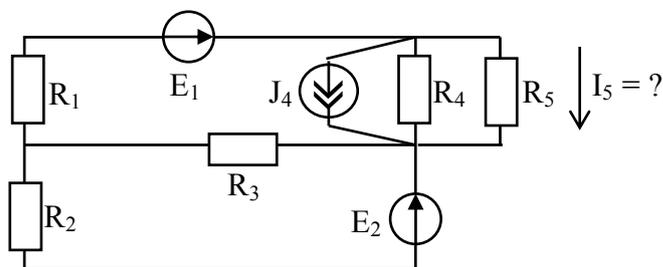


11. Составить по методу узловых потенциалов для заданной цепи систему обобщенных уравнений, объяснить методику определения коэффициентов в уравнениях, последовательность дальнейшего расчета.

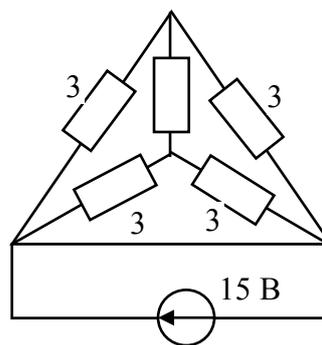
12. Показать расчет токов в ветвях заданной цепи методом двух узлов.



13. Показать расчет методом эквивалентного генератора (на примере заданной схемы).



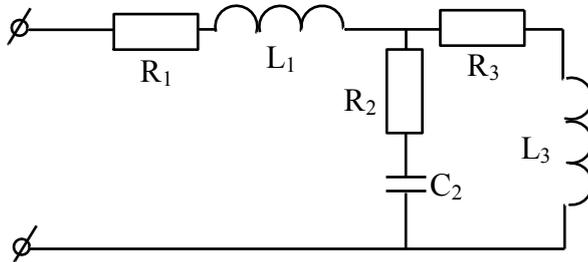
14. Показать последовательность расчета токов в электрической цепи с преобразованием схем треугольника или звезды на примере заданной схемы.



15. Основные понятия синусоидальной функции электрической величины: амплитуда, начальная фаза, угловая частота. Определить мгновенное значение тока $i = 100 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$ для времени $t = \frac{1}{80}$ с, если $f = 50$ Гц.
16. Дать определение действующим и средним значениям электрических величин. Вывести формулы для определения этих значений через амплитудное значение. Дать определение и доказать числовое значение коэффициентов амплитуды и формы кривой для синусоидальных величин.
17. Объяснить назначение и способ построения волновых диаграмм электрических величин. Определить сдвиг по фазе двух синусоидально изменяющихся величин $i_1 = 5 \sin\left(314t + \frac{\pi}{4}\right)$, $i_2 = 2 \sin(314t + 30^\circ)$. Изобразить графически.
18. Объяснить назначение и метод построения векторных диаграмм. Найти с помощью векторной диаграммы ток в неразветвленной части цепи, если к узлу подходят два тока $i_1 = 10 \times \sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ)$ А, $i_2 = 8 \times \sqrt{2} \sin(\omega t + 120^\circ)$ А.
19. Описать процесс в цепи с активным сопротивлением, с индуктивностью и с емкостью, подключенными к источнику синусоидальной ЭДС. Дать определение и объяснить физическую суть индуктивного и емкостного сопротивления, угла сдвига фазы между током и напряжением. Построить зависимости тока, напряжения и мощности на индуктивности в функции времени (волновые диаграммы) и векторную диаграмму.
20. Используя второй закон Кирхгофа и соотношения между напряжением и током на элементах R, L, C, вывести формулу для расчета полного сопротивления цепи с последовательно соединенными элементами R, L, C. Построить векторную диаграмму напряжений этой цепи.
21. Используя первый закон Кирхгофа и соотношения между напряжениями и токами на элементах R, L, C, вывести формулу для расчета полной проводимости цепи переменного тока с параллельно соединенными элементами R, L, C. Построить векторную диаграмму токов этой цепи.
22. Дать определение резонанса напряжений, математического выражения условия его существования. Особенности режима цепи при резонансе: ток, напряжение, $\cos \varphi$, векторная диаграмма цепи. Добротность контура.
23. Дать определение резонанса токов, изобразить векторные диаграммы токов в режиме резонанса для цепи с идеальными L и C; для цепи, где последовательно с L и C включены активные сопротивления. Дать объяснения понятия коэффициента мощности, формулу определения и способы повышения его величины.

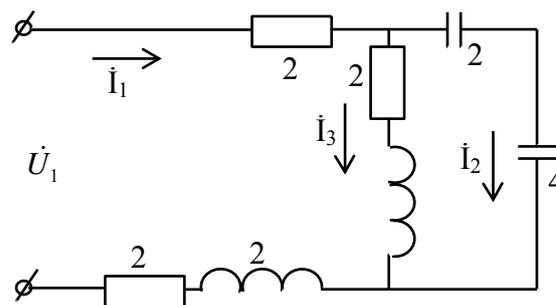
24. Определение сопротивления, проводимости в комплексной форме неразветвленной цепи, треугольники сопротивлений и проводимостей. Рассчитать комплексное сопротивление заданной цепи.

$$L_1 = 0,03 \text{ Гн}, C_2 = 200 \text{ мкФ} \quad R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 15 \text{ Ом}, \\ R_3 = 10 \text{ Ом}, f = 50 \text{ Гц}, \quad L_2 = 0,03 \text{ Гн}.$$

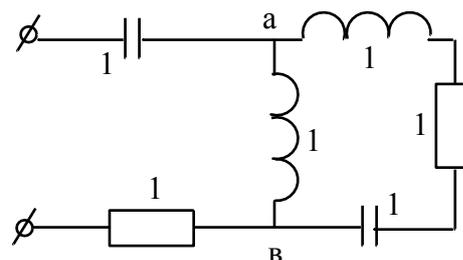


25. Комплексная мощность: полная, реактивная, активная составляющие. Треугольник мощностей. Соотношение между составляющими комплексной мощности для последовательной и параллельной схем замещения. Баланс мощности в цепях.

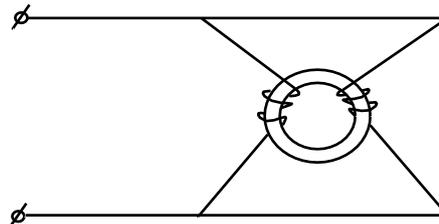
26. Топографическая диаграмма: определение, методики построения, применение. С помощью топографической и векторной диаграмм определить в заданной цепи токи I_1 и I_2 и напряжение на входе \dot{U}_1 , если ток $\dot{I}_3 = 1 \text{ А}$. Значения сопротивлений в Омах указаны на схеме.



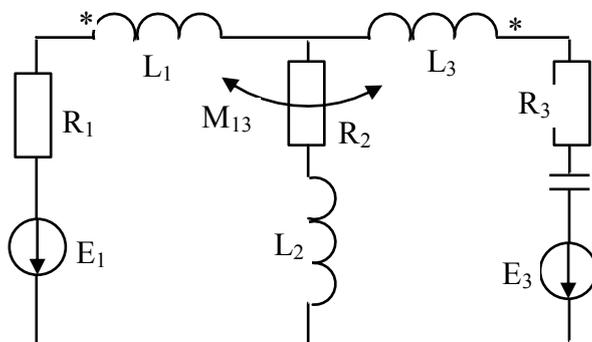
27. Определить токи в заданной схеме, если параметры элементов цепи заданы в Омах, а напряжение источника $\dot{U} = 100 \text{ В}$.



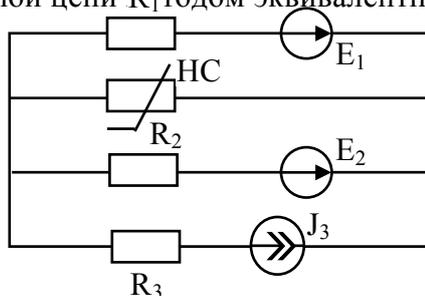
28. Дать определение цепи с взаимной индукцией, одноименных зажимов индуктивно связанных элементов. Метод экспериментального определения одноименных зажимов. Составить эквивалентную схему замещения заданной цепи.



29. Последовательное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Уравнения и сопротивления цепи в комплексной форме. Топографическая диаграмма, емкостный эффект.
30. Уравнения, сопротивления, векторная и топографическая диаграмма цепи с параллельным соединением индуктивно связанных элементов цепи.
31. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа для расчета токов в заданной цепи с индуктивными связями.

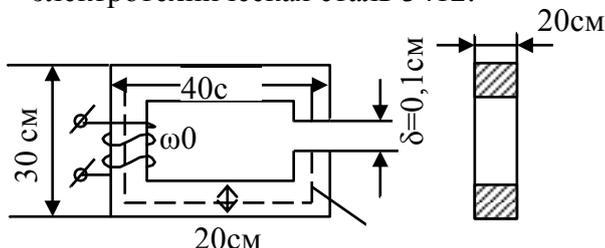


32. Схема замещения, уравнения и векторная диаграмма трансформатора без ферромагнитного сердечника.
33. Обосновать метод преобразования двух индуктивно связанных элементов, присоединенных к одному узлу в эквивалентную схему без индуктивной связи.
34. Основные понятия о четырехполюснике, назначение, схема, основные формы записи уравнений четырехполюсника.
35. Дать вывод математической связи между коэффициентами четырехполюсника и параметрами Π и T образными схемами замещения.
36. Составить формулу расчета постоянных четырехполюсника по данным опытов холостого хода и короткого замыкания при включении источника к первым зажимам и опыта короткого замыкания при подключении источника ко вторым зажимам.
37. Методика построения круговой диаграммы активного двухполюсника. Определение электрических величин по элементам диаграмм. Расчет масштабов электрических величин.
38. Методика построения круговой диаграммы четырехполюсника. Определение электрических величин по элементам диаграмм. Расчет масштабов электрических величин.
39. Нелинейные электрические цепи. Свойства нелинейных элементов и их характеристики. Статические и дифференциальные сопротивления. Замена нелинейного сопротивления эквивалентным линейным и ЭДС.
40. Расчет простейших нелинейных цепей при их последовательном, параллельном и смешанном соединении.
41. Показать расчет сложных нелинейных электрических цепей на примере схемы.
42. Показать расчет тока в НС заданной цепи R_1 тодом эквивалентного генератора.

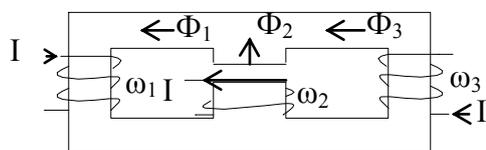


43. Магнитные свойства веществ. Основные характеристики, свойства магнитных материалов и величин (B , H , μ).

44. Магнитные цепи. Определения. Законы магнитных цепей. (Законы полного тока, Ома, Кирхгофа).
45. Расчет неразветвленных магнитных цепей. Прямая задача на примере магнитной цепи из электротехнической стали 3412.
46. Расчет неразветвленных магнитных цепей. Обратная задача на примере заданной цепи. Материал – электротехническая сталь 3412.

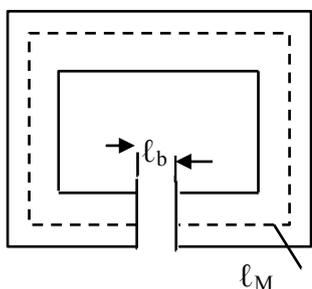


47. Показать методику расчета разветвленной магнитной цепи.



$$I_1 = I_2 = I_3 \omega_1 > \omega_2 > \omega_3 \quad \ell_1 = \ell_3 = 2\ell_2 \quad 2S_1 = 2S_3 = S_2$$

48. Показать методику расчета магнитной цепи постоянного магнита. Рассчитать магнитную индукцию в зазоре магнитной цепи с постоянным магнитом, если $\ell_M = 16$ см, $S_M = S_B = 9$ см², $\ell_B = 2$ мм.



Кривая размагничивания.

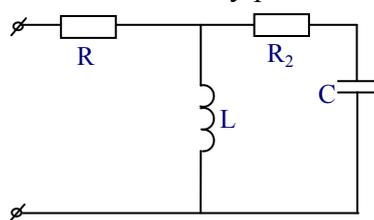
B, Т	0	0,28	0,54	0,70	0,90
H, А/см	-190	-160	-120	-80	0

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТОЭ

1. Устройство и принцип действия трехфазного генератора. Маркировка обмоток и выводов. Трехфазная система ЭДС. Волновая и векторная диаграммы. Порядок чередования фаз.
2. Записать выражения для напряжений симметричной трехфазной системы для мгновенных значений в комплексной форме, с помощью оператора поворота на 120° . Представить ее графически в виде векторной и волновой диаграмм.
3. Дать определение схемы соединения элементов трехфазного устройства в звезду. Маркировка, направления ЭДС, токов и напряжений. Фазные и линейные токи и напряжения, соотношения между ними. Векторная и топографическая диаграммы.
4. Дать определение схемы соединения элементов трехфазного устройства в треугольник. Маркировка, направления ЭДС, токов и напряжений. Фазные и линейные токи и напряжения, соотношения между ними. Векторная и топографическая диаграммы.

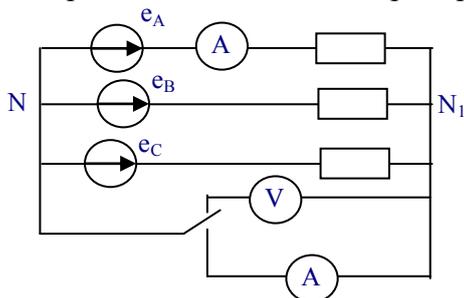
5. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой и источником, соединенным треугольником, при отсутствии сопротивления линейных проводов. Топографическая и векторная диаграммы.
6. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой, соединенной в звезду, при заданной системе фазных напряжений источника. Как строится топографическая и векторная диаграмма этой цепи по результатам расчета?
7. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой, соединенной треугольником, при наличии сопротивлений в линейных проводах. Источник симметричный.
8. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой, соединенной в звезду, при заданной несимметричной системе линейных напряжений.
9. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой, соединенной треугольником, при наличии сопротивлений в линейных проводах и заданной несимметричной системой линейных напряжений.
10. Активная, реактивная и полная мощность трехфазной цепи, при соединении нагрузки в звезду и треугольник.
11. Доказать во сколько раз токи и мощность симметричной трехфазной нагрузки, соединенной в треугольник, больше токов и мощности этой же нагрузки, соединенной в звезду.
12. С помощью метода двух узлов дать анализ режима работы трехфазного приемника с активной нагрузкой, соединенной в звезду, при обрыве фазы А приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
13. С помощью метода двух узлов дать анализ режима работы трехфазного приемника с активной нагрузкой, соединенного в звезду без нулевого провода, при коротком замыкании одной из фаз нагрузки. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
14. Дать анализ различных несимметричных режимов приемника, соединенного в звезду с нулевым проводом. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
15. Дать анализ режима работы трехфазного приемника с нагрузкой, соединенной в треугольник, при обрыве одной фазы приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
16. Дать анализ режима работы трехфазного приемника с нагрузкой, соединенной в треугольник, при разрыве одной из линий. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
17. Оценить особенности схем включения трехфазного приемника в звезду, звезду с нулевым проводом и треугольник. Показать методику построения топографических диаграмм по опытным данным, нахождения напряжения смещения нейтрали.
18. Какие трехфазные цепи и в каких режимах рассчитываются методом симметричных составляющих? Кратко изложить методику расчета. Определить симметричные системы для заданной системы фазных напряжений: $\dot{U}_A=200 \text{ В}$, $\dot{U}_B=180e^{-j120} \text{ В}$, $\dot{U}_C = 220e^{j90} \text{ В}$.
19. Рассчитать методом симметричных составляющих токи двигателя, потребляемые от сети с напряжением: $\dot{U}_A=220 \text{ В}$, $\dot{U}_B=200e^{-j90} \text{ В}$, $\dot{U}_C = 180e^{j90} \text{ В}$. Сопротивления двигателя токам прямой последовательности: $\underline{Z}_1 = 5 + j5 \text{ Ом}$, токам обратной последовательности: $\underline{Z}_2 = 0.5 + j0.5 \text{ Ом}$, $\underline{Z}_0 = \infty$.
20. Как определить сопротивления трехфазных цепей токам прямой, обратной и нулевой последовательности? Показать свойства схем трехфазных цепей в отношении симметричных систем прямой, обратной и нулевой последовательности.
21. Записать расчетные формулы и показать методику разложения несинусоидальной функции электрической величины правильной формы в ряд Фурье.

22. Записать расчетные формулы и показать методику разложения несинусоидальной функции электрической величины, заданной графически, в ряд Фурье.
23. Показать особенности симметричных несинусоидальных периодических функций при разложении в ряд Фурье.
24. Показать методику расчета линейных электрических цепей с источниками несинусоидальной ЭДС. Рассчитать ток потребляемый от источника данной цепью, при

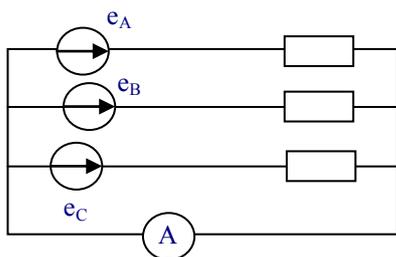


дальней ЭДС. Рассчитать ток потребляемый от источника данной цепью, при $u = 100 + 30 \sin \omega t + 5 \sin 3\omega t$ В, $R_1 = R_2 = 5$ Ом, $L = 0.05$ Гн, $C = 50$ мкФ, $f = 50$ Гц.

25. Дать определения и показать формулы для расчета средних по модулю и действующих значений электрических величин, коэффициентов формы кривой, амплитуды и искажения.
26. Определить средневзвешенный $\cos \phi$ линейной цепи, потребляющей ток $i = 0.4 + 1.2 \sin(\omega t + 30^\circ) + 0.65 \sin(3\omega t + 45^\circ)$ А от источника напряжения с $u = 120 + 72 \sin(\omega t + 76^\circ) + 44 \sin(3\omega t - 15^\circ)$ В.
27. Обосновать и показать классификацию высших гармоник в трехфазных цепях, как трехфазных симметричных составляющих различных последовательностей.
28. Показать свойства трехфазных источников с несинусоидальным напряжением, при соединении их в «открытый» и «закрытый» треугольник, звезду.
29. Как рассчитать показания приборов в заданной цепи для двух положений ключа, если напряжения симметричного трехфазного источника несинусоидальны и равны $e_\phi = e_1 + e_3 + e_5$.



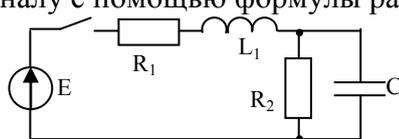
30. Как определить линейный ток и ток в нулевом проводе симметричной трехфазной цепи, если фазное напряжение источника несинусоидально и равно $e_\phi = e_1 + e_3 + e_5$



31. Как рассчитать активную, реактивную и полную мощности симметричной трехфазной цепи с несинусоидальным напряжением источника, ее $\cos \phi_{cp}$, коэффициент мощности?
32. Инерционные и безинерционные элементы в нелинейных цепях переменного тока. Объяснить причину несинусоидальности тока в цепи переменного тока с катушкой на ферромагнитном сердечнике, при подключении ее источнику синусоидального напряжения. Построить кривые.
33. Объяснить метод эквивалентных синусоид, определение амплитуд и начальных фаз эквивалентных синусоид. Потери в стали. Учет потерь в стали для метода эквивалент-

- ных синусоид. Обосновать формулы определения мощности потерь на вихревые токи и на гистерезис.
34. Цепи переменного тока с катушкой на ферромагнитном сердечнике. Режим работы, уравнения, эквивалентная схема замещения, векторная диаграмма.
 35. Катушка на ферромагнитном сердечнике подключена к источнику синусоидального напряжения. Как изменится активная мощность, потребляемая катушкой, при изменении частота напряжения в 2 раза и сохранении неизменной его амплитуды?
 36. Какие параметры схемы замещения катушки на ферромагнитном сердечнике изменятся, и как, при изменении частоты питающего синусоидального напряжения и неизменной амплитуде?
 37. Рассчитать по данным опыта параметры эквивалентной схемы замещения катушки на ферромагнитном сердечнике. $P = 16 \text{ Вт}$, $U_C = 100 \text{ В}$, $I = 0.2 \text{ А}$, $R = 5 \text{ Ом}$, $X_{LS} = 100 \text{ Ом}$.
 38. Дать определение феррорезонанса токов, построить ВАХ для каждого элемента и всей цепи. С помощью векторных диаграмм объяснить характер цепи в различных режимах и причины несовпадения расчетных ВАХ с реальными ВАХ.
 39. Дать определение феррорезонанса напряжений, построить ВАХ для каждого элемента и всей цепи. Объяснить причины скачкообразного изменения токов в различных режимах.
 40. Начертить схему простейшего стабилизатора напряжения на элементах L , R , C . С помощью ВАХ показать принцип стабилизации напряжения на выходе исследуемой схемы.
 41. Дать определение цепей с распределенными параметрами, однородных длинных линий. Привести примеры реальных устройств и доказать, что они являются таковыми.
 42. Составить схему замещения цепи с распределенными параметрами (длинной линии), дать определения первичных параметров, их размерности. Составить дифференциальные уравнения однородной линии.
 43. Показать решение дифференциальных уравнений длинной линии при установившемся синусоидальном процессе.
 44. Как определить волновое сопротивление и коэффициент распространения для однородной линии? Каковы физический смысл и размерности этих характеристических параметров?
 45. Показать вывод формул для расчета комплексов напряжения и тока в линии при заданных напряжениях и токах в начале и в конце линии.
 46. Дать вывод математического выражения и графически изобразить напряжение и ток в любой точке линии для прямой и обратной бегущих волн.
 47. Дать анализ однородной линии при различных режимах работы: ХХ, КЗ, нагрузочный режим, как наложение режимов ХХ и КЗ. Показать способы определения Z_B и γ по данным этих режимов.
 48. Дать определение линии без потерь, формулы для расчета Z_B и γ , напряжения и тока в любой точке линии.
 49. Дать определение входного сопротивления линии, формулы для расчета этого параметра для длинной линии с нагрузкой, при согласованной нагрузке. Определить выражение для входного сопротивления линии без потерь в режимах ХХ и КЗ, изобразить графики их изменения в функции от расстояния до конца (или начала) линии.
 50. В каких цепях, когда и почему возникают переходные процессы. Когда начинается и когда заканчивается переходный процесс? Определить напряжение на емкости в переходном процессе цепи при переключении ключа из 1 во 2 положения. $e_1(t) = E_1 = 200 \text{ В}$, $C = 20 \text{ мкФ}$, $e_2(t) = E_2 = 0$, $R_1 = R_2 = 1 \text{ кОм}$.
 51. Дать определение законов коммутации, объяснить их реальность и использование в расчете переходных процессов. Определить значение напряжения $U_0 (0_+)$ в момент коммутации ($t = 0$) для заданной цепи, если $e = 200\sin(314t + 45^\circ) \text{ В}$, $R = 10 \text{ Ом}$, $C = 319 \text{ мкФ}$, $L = 63,6 \text{ мГн}$.

52. Что такое независимые и зависимые начальные условия при расчете переходных процессов, как они определяются? Определить значение тока $i_2(0_+)$ в момент коммутации ($t = 0$) для заданной схемы, если $e = 141\sin(314t + 45^\circ)$ В, $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 2$ м, $C=300$ мкФ,
- $$L = 19,1 \text{ мГн.}$$
53. Сформулировать цель расчета переходного процесса в цепи. Показать последовательность расчета переходных процессов в электрических цепях классическим способом на примере заданной схемы. $E = 100$ В, $C = 300$ мкФ, $R = 10$ Ом, $L = 5$ мГн.
54. Физический смысл и методика определения вынужденной и свободной составляющих переходной электрической величины. Определить численное значение вынужденной и общее выражение для свободной составляющих переходной величины U_C заданной схемы. $e = 1000\sin(314t + 90^\circ)$ В, $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 8$ Ом, $L = 50$ мГн, $C = 30$ мкФ.
55. Показать классическим методом расчёт переходного процесса и построить графики изменения тока и напряжения на индуктивности цепи RL при подключении к источнику постоянного тока. $U=100$ В, $R=20$ Ом, $L=0,2$ Гн.
56. Рассчитать классическим способом и построить графики изменения тока в цепи RL при подключении к источнику напряжения синусоидальной формы $u=100\sin(500t-30^\circ)$, если $R=20$ Ом, $L=0,1$ Гн,
57. Рассчитать классическим способом и построить графики изменения тока в цепи RL при подключении к источнику напряжения синусоидальной формы $u=100\sin(500t+\varphi)$, если $R=20$ Ом, $L=0,1$ Гн,
58. Рассчитать классическим способом и построить графики изменения тока в цепи RL при подключении к источнику напряжения синусоидальной формы $u=100\sin(500t+\varphi-90^\circ)$, если $R=20$ Ом, $L=0,1$ Гн,
59. Рассчитать и построить графики изменения напряжение и тока в емкости цепи RC при включении от источника постоянной ЭДС. Если $U=100$ В, $R=100$ Ом, $C=100$ мкФ.
60. Рассчитать классическим способом и построить графики изменения тока и напряжения на емкости при разряде ее на активное сопротивление, если $U_C(0)=100$ В, $R=200$ Ом, $C=100$ мкФ.
61. Рассчитать и построить графики изменения напряжения на емкости при включении цепи RC на синусоидальное напряжение при различных фазах включения $\psi_U = 0$, $\psi_U = \varphi + \pi$.
62. Написать формулу преобразования Лапласа, показать основные свойства изображения наиболее употребляемых в электротехнике функций.
63. Найти операторное изображение тока $I_2(p)$ в заданной цепи применением законов Кирхгофа.
64. Показать вывод формулы разложения для перехода от операторных изображений функции к оригиналу. Показать последовательность действий при переходе от изображения к оригиналу с помощью формулы разложения.



65. Написать полную систему уравнений электромагнитного поля в интегральной форме. Объяснить физический смысл каждого из уравнений.
66. Показать переход математического выражения закона электромагнитной индукции от интегральной к дифференциальной форме. Записать полученное выражение в прямоугольной системе координат.

67. Показать переход теоремы Гаусса от интегральной к дифференциальной форме. Объяснить математическое понятие «дивергенция вектора», записать выражение теоремы Гаусса в дифференциальной форме в прямоугольной системе координат.
68. Записать полную систему уравнений электромагнитного поля в дифференциальной форме. Объяснить физический смысл каждого из них.
69. Показать вывод формул расчета потенциала, емкости двухпроводной линии без учета влияния земли.
70. Показать вывод формул расчета напряженности и потенциала поля и емкости коаксиального кабеля.
71. Объяснить суть метода зеркальных изображений. Дать вывод формул определения потенциала и емкости двухпроводной линии с учетом влияния земли.
72. Определить систему уравнений, описывающий электрическое поле постоянного тока. Показать законы Ома, Кирхгофа, Джоуля – Ленца в дифференциальной форме для электрического поля постоянного тока в проводящей среде.
73. Показать аналогию электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем. Проиллюстрировать метод аналогии на примере расчете сопротивления изоляции коаксиального кабеля.
74. Используя методы аналогии и зеркальных изображений получить формулы расчета сопротивления шаровых и стержневых заземляющих электродов.
75. Показать расчет мощности коаксиального водонагревателя с радиусами цилиндров R и r длиной h , если заданы удельная проводимость воды γ , напряжение сети U .

6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата, - Издание 12-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2018. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/book/9C73B81A-3363-4FA3-A8FD-7E0A458324AA>
2. Теоретические основы электротехники. Трехфазные цепи [Электронный ресурс]: практикум для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия», профиль – «Электрооборудование и электротехнологии» (квалификация – бакалавр), сост. Родыгина Т. А., Покоев П. Н., Гаврилов Р. И. - Ижевск: , 2017. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=19854>
3. Теоретические основы электротехники Ч. 1. [Электронный ресурс]: сост. Покоев П. Н., Гаврилов Р. И. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2020. - 60 с. -
4. Новожилов О. П. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров, - Издание 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2017. - Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/thematic/?57&id=urait.content.C82ECF4A-FB20-48A7-9C49-5DD6BF0425A9&type=c_pub
5. Новожилов О. П. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров, - Издание 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2017.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Теоретические основы электротехники»

7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	Щербаков, Е. Ф. Физические основы электротехники : учебное пособие / Е. Ф. Щербаков, В. М. Петров. – Ульяновск : УлГТУ, 2012. – 290 с.	1,2,3,4,5,6, 7,8 модули	3,4	ЭБС Agrilib http://ebs.rgazu.ru/ –	
2	Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата. В. 2 т. Т. 2. Электромагнитное поле / Л. А. Бессонов. - 12-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2019. - on-line. -	1,8 модуль	3,4	ЭБС Юрайт: www.biblionline.ru	

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафедре
1	Левашов, Ю. А. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов специальности 230101.65 "Вычислительные, комплексы, системы и сети" и 230201.65 "Информационные системы и технологии" / Ю. А. Левашов, Е. Б. Аксеньюк ; Владивостокский гос. ун-т экономики и сервиса. - Электрон. дан. - Владивосток : ВГУЭС, 2010. - on-line			1,2,3,4,5,6, модули	3,4	ЭБС Руконт http://rucont.ru –	
2	Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» (квалификация бакалавр) / составители: П. Н. Покоев, Р. И. Гаврилов. - Электрон. дан. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2020. - 60 с.			1,2,3 модули	3	http://portal.izhgsha.ru	
3	. Теоретические основы электротехники. Трехфазные цепи [Электронный ресурс]: практикум для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия», профиль – «Электрооборудование и электротехнологии» (квалификация – бакалавр), сост. Родыгина Т. А., Покоев П. Н., Гаврилов Р. И. - Ижевск: , 2017			4,5 модули	4	http://portal.izhgsha.ru	

4	Новожилов О. П. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров, - Издание 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2017.	1,2,3,4,5,6, 7,8 модули	3,4	ЭБС Юрайт: www.biblio-online-
---	--	-------------------------------	-----	---

7.3 Перечень интернет-ресурсов

1. <http://portal.izhgsha.ru> – портал ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2. <http://ebs.rgazu.ru/> – ЭБС Agrilib
3. <http://rucont.ru> – ЭБС Руконт
4. www.biblio-online – ЭБС Юрайт
5. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru/>

7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения заданий. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин «Математика», «Физика».

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи по разработке и проектированию электротехнологических установок и процессов, а также выявлять существующие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, а также на производственной практике

7.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Поиск информации в глобальной сети Интернет
Работа в электронно-библиотечных системах
Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)
Мультимедийные лекции
Работа в компьютерном классе
Компьютерное тестирование

При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. P7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс».

«1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Теоретические основы электротехники»

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов и компьютерного класса.

Программа дисциплины «Теоретические основы электротехники» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) и учебного плана профиля «Автоматизация технологических процессов».

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий).

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование:

Лабораторный стенд «Изучение режимов неразветвленной цепи переменного тока»; Лабораторный стенд «Параллельное соединение емкости и индуктивности. Резонанс токов»; Лабораторный стенд «Исследование цепи переменного тока с индуктивно-связанными элементами»; Лабораторный стенд «Изучение метода четырехполюсника при исследовании электроустановок»; Лабораторный стенд «Изучение нелинейных электрических цепей постоянного тока»; Лабораторный стенд «Исследование магнитной цепи постоянного тока»; Лабораторный стенд «Исследование трехфазной цепи при соединении приемников в звезду»; Лабораторный стенд «Исследование трехфазной цепи при соединении приемника треугольником»; Лабораторный стенд «Изучение метода симметричных составляющих при анализе режимов асинхронного двигателя»; Лабораторный стенд «Исследование линейных электрических цепей с источниками несинусоидальных ЭДС»; Лабораторный стенд «Высшие гармоники в симметричных трехфазных цепях»; Лабораторный стенд «Исследование несимметричных режимов трехфазных цепей»; Лабораторный стенд «Исследование свойств катушки с ферромагнитным сердечником»; Лабораторный стенд «Исследование феррорезонансных явлений»; Лабораторный стенд «Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях с элементами R, L, C с источниками постоянного тока»; Лабораторный стенд «Исследование электростатического поля двухпроводной линии».

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий).

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Помещение для самостоятельной работы.

Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

(профиль – Автоматизация технологических процессов, заочное обучение)

Общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

Семестр	Всего часов	Аудиторных	Самост. работа	Лекций	Лабораторных	Практических	Контроль
3	72	18	54	8	8	2	
4	108	16	88	8	8	2	зачет (4 часа)
5	180	2	169			2	экзамен (9час)
всего	360	36	311	16	16	4	13

Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС; промежуточной аттестации-КРС
				всего	лекция	Практ. занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
1	3,4		Модуль 1. Электрические цепи постоянного тока	44	3	1			40	
	3,4		Обобщенный закон Ома. Метод преобразования. Законы Кирхгофа	16	1				15	Опрос на лекции
	3,4		Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод узлового напряжения. Метод эквивалентного генератора. Метод наложения.	28	2	1			25	Опрос практических занятиях
2	3,4		Модуль 2. Однофазные цепи переменного тока	63	4	1	6		52	
	3,4		Резистор, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока. Резонансные режимы. Компенсация реактивной мощности. Расчет разветвленной цепи. Расчет цепей с индуктивными связями	42	2	1	4		35	Опрос практических занятиях. Отчеты по лаб. раб. Контр. раб №1
	3,4		Четырехполюсники. Круговые диаграммы	21	2		2		17	Контр. раб №1 Отчет по лаб. раб.
3	3,4		Модуль 3. Магнитные и нелинейные цепи постоянного тока	27	1		2		24	
	3,4		Закон полного тока. Прямая и об-	15,5	0,5		2		13	Опрос на

		ратная задачи неразветвленной неоднородной магнитной цепи.							лекции.
	3,4	Статическое и дифференциальное сопротивление. Методы расчета нелинейных цепей.	11,5	0,5				11	Опрос на лекции
	4	Зачет	4				4		
		Итого за 3,4 семестр	138	8	2	8	4	116	
4	4,5	Модуль 4.Трехфазные цепи	65	4	1	6		54	
	4,5	Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой, соединенной звездой	26,5	2	0,5	2		22	Контр. раб №2. Отчет по лаб. раб
	4,5	Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой, соединенной треугольником.	25,5	1	0,5	2		22	Контр. раб №2. Отчет по лаб. раб
	4,5	Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих.	13	1		2		10	Контр. раб №2. Отчет по лаб. раб
5	4,5	Модуль 5 Несинусоидальные токи. Нелинейные цепи переменного тока	45	1,0		2		42	
	4,5	Расчет линейных цепей с источником несинусоидальных ЭДС. Расчет линейных трехфазных цепей с источниками несинусоидального ЭДС.	26	1				25	Устный и письменный опрос
	4,5	Свойства и методы анализа нелинейных цепей переменного тока. Катушка на ферромагнитном сердечнике. Феррорезонансы	19			2		17	Тестирование. Отчет по лаб. раб
		Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами	26,5	0,5				26	
		Основные понятия, определения и описание схемы и параметров	10,5	0,5				10	Устный и письменный опрос
		Режимы работы линий	16					16	Устный и письменный опрос
6	4,5	Модуль 7. Переходные процессы	55	2	1			52	
	4,5	Классический метод расчета переходных процессов. Операторный метод расчета переходных процес-	55	2	1			52	Устный и письменный опрос

		сов.							
7	4,5	Модуль 8. Теория поля	21,5	0,5				21	
	4,5	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Электростатическое поле. Электрическое поле в проводящей среде.	21,5	0,5				21	Устный и письменный опрос
	5		9				9	-	экзамен
		Итого за 4,5 семестр	222	8	2	8	9	195	
		Итого по курсу	360	16	4	16	13	311	

Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	ОПК-4 ПК-1		общее количество компетенций
Модуль 1. Электрические цепи постоянного тока	44			
Обобщенный закон Ома. Метод преобразования. Законы Кирхгофа	16	ОПК-4 ПК-1		2
Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод узлового напряжения. Метод эквивалентного генератора. Метод наложения.	28	ОПК-4 ПК-1		2
Модуль 2. Однофазные цепи переменного тока	63			
Резистор, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока. Резонансные режимы. Компенсация реактивной мощности. Расчет разветвленной цепи. Расчет цепей с индуктивными связями	42	ОПК-4 ПК-1		2
Четырехполюсники. Круговые диаграммы	21	ОПК-4 ПК-1		2
Модуль 3. Магнитные и нелинейные цепи постоянного тока	27			
Закон полного тока. Прямая и обратная задачи неразветвленной неоднородной магнитной цепи.	15,5	ОПК-4 ПК-1		2
Статическое и дифференциальное сопротивления. Методы расчета нелинейных цепей.	11,5	ОПК-4 ПК-1		2
Зачет	4	ОПК-4 ПК-1		2
Модуль 4.Трехфазные цепи	65			
Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой	26,5	ОПК-4		2

кой, соединенной звездой		ПК-1	
Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой, соединенной треугольником.	25,5	ОПК-4 ПК-1	2
Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих.	13	ОПК-4 ПК-1	2
Модуль 5 Несинусоидальные токи. Нелинейные цепи переменного тока	45		
Расчет линейных цепей с источником несинусоидальных ЭДС. Расчет линейных трехфазных цепей с источниками несинусоидального ЭДС.	26	ОПК-4 ПК-1	2
Свойства и методы анализа нелинейных цепей переменного тока. Катушка на ферромагнитном сердечнике. Феррорезонансы	19	ОПК-4 ПК-1	2
Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами	26,5	ОПК-4 ПК-1	2
Основные понятия, определения и описание схемы и параметров	10,5	ОПК-4 ПК-1	2
Режимы работы линий	16	ОПК-4 ПК-1	2
Модуль 7. Переходные процессы	55		
Классический метод расчета переходных процессов. Операторный метод расчета переходных процессов.	55	ОПК-4 ПК-1	2
Модуль 8. Теория поля	21,5		
Уравнения Максвелла. Электростатическое поле. Электрическое поле в проводящей среде.	21,5	ОПК-4 ПК-1	2
Экзамен	9	ОПК-4 ПК-1	2

Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час)
Модуль 1. Электрические цепи постоянного тока			45
1	Обобщенный закон Ома. Метод преобразования. Законы Кирхгофа	Схемы замещения реальных источников энергии: источники напряжения, тока, их свойства, характеристики. Пересчет параметров схем замещения источников при переходе от одной схемы к другой. Закон Ома. Обобщенный закон Ома. Основные топографические элементы разветвленных цепей. Законы Кирхгофа. Метод преобразования. Методы преобразования треугольника в эквивалентную звезду и наоборот. Закон Джоуля-Ленца. Баланс мощностей	16
2	Метод контурных токов. Метод узлового напряжения. Метод наложения.	Метод контурных токов. Метод узлового напряжения. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора. Потенциальная диаграмма. Условия передачи максимальной мощности от активного двухполюсника в нагрузку.	29
Модуль 2. Электрические цепи переменного тока.			62
3	Резистор, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока. Резонансные режимы. Цепи с индуктивными связями.	Представление синусоидальных функций временными диаграммами, векторами и комплексными числами. Резистор, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока. Волновые и векторные диаграммы. Последовательное соединение R, L, C – элементов. Векторная диаграмма. Треугольник сопротивлений, мощностей; коэффициент мощности. Резонанс напряжений. Параллельное соединение R, L, C. Векторная диаграмма. Треугольник проводимостей. Резонанс токов. Компенсация реактивной мощности. Явление взаимной индукции. Расчет цепей с индуктивными связями. Схема замещения и уравнения трансформатора без сердечника	41
4	Четырехполюсники. Круговые диаграммы	. Теория четырехполюсника. Круговые диаграммы двухполюсника и четырехполюсника	21
Модуль 3. Магнитные и нелинейные цепи постоянного тока			27
5	Магнитные цепи постоянного тока	Основные характеристики магнитных цепей. Закон полного тока. Прямая и обратная задачи расчета неразветвленной неоднородной магнитной цепи	15,5

6	Нелинейные цепи постоянного тока	Статическое и дифференциальное сопротивления. Методы расчета нелинейных цепей: графический метод, метод эквивалентного генератора	11,5
Модуль 4. Трехфазные цепи			65
7	Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой, соединенной звездой	Схемы соединения источников и приемников трехфазной цепи в звезду, треугольник и их свойства и расчёт. Метод двух узлов для расчета трехфазных цепей при соединении источника и приемника звездой. Расчет трехфазных цепей при соединении источника в треугольник и приемника звездой	26,5
8	Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой, соединенной треугольником.	. Расчет трехфазных цепей при соединении источника и приемника треугольником при наличии и отсутствии сопротивлений в линейных проводах. Активная, реактивная и полная мощности трехфазных цепей. Получение вращающегося магнитного поля с помощью трехфазной системы токов.	25,5
9	Методика расчета трехфазных цепей методом симметричных составляющих	Разложение несимметричной системы электрических величин на симметричные системы прямой, обратной и нулевой последовательности. Применение этого метода для расчета трехфазных цепей. Способы симметрирования нагрузки в трехфазных цепях	13
Модуль 5. Несинусоидальные токи. Нелинейные цепи переменного тока			45
10	Расчет линейных однофазных цепей с источником несинусоидальных ЭДС. Расчет линейных трехфазных цепей с источниками несинусоидальных ЭДС.	Разложение периодических функций в тригонометрический ряд Фурье. Максимальное, действующее и среднее значения несинусоидальных токов и напряжений. Коэффициент формы, амплитуды и искажения. Расчет линейных цепей при несинусоидальных напряжениях и токах. Мощности в цепи периодического несинусоидального тока, коэффициент мощности линейных цепей с несинусоидальными напряжениями и токами. Расчет симметричных трехфазных цепей с несинусоидальными напряжениями и токами. Особенности поведения высших гармоник в трёхфазных цепях.	26
11	Нелинейные цепи переменного тока	Цепи с катушкой на ферромагнитном сердечнике как источники несинусоидальности напряжений и токов. Метод эквивалентных синусоид, учет потерь в стали в цепях с катушкой на ферромагнитном сердечнике. Схема замещения, уравнение и векторная диа-	19

		грамма катушки на ферромагнитном сердечнике. Явление феррорезонанса напряжений и токов. Основные понятия, графический анализ, свойства, особенности. Схема и принцип действия простейшего стабилизатора напряжения.	
Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами			26,5
12	Основные понятия, определения и описание схемы и параметров	Понятия и определения цепей с распределёнными параметрами. Схемы замещения цепей, уравнения для мгновенных и синусоидальных электрических величин, первичные и вторичные параметры, формулы расчета комплексных напряжений и токов в любой точке линии при различных режимах.	10,5
13	Режимы работы линий	Режимы линии с потерями и без потерь. Линия без искажений. Линия как четырехполюсник.	16
Модуль 7. Переходные процессы			55
14	Классический метод расчета переходных процессов. Операторный метод расчета переходных процессов.	Законы коммутации. Классический метод расчета переходных процессов при включении цепей с элементами R, L, C на постоянное напряжение. Время и характер переходных процессов, апериодический и колебательный формы процессов, условия их возникновения. Операторный метод расчета переходных процессов. Оригиналы и изображения. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Расчетные схемы замещения в операторной форме, методы расчёта. Теорема разложения.	55
Модуль 8. Теория поля			21,5
15	Уравнения Максвелла. Электростатическое поле. Поле в проводящей среде	ЭМП как единство электрического и магнитного полей. Основные уравнения ЭМП в интегральной и дифференциальной форме, их физический смысл. Электростатическое поле: система уравнений, понятия напряженности, потенциала, математическая связь между ними. Электрическое поле постоянного тока: система уравнений, свойства поля в диэлектрике, законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца для этого поля в проводящей среде. Метод аналогии электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем.	21,5

Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Модуль 2. Электрические цепи переменного тока.		6
	3	Исследование разветвленной цепи переменного тока	2
	3	Исследование цепи переменного тока с индуктивно связанными элементами	2
	4	Изучение метода четырехполюсника при исследовании электроустановок	2
2	Модуль 3. Магнитные и нелинейные цепи постоянного тока		2
	5	Исследование магнитной цепи постоянного тока	2
3	Модуль 4. Трехфазные цепи		6
	7	Исследование трехфазной цепи при соединении приемников в звезду.	2
	7	Исследование трехфазной цепи при соединении приемника треугольником	2
	8	Изучение метода симметричных составляющих при анализе режимов асинхронного двигателя.	2
4	Модуль 5. Нелинейные цепи переменного тока		2
	11	Исследование свойств катушки с ферромагнитным сердечником.	2
		Всего:	16

Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	Модуль 1. Электрические цепи постоянного тока		1
	1	Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод узлового напряжения. Метод эквивалентного генератора. Метод наложения.	1
2	Модуль 2. Однофазные цепи переменного тока		1
	1	Резистор, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока. Резонансные режимы. Цепи с индуктивными связями..	1
3	Модуль 4. Трехфазные цепи		1
	4	Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой, соединенной звездой	0,5
	4	Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой, соединенной треугольником.	0,5
4	Модуль 6. Переходные процессы		1
	6	Расчет переходных процессов в электрических цепях с источниками постоянного тока классическим способом. Расчет переходных процессов в электрических цепях операторным методом.	1
		Всего:	4

Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
Модуль 1. Электрические цепи постоянного тока				
1	Обобщенный закон Ома. Метод преобразования. Законы Кирхгофа	15	Работа с учебной литературой, с лекцией	Опрос на лекции
2	Метод контурных токов. Метод узлового напряжения. Метод наложения.	25	Работа с учебной литературой, с лекцией, выполнение контрольной работы №1	Опрос практических занятиях
Модуль 2. Электрические цепи переменного тока				
3	Резистор, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока. Резонансные режимы. Цепи с индуктивными связями.	35	Работа с учебной литературой, с лекциями, выполнение РГР №1	Опрос практических занятиях Отчеты по лаб. раб. Контр. раб №1
4	Четырехполюсники. Круговые диаграммы	17	Работа с учебной литературой, с лекциями,	Контр. раб №1 Отчет по лаб. раб.
Модуль 3. Магнитные и нелинейные цепи постоянного тока				
5	Магнитные цепи постоянного тока	13	Работа с учебной литературой, с лекциями,	Опрос на лекции
6	Нелинейные цепи постоянного тока	11	Работа с учебной литературой, с лекциями	Опрос на лекции
Модуль 4. Трехфазные цепи				
7	Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой, соединенной звездой	22	Работа с учебной литературой, с лекциями, выполнение контрольной работы №2	20% контрольной работы №2 Отчеты по лаб. раб.
8	Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой, соединенной треугольником.	22	Работа с учебной литературой, с лекциями, выполнение контрольной работы №2	25% контрольной работы №2 Отчеты по лаб. раб.
9	Методика расчета трехфазных цепей методом симметричных составляющих	10	Работа с учебной литературой, с лекциями, выполнение контрольной работы №2	40% контрольной работы №2 Отчет по лаб. раб.
Модуль 5. Несинусоидальные токи. Нелинейные цепи переменного тока				

10	Расчет линейных цепей с источником несинусоидальных ЭДС. Расчет линейных трехфазных цепей с источниками несинусоидального ЭДС.	25	Работа с учебной литературой, с лекциями	Опрос на лекции
11	Свойства и методы анализа нелинейных цепей переменного тока. Катушка на ферромагнитном сердечнике. Феррорезонансы	17	Работа с учебной литературой, с лекциями	Отчет по лаб. раб.
Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами				
12	Основные понятия, определения и описание схемы и параметров	10	Работа с учебной литературой, с лекциями	Опрос на лекции
13	Режимы работы линий	16	Работа с учебной литературой, с лекциями	Опрос на лекции
Модуль 7 Переходные процессы				
14	Классический метод расчета переходных процессов. Операторный метод расчета переходных процессов.	52	Работа с учебной литературой, с лекциями	Опрос практических занятиях
Модуль 8 Теория поля				
15	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Электростатическое поле. Электрическое поле в проводящей среде	21	Работа с учебной литературой, с лекциями.	Опрос на лекции
Всего:		311		

ПРИЛОЖЕНИЕ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости

и промежуточной аттестации студентов

по итогам освоения дисциплины

Теоретические основы электротехники

Направление подготовки *«Агроинженерия»*

Профиль подготовки *«Автоматизация технологических процессов»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная*

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

Цель промежуточной аттестации – проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам, заданиям и расчетно-графическим работам.

Аттестация проходит в форме зачета (1 часть) и экзамена (2 часть). При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично».

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний	Оценочные средства для проверки умений	Оценочные средства для проверки владений
			(1-й этап)	(2-й этап)	(3-й этап)
1.	Модуль 1 Электрические линейные цепи постоянного тока	ОПК-4 ПК-1	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2	Модуль 2, Однофазные электрические цепи синусоидального тока	ОПК-4 ПК-1	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3	Модуль 3 Магнитные и нелинейные цепи	ОПК-4 ПК-1	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3
4	Модуль 4 Трёхфазные цепи	ОПК-4 ПК-1	п. 3.1.4	п. 3.2.4	п. 3.3.4
5	Модуль 5 Линейные электрические цепи с источника-	ОПК-4 ПК-1	п. 3.1.5	п. 3.2.5	п. 3.3.5

	ми несинусои- дального на- пряжения				
6	Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами	ОПК-4 ПК-1	п. 3.1.6	п. 3.2.6	п. 3.3.6
7	Модуль 7 Пере- ходные процессы в линейных элек- трических цепях	ОПК-4 ПК-1	п. 3.1.7	п. 3.2.7	п. 3.3.7
8	Модуль 8 Теория поля	ОПК-4 ПК-1	п. 3.1.8	п. 3.2.8	п. 3.3.8

27.. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК – 4	способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена	Основные законы электротехники и типовые методы анализа электромагнитных явлений	Описывать электромагнитные явления с помощью уравнений по законам электротехники	Владеть методами моделирования и расчета и исследования электрических схем, анализа полученных экспериментальных данных и формулирования соответствующих выводов.
ПК-1	готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	методы анализа электромагнитного поля и законов электротехники для определения параметров электроустановок, виды научно-технической информации, методы проработки и	вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в ви-	навыками исследовательской работы методами экспериментальных исследований, основными методами творческого поиска.

		анализа научно-технической информации	де научно-технического отчета с его публичной защитой	
--	--	---------------------------------------	---	--

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- Основные законы электротехники и типовые методы анализа электромагнитных явлений

Уметь:

- Описывать электромагнитные явления с помощью уравнений по законам электротехники

Владеть:

Владеть методами моделирования и расчета и исследования электрических схем, систем электроснабжения, анализа полученных экспериментальных данных и формулирования соответствующих выводов

27.. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподаателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

1-й этап (уровень знаний):

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

2-й этап (уровень умений):

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками – удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

3-й этап (уровень владения навыками):

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками – удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении зачета определяются по шкале «зачет», «незачет»;

При проведении экзамена – по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

27.. **ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап)

3.1.1. Модуль 1. Электрические цепи постоянного тока

1. Схемы замещения реальных источников энергии: источники напряжения, тока, их свойства, характеристики. Простейшая линейная цепь постоянного тока.
2. Закон Ома. Обобщенный закон Ома. Основные топографические элементы разветвленных цепей. Законы Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца

3.1.2. Модуль 2. Электрические цепи переменного тока.

1. Представление синусоидальных функций временными диаграммами, векторами и комплексными числами. Резистор, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока. Волновые и векторные диаграммы.
2. Последовательное соединение R, L, C – элементов. Векторная диаграмма. Треугольник сопротивлений, мощностей; коэффициент мощности.
3. Параллельное соединение R, L, C. Векторная диаграмма. Треугольник проводимостей.

3.1.3. Модуль 3. Магнитные и нелинейные цепи

1. Основные характеристики магнитных цепей. Закон полного тока.
2. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивление. Типовые нелинейные элементы
3. Цепи с катушкой на ферромагнитном сердечнике как источники несинусоидальности напряжений и токов.
4. Явление феррорезонанса напряжений и токов. Основные понятия

3.1.4. Модуль 4. Трёхфазные цепи

1. Получение электрической энергии трехфазного тока.
2. Схемы соединения источников и приемников трехфазной цепи в звезду, треугольник и их свойства.
3. Активная, реактивная и полная мощности трехфазных цепей.
4. Пульсирующее магнитное поле однофазной катушки. Получение вращающегося магнитного поля с помощью трехфазной системы токов.
5. Разложение несимметричной системы электрических величин на симметричные системы прямой, обратной и нулевой последовательности.

3.1.5 Модуль 5 Линейные электрические цепи с источниками несинусоидального напряжения

1. Разложение периодических функций в тригонометрический ряд Фурье. Максимальное, действующее и среднее значения несинусоидальных токов и напряжений. Коэффициент формы, амплитуды и искажения
2. Симметричные трехфазные цепи с несинусоидальными напряжениями и токами. Особенности поведения высших гармоник в трёхфазных цепях

3.1.6 Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами

1. Понятия и определения цепей с распределенными параметрами. Схемы замещения цепей, первичные и вторичные параметры цепей, формулы расчета комплексных напряжений и токов в любой точке линии при различных режимах.

2. Понятие линии без потерь, линии без искажений. Согласованная нагрузка. Линия как четырехполюсник.

3.1.7 Модуль 7 Переход процессы в линейных электрических цепях

1. Законы коммутации. Время и характер переходных процессов, апериодический и колебательный формы процессов, условия их возникновения.

2. Оригиналы и изображения. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Теорема разложения.

3.1.8 Модуль 8. Теория поля

1. ЭМП как единство электрического и магнитного полей. Основные уравнения ЭМП в интегральной форме, их физический смысл. Переход от уравнений ЭМП в интегральной форме к дифференциальной. Понятия ротора, дивергенции. Полная система уравнений ЭМП в дифференциальной форме

2. Электростатическое поле: система уравнений, понятия напряженности, потенциала, математическая связь между ними. Градиент потенциала поля.

3. Электрическое поле постоянного тока: система уравнений, свойства поля в диэлектрике, законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца для этого поля в проводящей среде.

3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап)

3.2.1. Модуль 1. Электрические цепи постоянного тока

1. Пересчет параметров схем замещения источников при переходе от одной схемы к другой.

2. Метод преобразования. Умение преобразовать треугольник сопротивлений в эквивалентную звезду и наоборот. Метод контурных токов. Метод узлового напряжения. Метод наложения. Условия передачи максимальной мощности от активного двухполюсника в нагрузку.

3. Умение оценивать правильность расчетов по балансу мощностей

4. Умение построения потенциальной диаграммы

3.2.2. Модуль 2. Электрические цепи переменного тока.

1. Комплексный метод расчета цепей с последовательным и параллельным соединением R, L, C элементов

2. Резонансы напряжений и токов. Компенсация реактивной мощности.

3. Расчет цепей со взаимной индукцией

4 Расчет четырехполюсников

27.. Расчет и построение круговых диаграмм двухполюсника и четырехполюсника

3.2.3. Модуль 3. Магнитные и нелинейные цепи

1. Методика решения прямой и обратной задачи расчета неразветвленной неоднородной магнитной цепи.

2. Методы расчета нелинейных цепей: графический метод, метод эквивалентного генератора

3. Метод эквивалентных синусоид, учет потерь в стали в цепях с катушкой на ферромагнитном сердечнике.

4. Схема замещения, уравнение и векторная диаграмма катушки на ферромагнитном сердечнике

5. Феррорезонанс напряжений: графический анализ, свойства, особенности. Схема и принцип действия простейшего стабилизатора напряжения

3.2.4 Модуль 4. Трехфазные цепи

1. Метод двух узлов для расчета трехфазных цепей при соединении источника и приемника звездой.
2. Расчет трехфазных цепей при соединении источника в треугольник и приемника звездой. Расчет трехфазных цепей при соединении источника и приемника треугольником при наличии и отсутствии сопротивлений в линейных проводах.
3. Применение метода симметричных составляющих для расчета трехфазных цепей. Способы симметрирования нагрузки в трехфазных цепях

3.2.5 Модуль 5 Линейные электрические цепи с источниками несинусоидального напряжения

1. Расчет линейных цепей при несинусоидальных напряжениях и токах. Мощности в цепи периодического несинусоидального тока, коэффициент мощности линейных цепей с несинусоидальными напряжениями и токами.
2. Расчет симметричных трехфазных цепей с несинусоидальными напряжениями и токами. Особенности поведения высших гармоник в трёхфазных цепях.

3.2.6 Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами

76. Показать решение дифференциальных уравнений длинной линии при установившемся синусоидальном процессе.
77. Как определить волновое сопротивление и коэффициент распространения для однородной линии? Каковы физический смысл и размерности этих характеристических параметров?
78. Показать вывод формул для расчета комплексов напряжения и тока в линии при заданных напряжениях и токах в начале и в конце линии.
79. Дать вывод математического выражения и графически изобразить напряжение и ток в любой точке линии для прямой и обратной бегущих волн.
80. Дать анализ однородной линии при различных режимах работы: ХХ, КЗ, нагрузочный режим, как наложение режимов ХХ и КЗ. Показать способы определения Z_B и γ по данным этих режимов.
81. Дать определение линии без потерь, формулы для расчета Z_B и γ , напряжения и тока в любой точке линии.
82. Дать определение входного сопротивления линии, формулы для расчета этого параметра для длинной линии с нагрузкой, при согласованной нагрузке. Определить выражение для входного сопротивления линии без потерь в режимах ХХ и КЗ, изобразить графики их изменения в функции от расстояния до конца (или начала) линии.

3.2.7 Модуль 7 Переход процессы в линейных электрических цепях

1. Классический метод расчета переходных процессов при включении цепей с элементами R , L , C на постоянное и синусоидальное напряжение. Расчет переходных процессов в разветвленных цепях.
2. Операторный метод расчета переходных процессов. Расчетные схемы замещения в операторной форме, методы расчёта.

3.2.8 Модуль 12. Теория поля

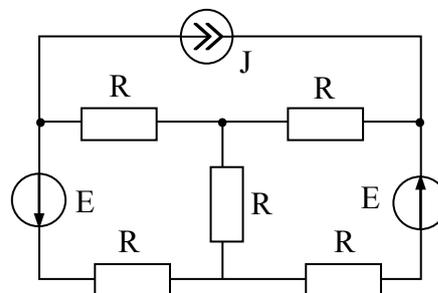
1. Математическое описание и графическое представление плоскопараллельного электростатического поля двух заряженных осей, двухпроводной линии. Метод зеркальных изображений. Свойства и параметры электростатического поля двухпроводной линии с учетом влияния земли.

2. Метод аналогии электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем.

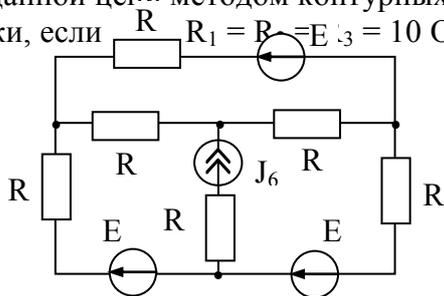
3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

3.3.1. Модуль 1. Электрические цепи постоянного тока

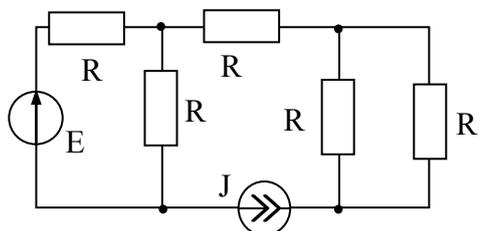
Рассчитать токи во все ветвях заданной цепи с применением законов Кирхгофа. $E_1 = E_2 = 10 \text{ В}$, $J = 1 \text{ А}$.
 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10 \text{ Ом}$,



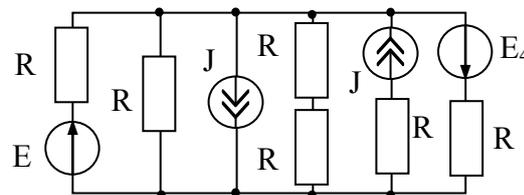
2. Показать последовательность и особенности расчета заданной цепи методом контурных токов. Определить токи, если $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$, $E_1 = E_2 = 10 \text{ В}$, $R_4 = R_5 = R_6 = 5 \text{ Ом}$,
 $E_3 = 15 \text{ В}$, $J_6 = 1 \text{ А}$



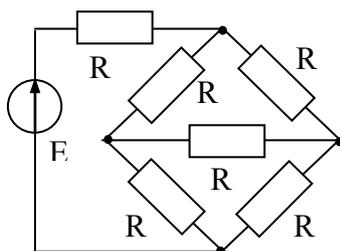
4. Методом наложения определить ток I_2 в заданной цепи. $J = 3,5 \text{ А}$, $E_2 = 3 \text{ В}$, $R_1 = R_5 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = R_4 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$



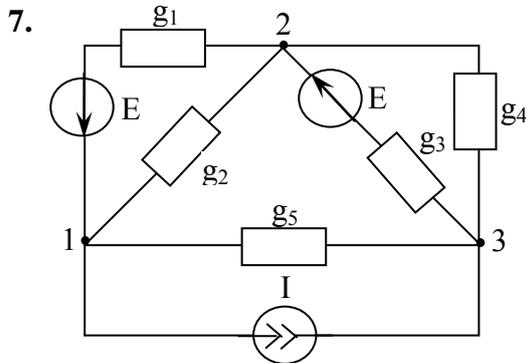
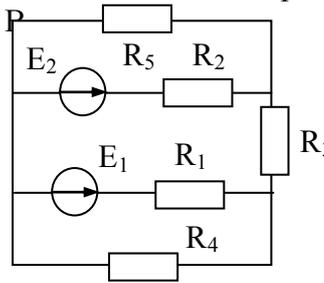
4. Рассчитать ток в ветви I_4 заданной цепи методом двух узлов, если $J_3 = J_5 = 1 \text{ А}$, $E_1 = 10 \text{ В}$, $R_1 = R_4 = R_5 = R_6 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = R_7 = 8 \text{ Ом}$, $E_4 = 12 \text{ В}$.



27.. Рассчитать токи в элементах заданной цепи используя преобразования схем треугольника в звезду и наоборот, если $E = 27 \text{ В}$, $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = R_4 = R_5 = R_6 = 9 \text{ Ом}$, $R_3 = 12 \text{ Ом}$.



6. Рассчитать ток I_2 в заданной цепи методом эквивалентного генератора. $R_1 = R_3 = 12$ Ом, $R_2 = R_5 = 8$ Ом, $R_4 = 6$ Ом, $E_1 = E_2 = 18$ В

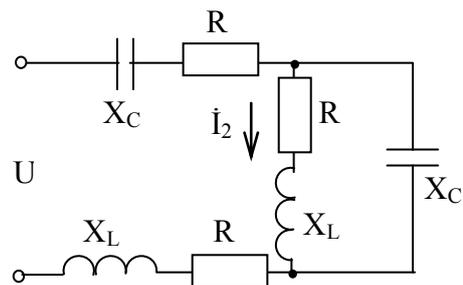


Составить систему уравнений для расчета цепи методом узловых потенциалов. Записать выражения для определения коэффициентов уравнений и токов в ветвях.

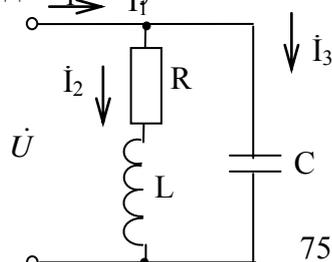
3.3.2. Модуль 2. Электрические цепи переменного тока.

1. Рассчитать ёмкость, которую нужно подключить к нагрузке с $R = 8$ Ом и $X_L = 8$ Ом, чтобы повысить $\cos\phi$ в цепи до 0,9. При напряжении сети 220 В, определить токи в нагрузке, ёмкости и ток, потребляемый из сети. Построить векторную диаграмму, $f = 50$ Гц.

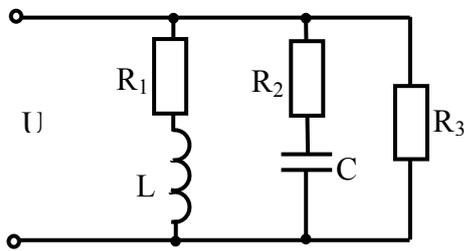
2. Что такое топографическая диаграмма? По каким методикам и в какой последовательности она может строиться? Определить в заданной цепи токи \dot{I}_1 , \dot{I}_3 и напряжение на входе, если ток $\dot{I}_2 = 1$ А, а $R_1 = R_2 = R_0 = X_{L1} = X_{L2} = X_C = 2$ Ом. Построить топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов



3. Дать определение резонанса токов: в каких цепях, при каких условиях, как проявляется? Рассчитать величину ёмкости, при которой в заданной цепи наступает резонанс токов, если $R = 11,2$ Ом, $L = 40$ мГн, $f = 50$ Гц. Определить токи I_1, I_2, I_3 , если $U = 10$ В. Построить векторную диаграмму.

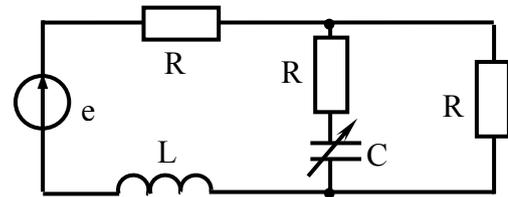


4. Дать определение резонанса напряжений: в каких цепях, при каких условиях, как проявляется? Определить емкость, которую нужно включить последовательно с катушкой $R = 16 \text{ Ом}$, $L = 158 \text{ мГн}$ заданной цепи, чтобы в ней наступил режим резонанса напряжений при частоте 50 Гц . Рассчитать ток, мощность в цепи, напряжение на катушке. Построить диаграмму напряжений. $U = 10 \text{ В}$.

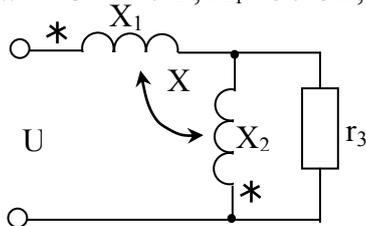


5. Для заданной цепи рассчитать токи в ветвях, мощность и $\cos\phi$ цепи. Построить векторную диаграмму напряжения и токов, если $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$, $U = 100 \sin(314t - 300) \text{ В}$, $C = 300 \text{ мкФ}$, $L_1 = 0,1 \text{ Гн}$.

6. Рассчитать данные для построения круговой диаграммы тока третьей ветви при изменении емкости C_2 , если $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$, $L_1 = 0,05 \text{ Гн}$, $f = 50 \text{ Гц}$, $e = 100 \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ В}$.



27.. $U = 220 \text{ В}$, $X_1 = 30 \text{ Ом}$, $X_2 = 50 \text{ Ом}$, $r_3 = 50 \text{ Ом}$, $X_M = 10 \text{ Ом}$

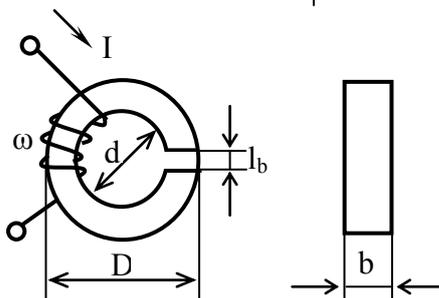
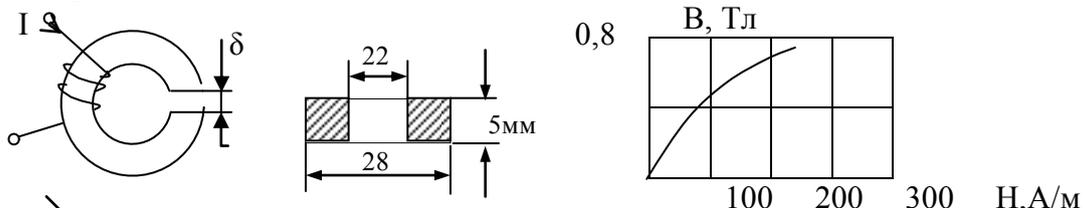


Вычислить ток в неразветвленной части схемы с помощью уравнений по законам Кирхгофа в комплексной форме.

8. Рассчитать постоянные четырехполюсника по данным опытов ХХ и КЗ, при включении источника к первичным зажимам и ОКЗ при подключении источника ко вторым зажимам. $U_{10} = 110 \text{ В}$, $U_{1К} = 110 \text{ В}$, $U_{2К} = 110 \text{ В}$, $I_{10} = 1,61 \text{ А}$, $I_{1К} = 1,2 \text{ А}$, $I_{2К} = 0,7 \text{ А}$, $P_{10} = 50 \text{ Вт}$, $P_{1К} = 49 \text{ Вт}$, $P_{2К} = 4 \text{ Вт}$, $\phi_{10} > 0$; $\phi_{1К} > 0$; $\phi_{2К} < 0$.

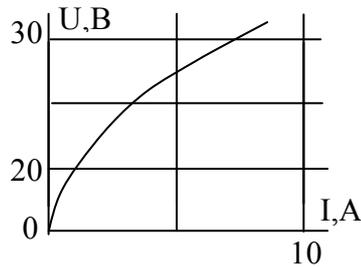
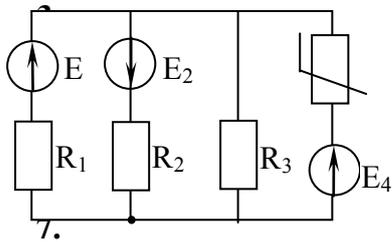
3.3.3. Модуль 3. Магнитные и нелинейные цепи

1. Показать методику расчета магнитной цепи на примере заданной цепи. $I = 1 \text{ А}$, $\omega = 100$ витков, $\delta = 0,1 \text{ мм}$. Определить значение магнитного потока в зазоре магнитной цепи. Сердечник выполнен из стали Э42.

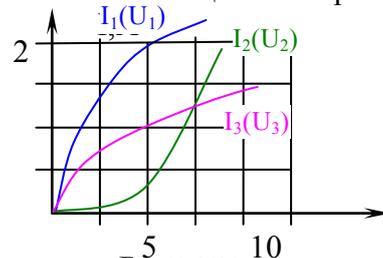
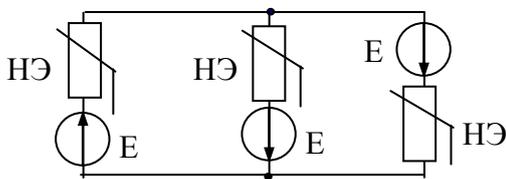


2. Определить ток в катушке с числом витков $\omega = 100$, намотанной на кольцевой сердечник из электротехнической стали чтобы создать магнитный поток $\Phi = 20 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$, $D = 28 \text{ см}$, $d = 20 \text{ см}$, $l_b = 0,1 \text{ мм}$, $b = 5 \text{ см}$.

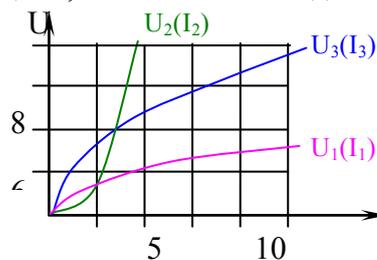
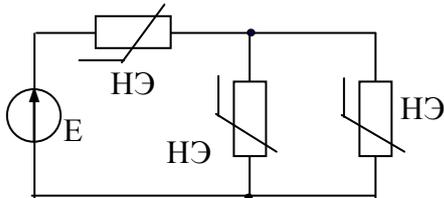
2. Определить ток в нелинейном элементе, ВАХ которым задана: $R_2 = 15 \text{ Ом}$, $R_3 = 20 \text{ Ом}$, $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $E_1 = E_4 = 12 \text{ В}$, $E_2 = 6 \text{ В}$.



4. Показать расчет нелинейной электрической разветвленной цепи на примере схемы, $E_1 = 5 \text{ В}$, $E_2 = 10 \text{ В}$, $E_3 = 10 \text{ В}$.

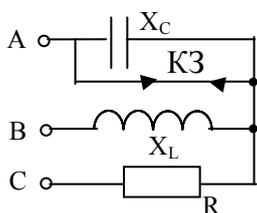


27.. Рассчитать токи в ветвях заданной цепи, если ВАХ НЭ заданы, а $E = 8 \text{ В}$.

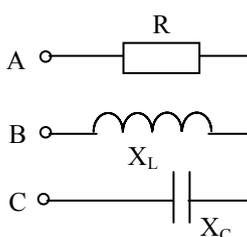


6. Рассчитать по данным опыта параметры эквивалентной схемы замещения катушки на ферромагнитном сердечнике с параллельным соединением элементов $P=16 \text{ Вт}$, $U=100 \text{ В}$, $I=0,2 \text{ А}$, $R_K=2 \text{ Ом}$, $X_S = 10 \text{ Ом}$. Показать схему замещения, объяснить назначение каждого ее элемента

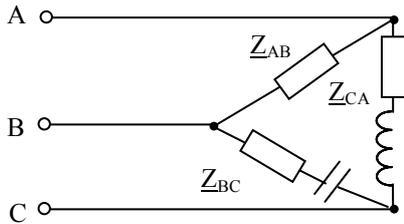
3.3.4. Модуль 4. Трехфазные цепи



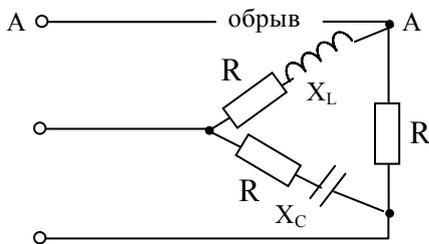
1 С помощью метода двух узлов рассчитать фазные напряжения и токи приемника, у которого $R = X_L = X_C = 10 \text{ Ом}$, если произошло короткое замыкание фазы А. Источник симметричный $\dot{U}_B = 100 \text{ В}$. Построить топографическую и векторную диаграммы.



2. Рассчитать фазные напряжения и токи приемника, у которого $R = X_L = X_C = 10 \text{ Ом}$, если он подключен к несимметричному источнику с $\dot{U}_A = 100 \text{ В}$, $\dot{U}_B = 100e^{-j90^\circ} \text{ В}$, $\dot{U}_C = 141e^{j135^\circ} \text{ В}$. Построить топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов, рассчитать активную мощность.



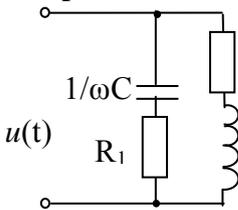
3. Рассчитать фазные и линейные токи, активную мощность приемника, у которого $Z_{AB} = 18 \text{ Ом}$, $Z_{BC} = 10 - j10 \text{ Ом}$, $Z_{CA} = 15 + j10 \text{ Ом}$. Источник симметричный $\dot{U}_{BC} = 380 \text{ В}$. Построить топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов.



4. Рассчитать фазные и линейные токи, активную мощность приемника, соединенного треугольником, при обрыве линии А. $R = 10 \text{ Ом}$, $X_L = 18 \text{ Ом}$, $X_C = 6 \text{ Ом}$. Источник симметричный $\dot{U}_{AB} = 380 \text{ В}$. Построить топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов.

5. Рассчитать методом симметричных составляющих токи электродвигателя, потребляемые из сети с несимметричными напряжением $\dot{U}_{AB} = 220 \text{ В}$, $\dot{U}_{BC} = 282e^{-j135^\circ} \text{ В}$, $\dot{U}_{CA} = 220e^{j90^\circ} \text{ В}$. Сопротивление фазы двигателя токам прямой последовательности $Z_1 = 5 + j5 \text{ Ом}$, обратной $Z_2 = 0,5 + j0,5 \text{ Ом}$, нулевой $Z_0 = \infty$.

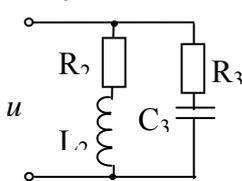
3.3.5 Модуль 5 Линейные электрические цепи с источниками несинусоидального напряжения



1. Определить выражение для мгновенного значения тока $i(t)$, потребляемого цепью, если $\omega L = 6 \text{ Ом}$; $1/\omega C = 9 \text{ Ом}$, $R_1 = R_2 = 10 \text{ Ом}$,

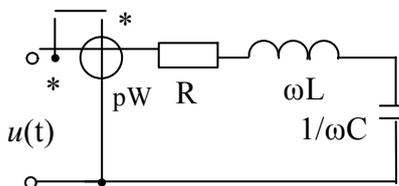
$$u(t) = 100 + 100 \sin(\omega t + 30^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 45^\circ).$$

2. Рассчитать действующие значения тока, потребляемого заданной цепью от источника несинусоидального напряжения



$$u = 100 + 50 \sin(\omega t + 30^\circ) + 15 \sin(3\omega t - 45^\circ) \text{ В}, R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}, L_2 = 0,05 \text{ Гн}, C = 100 \text{ мкФ}, \omega = 314 \text{ 1/с}.$$

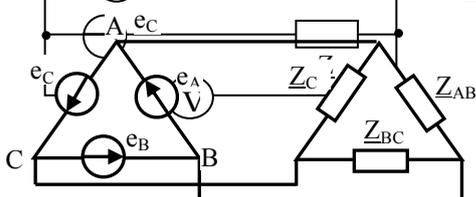
3.



Определить показания ваттметра, $\cos \varphi$ и коэффициент мощности, если $U = 100 \text{ В}$, $\omega L = 12 \text{ Ом}$; $1/\omega C = 8 \text{ Ом}$, $R = 10 \text{ Ом}$.

$$u(t) = 100 + 100 \sin(\omega t + 30^\circ) + 30 \sin(3\omega t - 45^\circ)$$

27. Определить методом наложения и двух узлов показания приборов в цепи, если $u(t) = 100 + 50 \sin(\omega t + 30^\circ) + 15 \sin(3\omega t - 45^\circ) + 15 \sin(5\omega t - 30^\circ) \text{ В}$, $Z = j\omega L = j10 \text{ Ом}$. Генератор симметричный.



5. Определить действующие значения фазных и линейных токов приемника, если

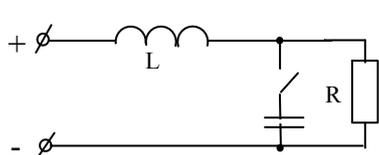
$$e_A = 100 \sin \omega t + 50 \sin 3\omega t + 15 \sin(5\omega t - 30^\circ)$$

$$B, \underline{Z} = j5 \text{ Ом}, \underline{Z}_{\text{ист}} = 0$$

3.3.6 Модуль 6 Цепи с распределёнными параметрами

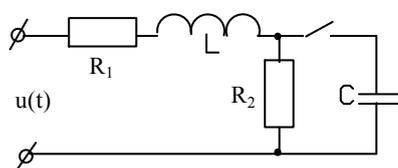
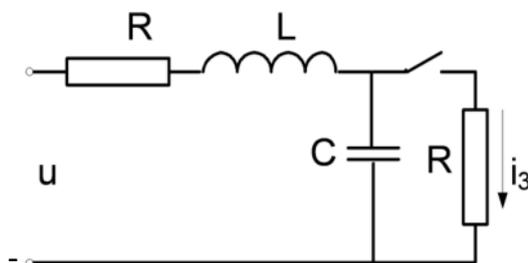
1. Параметры линии: $R_0 = 3 \text{ Ом/км}$, $L_0 = 2 \text{ мГн/км}$, $G_0 = 0$, $C_0 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ Ф/км}$. При угловой частоте $\omega = 2000 \text{ С}^{-1}$, определить волновое сопротивление линии Z_B , коэффициент затухания α и коэффициент фазы β .
2. Определить волновое сопротивление и коэффициент распространения однородной линии, если при ХХ ее сопротивление равно $\underline{Z}_{1\text{ХХ}} = 386e^{i42^\circ 26'}$ Ом, а при КЗ $\underline{Z}_{1\text{КЗ}} = 4620e^{-j53^\circ 35'}$ Ом, частота $f = 800 \text{ Гц}$, $\ell = 10 \text{ км}$.
3. Определить параметры L_0 , C_0 воздушной линии без потерь, если ее волновое сопротивление $\underline{Z}_B = 300 \text{ Ом}$, а скорость волны $V = 3 \cdot 10^5 \text{ км/с}$, $f = 500 \text{ Гц}$.
4. Определить входное сопротивление $\underline{Z}_{\text{вх}}$ линии без потерь длиной в $\frac{1}{4} \lambda$ (λ - длина волны) в режиме ХХ, если волновое сопротивление линии $Z_B = 1000 \text{ Ом}$.

3.3.7 Модуль 7 Переход процессы в линейных электрических цепях



1. Что понимают под независимыми начальными условиями? Как они определяются? Определить начальные условия для токов в ветвях заданной цепи, если $R = 50 \text{ Ом}$, $C = 10 \text{ мкФ}$, $L = 0,1 \text{ Гн}$, $U = 100 \sin(314t + 30^\circ)$.

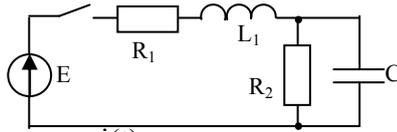
2. Определить значение тока $i_3(0+)$ в первоначальный момент после коммутации в заданной цепи, если $U = 100 \text{ В}$, $R=10 \text{ Ом}$, $C = 319 \text{ мкФ}$, $L = 63,6 \text{ мГн}$.



3. Физический смысл и методика определения вынужденной и свободной составляющих переходной электрической величины. Определить численное значение вынужденной и выражение для свободной составляющих $u_C(t)$, если $u(t) = 100 \sin(314t + 90^\circ)$, $R_1 = 40 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $L = 50 \text{ мГн}$, $C = 30 \text{ мкФ}$.

4. Рассчитать классическим способом и построить графики изменения тока в цепи RL при подключении к источнику напряжения синусоидальной формы $u=100\sin(500t-30^\circ)$, если $R=20 \text{ Ом}$, $L=0,1 \text{ Гн}$,
5. Рассчитать и построить графики изменения напряжение и тока в емкости цепи RC при включении от источника постоянной ЭДС. Если $U=100 \text{ В}$, $R=100 \text{ Ом}$, $C=100 \text{ мкФ}$.

6. Найти операторное изображение тока $I_2(p)$ в заданной цепи применением законов Кирхгофа.

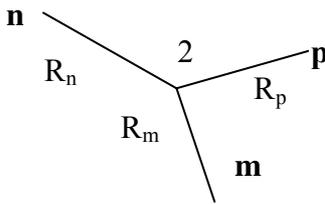


7. Найти оригинал тока $i(t)$, если операторное изображение (по Лапласу) имеет вид

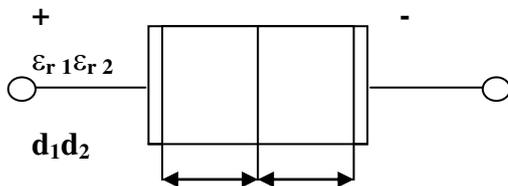
$$I(p) = U \frac{pL + R}{(2pLR + 3R^2)p}$$

3.3.8 Модуль 8. Теория поля

1. В электрическом поле заряженной оси напряженность в точке p равна 250 В/м. Найти напряжение между точками m и n , если $R_p = 30$ см, $R_m = 15$ см,



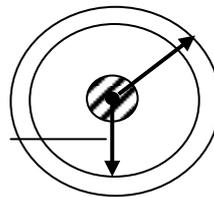
2. Два положительных точечных заряда q и $4q$ расположены в воздухе на расстоянии 12 см друг от друга. Найти расположение точки, в которой напряженность электрического поля равна нулю.
3. Плоский конденсатор с двумя слоями диэлектрика зарядили до напряжения 100 В и отключили от источника $d_1 = d_2 = 1$ см, $\epsilon_{r1} = \epsilon_{r2} = 6$. Найти электрическое смещение, напряженность электрического поля в обоих диэлектриках.



4. К цилиндрическому конденсатору, радиус внутренней обкладки которого $R_1 = 5$ мм, наружной $R_2 = 1$ см, приложено напряжение $U = 100$ В. Определить ток утечки изоляции, если удельная проводимость $\rho = 2 \cdot 10^{-5}$ 1/Ом м.

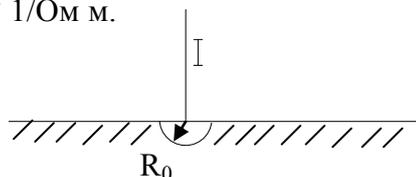
R_1

ρ



R_2

5. Определить радиус R_0 полусферического заземлителя, погруженного в глинистый грунт, если через него протекает ток $I = 105$ А, а максимальное шаговое напряжение не превышает $U = 50$ В. Шаг человека принять равным 0,8 м. Удельная проводимость грунта $\gamma = 5 \times 10^{-2}$ 1/Ом м.



Контрольная работа №1 «Электрические цепи синусоидального тока»

Структура работы: Для электрической схемы выполнить следующее:

9. На основании законов Кирхгофа составить в общем виде систему уравнений для расчета токов во всех ветвях цепи, записав ее в двух формах: дифференциальной и символической.
10. Определить комплексы действующих значений токов во всех ветвях одним из методов расчета линейных электрических цепей.
11. Определить показание ваттметра: а) с помощью выражения для комплексов тока и напряжения на ваттметре; б) по формуле $UI \cos \varphi$.
12. Построить топографическую диаграмму совмещенную с векторной диаграммой токов. При этом потенциал точки А принять равным нулю.
13. Построить круговую диаграмму для тока в одном из сопротивлений цепи при изменении модуля этого сопротивления в пределах от нуля до бесконечности. Сопротивление, подлежащее изменению, отмечено на схеме стрелкой.
14. Построить график изменения тока в имеющемся сопротивлении в зависимости от модуля этого сопротивления.
15. Написать выражение для мгновенного значения тока и напряжения. Построить график зависимости указанной величины от ωt .

Контрольная работа №2

«ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ»

Структура работы:

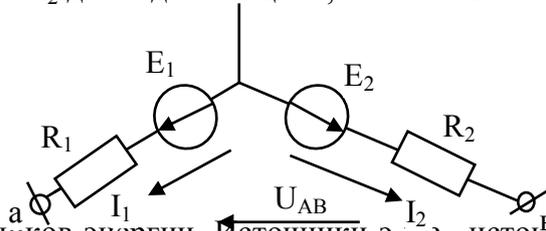
Трехфазный генератор с несимметричной системой синусоидальных фазных напряжений ($\dot{E}_A, \dot{E}_B, \dot{E}_C$) питает асинхронный двигатель и статическую нагрузку, соединенную  схемы или , с элементами R, L, C. (Рис. № 4 – 1 ... № 4 – 20).

Значения фазных ЭДС генератора, частоты тока (f), параметров элементов схем (R, L, C) и сопротивлений асинхронного двигателя токам прямой и обратной последовательностей (Z_1, Z_2) приведены в таблице № 4 – 1. Определить:

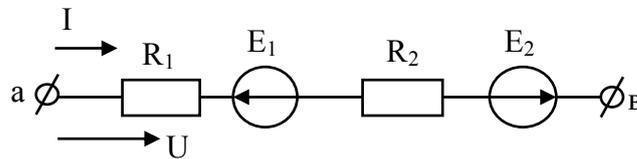
5. Ток во всех элементах всех фаз схемы статической нагрузки, двигателя, генератора.
6. Определить полную, активную и реактивную мощности, отдаваемые генератором в цепь.
7. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений заданной цепи.
8. Построить векторную диаграмму токов и напряжений систем симметричных составляющих.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ ПО ТОЭ (I часть)

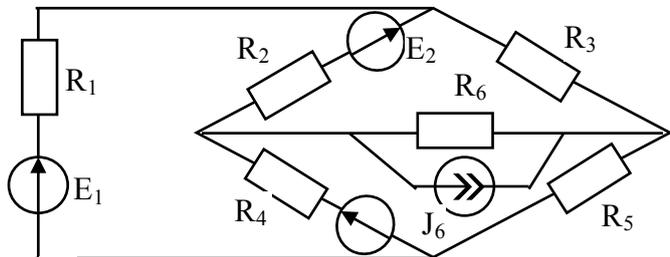
49. Дать определение электрической цепи и ее основных элементов, эквивалентной схемы замещения (модели) реальной электроустановки. Объяснить физическую суть активного, индуктивного и емкостного сопротивлений.
50. Дать определения понятий э.д.с., напряжения, тока. Выразить напряжение U_{AB} через величины E_1 , E_2 и токи I_1 и I_2 для заданной цепи, объяснить.



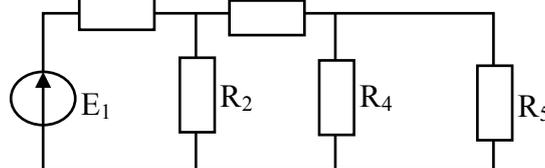
51. Схемы замещения источников энергии. Источники э.д.с., источники тока как схемы замещения реальных источников энергии, их свойства, характеристики, переход от одной схемы к другой.
52. Объяснить применение закона Ома для участка цепи с э.д.с. Вывести формулы для расчета тока в заданной цепи.



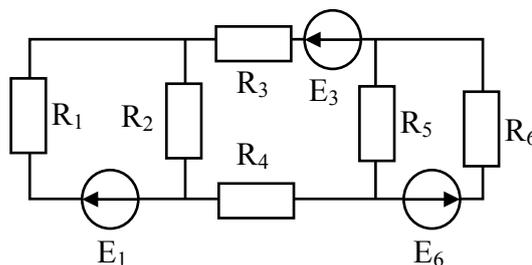
53. Дать определение основных топологических элементов электрических схем: ветвь, узел, контур на примере схемы: определить количество их в схеме.



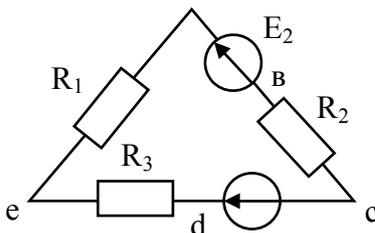
54. Показать на примере заданной схемы метод расчета произвольной цепи (преобразование схемы).



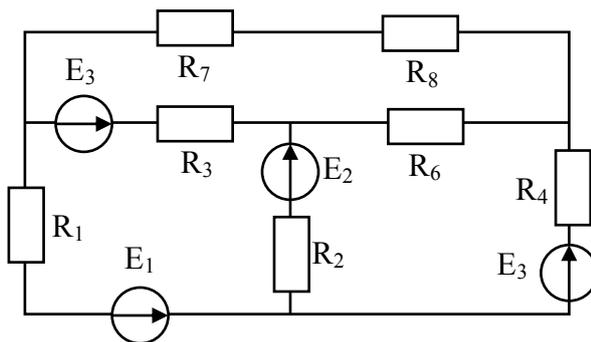
55. Дать определения законов Кирхгофа для электрической цепи. Объяснить методику расчета электрической цепи непосредственным применением законов Кирхгофа на примере заданной схемы.



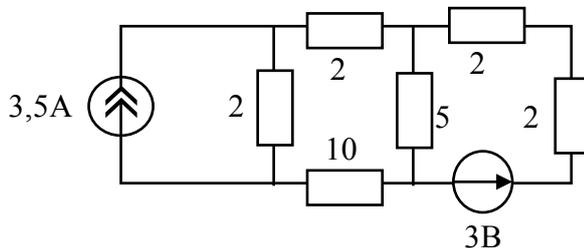
56. Показать использование потенциальной диаграммы, энергетического баланса для проверки правильности расчета электрической цепи. Построить потенциальную диаграмму для контура заданной цепи. $E_2=5\text{ В}, E_3=30\text{ В}, R_1=R_3=10\text{ Ом}, R_2=5\text{ Ом}$.



57. На примере заданной схемы показать последовательность и особенности расчета методом контурных токов.

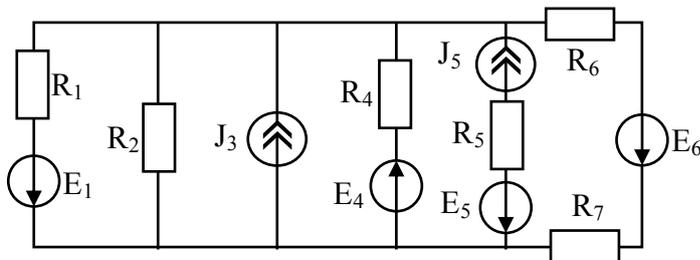


58. Объяснить принцип наложения для расчета электрических цепей. Методом наложения определить токи в ветвях заданной цепи. Объяснить последовательность и особенности этого метода расчета.

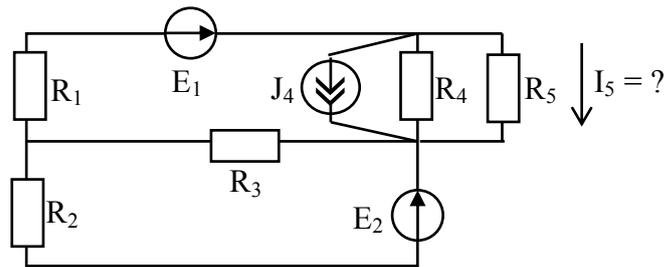


59. Составить по методу узловых потенциалов для заданной цепи систему обобщенных уравнений, объяснить методику определения коэффициентов в уравнениях, последовательность дальнейшего расчета.

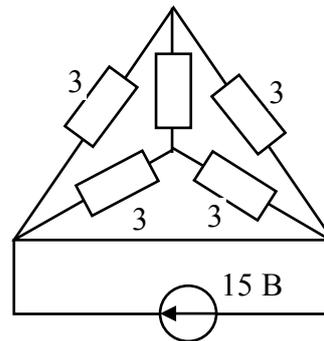
60. Показать расчет токов в ветвях заданной цепи методом двух узлов.



61. Показать расчет методом эквивалентного генератора (на примере заданной схемы).



62. Показать последовательность расчета токов в электрической цепи с преобразованием схем треугольника или звезды на примере заданной схемы.



63. Основные понятия синусоидальной функции электрической величины: амплитуда, начальная фаза, угловая частота. Определить мгновенное значение тока $i = 100 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$ для времени $t = \frac{1}{80}$ с, если $f = 50$ Гц.

64. Дать определение действующим и средним значениям электрических величин. Вывести формулы для определения этих значений через амплитудное значение. Дать определение и доказать числовое значение коэффициентов амплитуды и формы кривой для синусоидальных величин.

65. Объяснить назначение и способ построения волновых диаграмм электрических величин. Определить сдвиг по фазе двух синусоидально изменяющихся величин $i_1 = 5 \sin\left(314t + \frac{\pi}{4}\right)$, $i_2 = 2 \sin(314t + 30^\circ)$. Изобразить графически.

66. Объяснить назначение и метод построения векторных диаграмм. Найти с помощью векторной диаграммы ток в неразветвленной части цепи, если к узлу подходят два тока $i_1 = 10 \times \sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ)$ А, $i_2 = 8 \times \sqrt{2} \sin(\omega t + 120^\circ)$ А.

67. Описать процесс в цепи с активным сопротивлением, с индуктивностью и с емкостью, подключенными к источнику синусоидальной ЭДС. Дать определение и объяснить физическую суть индуктивного и емкостного сопротивления, угла сдвига фазы между током и напряжением. Построить зависимости тока, напряжения и мощности на индуктивности в функции времени (волновые диаграммы) и векторную диаграмму.

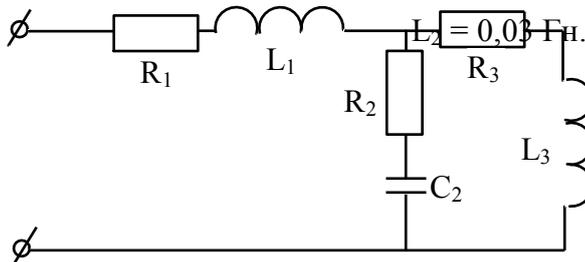
68. Используя второй закон Кирхгофа и соотношения между напряжением и током на элементах R, L, C, вывести формулу для расчета полного сопротивления цепи с последовательно соединенными элементами R, L, C. Построить векторную диаграмму напряжений этой цепи.

69. Используя первый закон Кирхгофа и соотношения между напряжениями и токами на элементах R, L, C, вывести формулу для расчета полной проводимости цепи пере-

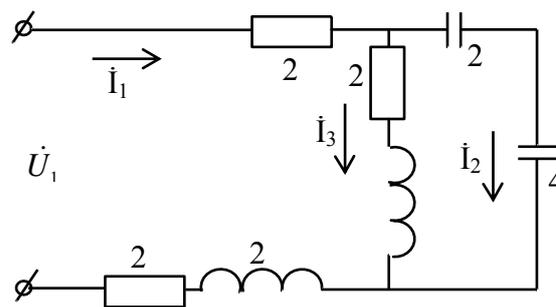
менного тока с параллельно соединенными элементами R, L, C. Построить векторную диаграмму токов этой цепи.

70. Дать определение резонанса напряжений, математического выражения условия его существования. Особенности режима цепи при резонансе: ток, напряжение, $\cos \varphi$, векторная диаграмма цепи. Добротность контура.
71. Дать определение резонанса токов, изобразить векторные диаграммы токов в режиме резонанса для цепи с идеальными L и C; для цепи, где последовательно с L и C включены активные сопротивления. Дать объяснения понятия коэффициента мощности, формулу определения и способы повышения его величины.
72. Определение сопротивления, проводимости в комплексной форме неразветвленной цепи, треугольники сопротивлений и проводимостей. Рассчитать комплексное сопротивление заданной цепи.

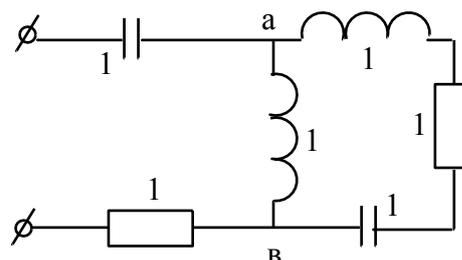
$$L_1 = 0,03 \text{ Гн}, C_2 = 200 \text{ мкФ} \quad R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 15 \text{ Ом}, \\ R_3 = 10 \text{ Ом}, f = 50 \text{ Гц},$$



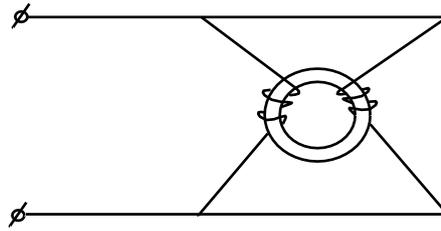
73. Комплексная мощность: полная, реактивная, активная составляющие. Треугольник мощностей. Соотношение между составляющими комплексной мощности для последовательной и параллельной схем замещения. Баланс мощности в цепях.
74. Топографическая диаграмма: определение, методики построения, применение. С помощью топографической и векторной диаграмм определить в заданной цепи токи I_1 и I_2 и напряжение на входе \dot{U}_1 , если ток $\dot{I}_3 = 1 \text{ А}$. Значения сопротивлений в Омах указаны на схеме.



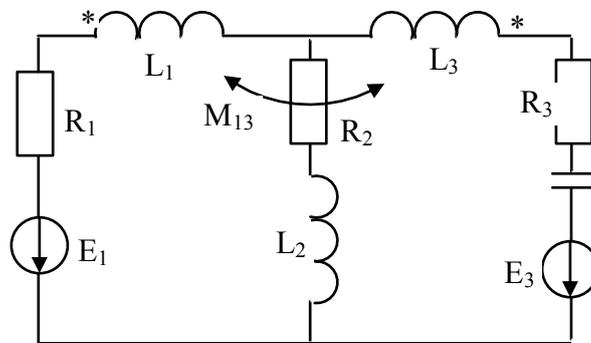
75. Определить токи в заданной схеме, если параметры элементов цепи заданы в Омах, а напряжение источника $\dot{U} = 100 \text{ В}$.



76. Дать определение цепи с взаимной индукцией, одноименных зажимов индуктивно связанных элементов. Метод экспериментального определения одноименных зажимов. Составить эквивалентную схему замещения заданной цепи.

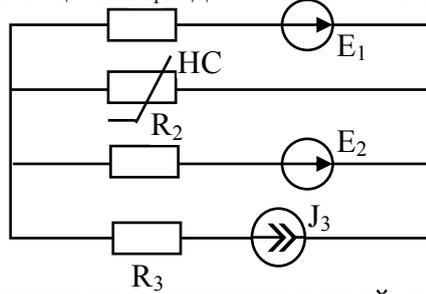


77. Последовательное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Уравнения и сопротивления цепи в комплексной форме. Топографическая диаграмма, емкостный эффект.
78. Уравнения, сопротивления, векторная и топографическая диаграмма цепи с параллельным соединением индуктивно связанных элементов цепи.
79. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа для расчета токов в заданной цепи с индуктивными связями.

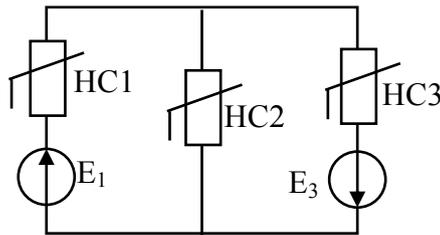


80. Схема замещения, уравнения и векторная диаграмма трансформатора без ферромагнитного сердечника.
81. Обосновать метод преобразования двух индуктивно связанных элементов, присоединенных к одному узлу в эквивалентную схему без индуктивной связи.
82. Основные понятия о четырехполюснике, назначение, схема, основные формы записи уравнений четырехполюсника.
83. Дать вывод математической связи между коэффициентами четырехполюсника и параметрами Π и T образными схемами замещения.
84. Составить формулу расчета постоянных четырехполюсника по данным опытов холостого хода и короткого замыкания при включении источника к первым зажимам и опыта короткого замыкания при подключении источника ко вторым зажимам.
85. Методика построения круговой диаграммы активного двухполюсника. Определение электрических величин по элементам диаграмм. Расчет масштабов электрических величин.
86. Методика построения круговой диаграммы четырехполюсника. Определение электрических величин по элементам диаграмм. Расчет масштабов электрических величин.
87. Нелинейные электрические цепи. Свойства нелинейных элементов и их характеристики. Статические и дифференциальные сопротивления. Замена нелинейного сопротивления эквивалентным линейным и ЭДС.
88. Расчет простейших нелинейных цепей при их последовательном, параллельном и смешанном соединении.
89. Показать расчет сложных нелинейных электрических цепей на примере схемы.

90. Показать расчет тока в НС заданной цепи R_1 годом эквивалентного генератора.



91. Показать методику замены нескольких параллельных ветвей, содержащих НС и ЭДС одной эквивалентной (на примере схемы).

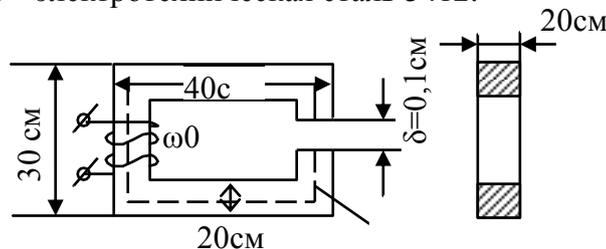


92. Магнитные свойства веществ. Основные характеристики, свойства магнитных материалов и величин (B , H , μ).

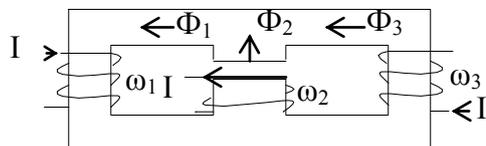
93. Магнитные цепи. Определения. Законы магнитных цепей. (Законы полного тока, Ома, Кирхгофа).

94. Расчет неразветвленных магнитных цепей. Прямая задача на примере магнитной цепи из электротехнической стали 3412.

95. Расчет неразветвленных магнитных цепей. Обратная задача на примере заданной цепи. Материал – электротехническая сталь 3412.

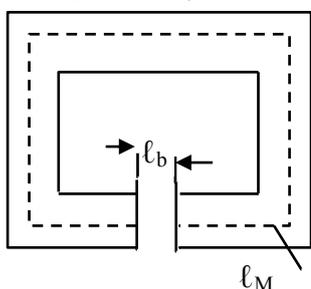


96. Показать методику расчета разветвленной магнитной цепи.



$$I_1 = I_2 = I_3 \omega_1 > \omega_2 > \omega_3 \quad \ell_1 = \ell_3 = 2\ell_2 \quad 2S_1 = 2S_3 = S_2$$

97. Показать методику расчета магнитной цепи постоянного магнита. Рассчитать магнитную индукцию в зазоре магнитной цепи с постоянным магнитом, если $\ell_M = 16$ см, $S_M = S_B = 9$ см², $\ell_B = 2$ мм.



Кривая размагничивания.

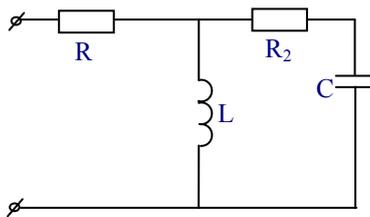
B, T	0	0,28	0,54	0,70	0,90
------	---	------	------	------	------

Н,А/см	-190	-160	-120	-80	0
--------	------	------	------	-----	---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТОЭ

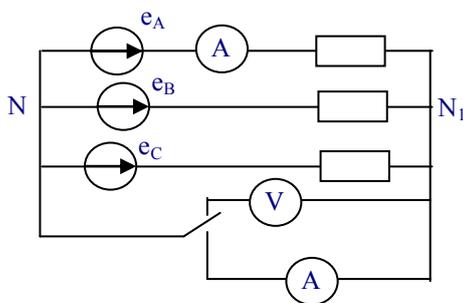
1. Устройство и принцип действия трехфазного генератора. Маркировка обмоток и выводов. Трехфазная система ЭДС. Волновая и векторная диаграммы. Порядок чередования фаз.
2. Записать выражения для напряжений симметричной трехфазной системы для мгновенных значений в комплексной форме, с помощью оператора поворота на 120° . Представить ее графически в виде векторной и волновой диаграмм.
3. Дать определение схемы соединения элементов трехфазного устройства в звезду. Маркировка, направления ЭДС, токов и напряжений. Фазные и линейные токи и напряжения, соотношения между ними. Векторная и топографическая диаграммы.
4. Дать определение схемы соединения элементов трехфазного устройства в треугольник. Маркировка, направления ЭДС, токов и напряжений. Фазные и линейные токи и напряжения, соотношения между ними. Векторная и топографическая диаграммы.
5. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой и источником, соединенным треугольником, при отсутствии сопротивления линейных проводов. Топографическая и векторная диаграммы.
6. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой, соединенной в звезду, при заданной системе фазных напряжений источника. Как строится топографическая и векторная диаграмма этой цепи по результатам расчета?
7. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой, соединенной треугольником, при наличии сопротивлений в линейных проводах. Источник симметричный.
8. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой, соединенной в звезду, при заданной несимметричной системе линейных напряжений.
9. Методика расчета трехфазных цепей с несимметричной статической нагрузкой, соединенной треугольником, при наличии сопротивлений в линейных проводах и заданной несимметричной системой линейных напряжений.
10. Активная, реактивная и полная мощность трехфазной цепи, при соединении нагрузки в звезду и треугольник.
11. Доказать во сколько раз токи и мощность симметричной трехфазной нагрузки, соединенной в треугольник, больше токов и мощности этой же нагрузки, соединенной в звезду.
12. С помощью метода двух узлов дать анализ режима работы трехфазного приемника с активной нагрузкой, соединенной в звезду, при обрыве фазы А приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
13. С помощью метода двух узлов дать анализ режима работы трехфазного приемника с активной нагрузкой, соединенного в звезду без нулевого провода, при коротком замыкании одной из фаз нагрузки. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
14. Дать анализ различных несимметричных режимов приемника, соединенного в звезду с нулевым проводом. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
15. Дать анализ режима работы трехфазного приемника с нагрузкой, соединенной в треугольник, при обрыве одной фазы приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
16. Дать анализ режима работы трехфазного приемника с нагрузкой, соединенной в треугольник, при разрыве одной из линий. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

17. Оценить особенности схем включения трехфазного приемника в звезду, звезду с нулевым проводом и треугольник. Показать методику построения топографических диаграмм по опытным данным, нахождения напряжения смещения нейтрали.
18. Какие трехфазные цепи и в каких режимах рассчитываются методом симметричных составляющих? Кратко изложить методику расчета. Определить симметричные системы для заданной системы фазных напряжений: $\dot{U}_A=200$ В, $\dot{U}_B=180e^{-j120}$ В, $\dot{U}_C = 220e^{j90}$ В.
19. Рассчитать методом симметричных составляющих токи двигателя, потребляемые от сети с напряжением: $\dot{U}_A=220$ В, $\dot{U}_B=200e^{-j90}$ В, $\dot{U}_C = 180e^{j90}$ В. Сопротивления двигателя токам прямой последовательности: $Z_1 = 5 + j5$ Ом, токам обратной последовательности: $Z_2 = 0.5 + j0.5$ Ом, $Z_0 = \infty$.
20. Как определить сопротивления трехфазных цепей токам прямой, обратной и нулевой последовательности? Показать свойства схем трехфазных цепей в отношении симметричных систем прямой, обратной и нулевой последовательности.
21. Записать расчетные формулы и показать методику разложения несинусоидальной функции электрической величины правильной формы в ряд Фурье.
22. Записать расчетные формулы и показать методику разложения несинусоидальной функции электрической величины, заданной графически, в ряд Фурье.
23. Показать особенности симметричных несинусоидальных периодических функций при разложении в ряд Фурье.
- 24.



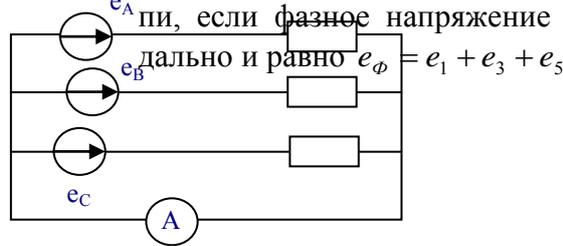
Показать методику расчета линейных электрических цепей с источниками несинусоидальной ЭДС. Рассчитать ток потребляемый от источника данной цепью, при $u = 100 + 30 \sin \omega t + 5 \sin 3\omega t$ В, $R_1 = R_2 = 5$ Ом, $L = 0.05$ Гн, $C = 50$ мкФ, $f = 50$ Гц.

25. Дать определения и показать формулы для расчета средних по модулю и действующих значений электрических величин, коэффициентов формы кривой, амплитуды и искажения.
26. Определить средневзвешенный $\cos\phi$ линейной цепи, потребляющей ток $i = 0.4 + 1.2 \sin(\omega t + 30^\circ) + 0.65 \sin(3\omega t + 45^\circ)$ А от источника напряжения с $u = 120 + 72 \sin(\omega t + 76^\circ) + 44 \sin(3\omega t - 15^\circ)$ В.
27. Обосновать и показать классификацию высших гармоник в трехфазных цепях, как трехфазных симметричных составляющих различных последовательностей.
28. Показать свойства трехфазных источников с несинусоидальным напряжением, при соединении их в «открытый» и «закрытый» треугольник, звезду.
- 29.

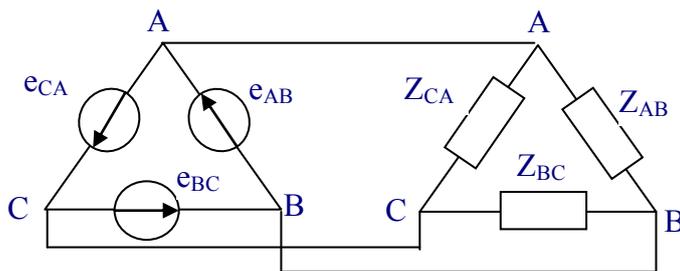


Как рассчитать показания приборов в заданной цепи для двух положений ключа, если напряжения симметричного трехфазного источника несинусоидальны и равны $e_\phi = e_1 + e_3 + e_5$.

30. Как определить линейный ток и ток в нулевом проводе симметричной трехфазной цепи, если фазное напряжение источника несинусоидально и равно $e_\phi = e_1 + e_3 + e_5$.



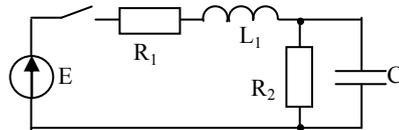
31. Как определить действующее значение линейного тока симметричной трехфазной цепи, если напряжение источника несинусоидально и равно $e_\phi = e_1 + e_3 + e_5$.



32. Как рассчитать активную, реактивную и полную мощности симметричной трехфазной цепи с несинусоидальным напряжением источника, ее $\cos\varphi_{cp}$, коэффициент мощности?
33. Инерционные и безинерционные элементы в нелинейных цепях переменного тока. Объяснить причину несинусоидальности тока в цепи переменного тока с катушкой на ферромагнитном сердечнике, при подключении ее источнику синусоидального напряжения. Построить кривые.
34. Объяснить метод эквивалентных синусоид, определение амплитуд и начальных фаз эквивалентных синусоид. Потери в стали. Учет потерь в стали для метода эквивалентных синусоид. Обосновать формулы определения мощности потерь на вихревые токи и на гистерезис.
35. Цепи переменного тока с катушкой на ферромагнитном сердечнике. Режим работы, уравнения, эквивалентная схема замещения, векторная диаграмма.
36. Катушка на ферромагнитном сердечнике подключена к источнику синусоидального напряжения. Как изменится активная мощность, потребляемая катушкой, при изменении частота напряжения в 2 раза и сохранении неизменной его амплитуды?
37. Какие параметры схемы замещения катушки на ферромагнитном сердечнике изменятся, и как, при изменении частоты питающего синусоидального напряжения и неизменной амплитуде?
38. Рассчитать по данным опыта параметры эквивалентной схемы замещения катушки на ферромагнитном сердечнике. $P = 16$ Вт, $U_C = 100$ В, $I = 0.2$ А, $R = 5$ Ом, $X_{LS} = 100$ Ом.
39. Дать определение феррорезонанса токов, построить ВАХ для каждого элемента и всей цепи. С помощью векторных диаграмм объяснить характер цепи в различных режимах и причины несовпадения расчетных ВАХ с реальными ВАХ.
40. Дать определение феррорезонанса напряжений, построить ВАХ для каждого элемента и всей цепи. Объяснить причины скачкообразного изменения токов в различных режимах.
41. Начертить схему простейшего стабилизатора напряжения на элементах L , R , C . С помощью ВАХ показать принцип стабилизации напряжения на выходе исследуемой схемы.
42. Дать определение цепей с распределенными параметрами, однородных длинных линий. Привести примеры реальных устройств и доказать, что они являются таковыми.

43. Составить схему замещения цепи с распределенными параметрами (длинной линии), дать определения первичных параметров, их размерности. Составить дифференциальные уравнения однородной линии.
44. Показать решение дифференциальных уравнений длинной линии при установившемся синусоидальном процессе.
45. Как определить волновое сопротивление и коэффициент распространения для однородной линии? Каковы физический смысл и размерности этих характеристических параметров?
46. Показать вывод формул для расчета комплексов напряжения и тока в линии при заданных напряжениях и токах в начале и в конце линии.
47. Дать вывод математического выражения и графически изобразить напряжение и ток в любой точке линии для прямой и обратной бегущих волн.
48. Дать анализ однородной линии при различных режимах работы: ХХ, КЗ, нагрузочный режим, как наложение режимов ХХ и КЗ. Показать способы определения Z_B и γ по данным этих режимов.
49. Дать определение линии без потерь, формулы для расчета Z_B и γ , напряжения и тока в любой точке линии.
50. Дать определение входного сопротивления линии, формулы для расчета этого параметра для длинной линии с нагрузкой, при согласованной нагрузке. Определить выражение для входного сопротивления линии без потерь в режимах ХХ и КЗ, изобразить графики их изменения в функции от расстояния до конца (или начала) линии.
51. В каких цепях, когда и почему возникают переходные процессы. Когда начинается и когда заканчивается переходный процесс? Определить напряжение на емкости в переходном процессе цепи при переключении ключа из 1 во 2 положения. $E_1(t) = E_1 = 200 \text{ В}$, $C = 20 \text{ мкФ}$, $e_2(t) = E_2 = 0$, $R_1 = R_2 = 1 \text{ кОм}$.
52. Дать определение законов коммутации, объяснить их реальность и использование в расчете переходных процессов. Определить значение напряжения $U_0(0_+)$ в момент коммутации ($t = 0$) для заданной цепи, если $e = 200 \sin(314t + 45^\circ) \text{ В}$, $R = 10 \text{ Ом}$, $C = 319 \text{ мкФ}$, $L = 63,6 \text{ мГн}$.
53. Что такое независимые и зависимые начальные условия при расчете переходных процессов, как они определяются? Определить значение тока $i_2(0_+)$ в момент коммутации ($t = 0$) для заданной схемы, если $e = 141 \sin(314t + 45^\circ) \text{ В}$, $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ м}$, $C = 300 \text{ мкФ}$,
 $L = 19,1 \text{ мГн}$.
54. Сформулировать цель расчета переходного процесса в цепи. Показать последовательность расчета переходных процессов в электрических цепях классическим способом на примере заданной схемы. $E = 100 \text{ В}$, $C = 300 \text{ мкФ}$, $R = 10 \text{ Ом}$, $L = 5 \text{ мГн}$.
55. Физический смысл и методика определения вынужденной и свободной составляющих переходной электрической величины. Определить численное значение вынужденной и общее выражение для свободной составляющих переходной величины U_C заданной схемы. $E = 1000 \sin(314t + 90^\circ) \text{ В}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $L = 50 \text{ мГн}$, $C = 30 \text{ мкФ}$.
56. Показать классическим методом расчёт переходного процесса и построить графики изменения тока и напряжения на индуктивности цепи RL при подключении к источнику постоянного тока. $U = 100 \text{ В}$, $R = 20 \text{ Ом}$, $L = 0,2 \text{ Гн}$.
57. Рассчитать классическим способом и построить графики изменения тока в цепи RL при подключении к источнику напряжения синусоидальной формы $u = 100 \sin(500t - 30^\circ)$, если $R = 20 \text{ Ом}$, $L = 0,1 \text{ Гн}$,
58. Рассчитать классическим способом и построить графики изменения тока в цепи RL при подключении к источнику напряжения синусоидальной формы $u = 100 \sin(500t + \varphi)$, если $R = 20 \text{ Ом}$, $L = 0,1 \text{ Гн}$,

59. Рассчитать классическим способом и построить графики изменения тока в цепи RL при подключении к источнику напряжения синусоидальной формы $u=100\sin(500t+\varphi-90^0)$, если $R=20$ Ом, $L=0,1$ Гн,
60. Рассчитать и построить графики изменения напряжения и тока в емкости цепи RC при включении от источника постоянной ЭДС. Если $U=100$ В, $R=100$ Ом, $C=100$ мкФ.
61. Рассчитать классическим способом и построить графики изменения тока и напряжения на емкости при разряде ее на активное сопротивление, если $U_C(0)=100$ В, $R=200$ Ом, $C=100$ мкФ.
62. Рассчитать и построить графики изменения напряжения на емкости при включении цепи RC на синусоидальное напряжение при различных фазах включения $\psi_U=0$, $\psi_U=\varphi+\pi$.
63. Написать формулу преобразования Лапласа, показать основные свойства изображения наиболее употребляемых в электротехнике функций.
64. Найти операторное изображение тока $I_2(p)$ в заданной цепи применением законов Кирхгофа.



65. Показать вывод формулы разложения для перехода от операторных изображений функции к оригиналу. Показать последовательность действий при переходе от изображения к оригиналу с помощью формулы разложения.
66. Написать полную систему уравнений электромагнитного поля в интегральной форме. Объяснить физический смысл каждого из уравнений.
67. Показать переход математического выражения закона электромагнитной индукции от интегральной к дифференциальной форме. Записать полученное выражение в прямоугольной системе координат.
68. Показать переход теоремы Гаусса от интегральной к дифференциальной форме. Объяснить математическое понятие «дивергенция вектора», записать выражение теоремы Гаусса в дифференциальной форме в прямоугольной системе координат.
69. Записать полную систему уравнений электромагнитного поля в дифференциальной форме. Объяснить физический смысл каждого из них.
70. Показать вывод формул расчета потенциала, емкости двухпроводной линии без учета влияния земли.
71. Показать вывод формул расчета напряженности и потенциала поля и емкости коаксиального кабеля.
72. Объяснить суть метода зеркальных изображений. Дать вывод формул определения потенциала и емкости двухпроводной линии с учетом влияния земли.
73. Определить систему уравнений, описывающий электрическое поле постоянного тока. Показать законы Ома, Кирхгофа, Джоуля – Ленца в дифференциальной форме для электрического поля постоянного тока в проводящей среде.
74. Показать аналогию электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем. Проиллюстрировать метод аналогии на примере расчета сопротивления изоляции коаксиального кабеля.
75. Используя методы аналогии и зеркальных изображений получить формулы расчета сопротивления шаровых и стержневых заземляющих электродов.
76. Показать расчет мощности коаксиального водонагревателя с радиусами цилиндров R и r длиной h , если заданы удельная проводимость воды γ , напряжение сети U .

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Содержание компетенции (или ее части)	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины(уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена ОПК-4	Знать (1 этап): Основные законы электротехники и типовые методы анализа электромагнитных явлений	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
	Уметь(2 этап): Описывать электромагнитные явления с помощью уравнений по законам электротехники	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
	Владеть(3 этап): Владеть методами моделирования и расчета и исследования электрических схем, анализа полученных экспериментальных данных и формулирования соответствующих выводов.	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Готовностью изу-	Знать (1 этап): методы анализа электротехники	Обучающийся имеет знания только	Обучающийся твердо знает	Обучающийся глубоко и прочно

<p>чать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований ПК-1</p>	<p>ромагнитного поля для определения параметров электроустановок</p>	<p>ко основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки</p>	<p>94зтериал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос</p>	<p>но усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает</p>
	<p>Уметь(2 этап): формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой</p>	<p>Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.</p>	<p>Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.</p>	<p>Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.</p>
	<p>Владеть(3 этап): навыками исследовательской работы</p>	<p>Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности.</p>	<p>Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..</p>	<p>Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.</p>

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или 94зменпой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (пись-

менное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения 95% программы конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается зачет и экзамен.

Знания, умения, навыки и уровень сформированных компетенций обучающихся оцениваются на зачете по шкале «зачтено», «незачтено».

Отметка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если он выполнил требования программы практики; форма и содержание отчета соответствует требованиям; индивидуальное задание имеет полное освещение в отчете; исчерпывающе и логически стройно его излагает; продемонстрировал уверенное владение материалом; справляется с вопросами и другими видами применения знаний; не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов; обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«незачтено»** выставляется обучающемуся, который не выполнил требования программы практики в полном объеме, форма и содержание отчета не соответствует заданию, низкое качество оформления отчетной документации, не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки при изложении индивидуального задания.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Примеры экзаменационных билетов

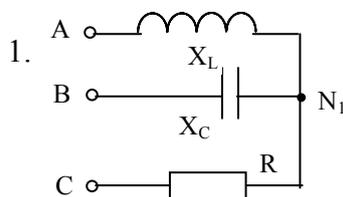
ФГБОУ ВО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
2015 – 2016 учебный год

Кафедра _____

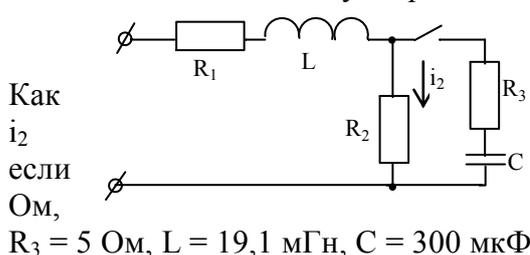
ЭЭЭ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине _____ Теоретические основы электротехники



Рассчитать фазные напряжения и токи приемника, у которого $R = X_L = X_C = 10 \text{ Ом}$, если он подключен к симметричному источнику с $\dot{U}_A = 100 \text{ В}$. Построить топографическую и векторную диаграммы, рассчитать активную мощность, потребляемую приемником.



27.. Что понимают под зависимым начальными условиями? Они определяются? Определить значение тока (0_+) ,
 $u(t) = 141 \sin(314t + 75^\circ) \text{ В}$, $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 4$

$R_3 = 5 \text{ Ом}$, $L = 19,1 \text{ мГн}$, $C = 300 \text{ мкФ}$.

3. Параметры линии: $R_0 = 3 \text{ Ом/км}$, $L_0 = 2 \text{ мГн/км}$, $G_0 = 0$, $C_0 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ Ф/км}$. При угловой частоте $\omega = 2000 \text{ С}^{-1}$, определить волновое сопротивление линии Z_B , коэффициент затухания α и коэффициент фазы β .

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «__» _____ 2016г.
Протокол № _____

Зав. Кафедрой _____

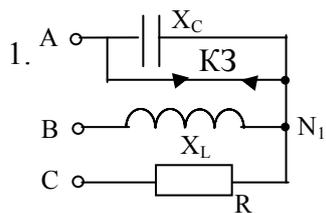
ФГБОУ ВО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
2015 – 2016 учебный год

Кафедра _____

ЭЭЭ

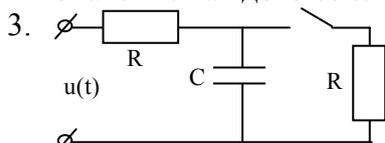
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

по дисциплине _____ Теоретические основы электротехники



С помощью метода двух узлов рассчитать фазные напряжения и токи приемника, у которого $R = X_L = X_C = 10 \text{ Ом}$, если произошло короткое замыкание фазы А. Источник симметричный $\dot{U}_A = 100 \text{ В}$. Построить топографическую и векторную диаграммы.

2. Рассчитать по данным опыта параметры эквивалентной схемы замещения катушки на ферромагнитном сердечнике с параллельным соединением элементов $P=16 \text{ Вт}$, $U=100 \text{ В}$, $I=0,2 \text{ А}$, $R_K=2 \text{ Ом}$, $X_S = 10 \text{ Ом}$. Показать схему замещения, объяснить назначение каждого ее элемента.



Рассчитать и построить переходный процесс напряжения на емкости, если $R = 20 \text{ Ом}$, $C = 200 \text{ мкФ}$,
 $u(t) = 100 \sin(500t + 45^\circ) \text{ В}$.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «__» _____ 2016г.
Протокол № _____

Зав. Кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата введения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	51-53	22.09.17 Протокол № 2	
2	50,53	27.09.18 Протокол № 2	
3	14-16, 53	20.09.19 Протокол № 2	
4	50-53	29.09.20 Протокол № 2	
5	53	20.11.20 Протокол № 5	
6	53	31.08.21. Протокол № 1	
7			
8			
9			