

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.17.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы электротехники 1

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Цифровые технологии в электроэнергетике

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	32	32
Лабораторные	32	32
Практические	48	48
Руководство: курсовые работы (проекты)		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	112,25	112,25
Самостоятельная работа	139,75	139,75
Контроль		
Итого	252	252

Рабочую программу составил(и):

старший преподаватель, Шлыков С.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2027 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «20» сентября 2022 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение электромагнитных явлений в цепях, представленными идеализированными элементами схем замещения при различных воздействиях и режимах; ознакомиться с терминологией и символикой теории линейных электрических цепей постоянного и переменного тока в установившемся режиме; изучение методов расчета, анализа и моделирования линейных электрических цепей с использованием схем замещения; освоение способов записи уравнений состояния элементов и участков цепей в установившемся режиме.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Физика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Информационно-измерительная техника в электроэнергетике», «Передача и распределение электрической энергии», «Электрические машины и привод», «Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах», «Техника высоких напряжений» и другие специальные дисциплины.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Знать: основы теории активных и пассивных линейных электрических цепей постоянного, однофазного и трехфазного синусоидального тока
		Уметь: проводить анализ и моделировать линейные электрические цепи постоянного, однофазного и трехфазного синусоидального тока.
		Владеть: навыками работы с программами математических и компьютерных моделей.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1. Анализ линейных электрических цепей постоянного тока	Лек	1.1. Физические основы электричества. Основные определения. Элементы электрических цепей и их ВАХ. Режимы работы электрической цепи	3	2	-	-	
	Пр	1.2. Аналитические решения задач. Программное обеспечение расчета и моделирования электрических цепей. Свертка электрических цепей	3	2	-	-	
	Ср	1.3. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №1	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Лаб	1.4. Лабораторная работа №1 «Исследование линейной цепи постоянного тока»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Лек	1.5. Закон Ома и законы Кирхгофа для расчета электрической цепи. Баланс мощностей. Понятие об активном и пассивном двухполюсниках	3	2	-	-	
	Пр	1.6. Аналитические решения задач. Законы Ома для пассивного и активного участка цепи	3	2	-	-	
	Ср	1.7. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №1	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Лаб	1.8. Лабораторная работа №1	3	2	1	-	Отчет по

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		«Исследование линейной цепи постоянного тока»					лабораторной работе №1
	Ср	1.9. Оформление отчета по лабораторной работе №1	3	8	4	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Пр	1.10. Аналитические решения задач. Законы Кирхгофа. Составление системы уравнений и их решение в пакете математических программ	3	2	-	-	
	Лек	1.11. Применение метода контурных токов и узловых потенциалов для анализа электрических цепей постоянного тока	3	2	-	-	
	Пр	1.12. Аналитические решения задач. Метод контурных токов. Баланс мощности	3	2	-	-	
	Ср	1.13. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №2	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Лаб	1.14. Лабораторная работа №2 «Исследование активного двухполюсника»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Лек	1.15. Применение метода наложения и эквивалентного генератора для расчета электрических цепей постоянного тока. Потенциальная диаграмма	3	2	-	-	
	Пр	1.16. Аналитические решения задач. Метод узловых потенциалов. Баланс мощности	3	2	-	-	
	Ср	1.17. Подготовка к физическому	3	2	-	-	Отчет по

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №2					лабораторной работе №2
	Лаб	1.18. Лабораторная работа №2 «Исследование активного двухполюсника»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Ср	1.19. Оформление отчета по лабораторной работе №2	3	8	4	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Пр	1.20. Контрольное занятие №1. Решение кейс-задач	3	2	11	-	Промежуточное тестирование №1
2. Анализ линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока	Лек	2.1. Параметры и изображения синусоидальных величин. Алгебра над комплексными числами	3	2	-	-	
	Пр	2.2. Нахождение изображений синусоидальных функций напряжения и тока	3	2	-	-	
	Ср	2.3. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №3	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Лаб	2.4. Лабораторная работа №3 «Конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального тока»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Лек	2.5. Символический метод расчета цепей синусоидального тока. Резистор, индуктивность и конденсатор в цепи	3	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		синусоидального тока					
	Пр	2.6. Аналитические решения задач. Законы Ома для пассивного и активного участка цепи в комплексной форме	3	2	-	-	
	Ср	2.7. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №3	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Лаб	2.8. Лабораторная работа №3 «Конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального тока»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Ср	2.9. Оформление отчета по лабораторной работе №3	3	8	4	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Пр	2.10. Аналитические решения задач. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Составление системы уравнений и их решение в пакете математических программ	3	2	-	-	
	Лек	2.11. Пассивный двухполюсник в цепи переменного тока. Активная, реактивная и полная мощности. Коэффициент мощности	3	2	-	-	
	Пр	2.12. Аналитические решения задач. Метод контурных токов в комплексной форме. Баланс мощности в комплексной форме	3	2	-	-	
	Ср	2.13. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №4

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		лабораторной работе №4					
	Лаб	2.14. Лабораторная работа №4 «Исследование резонанса напряжений»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №4
	Лек	2.15. Методы анализа цепей синусоидального тока в комплексной форме. Частотные свойства электрической цепи. Резонанс	3	2	-	-	
	Пр	2.16. Аналитические решения задач. Метод узловых потенциалов в комплексной форме. Баланс мощности в комплексной форме	3	2	-	-	
	Ср	2.17. Оф Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №4	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №4
	Лаб	2.18. Лабораторная работа №4 «Исследование резонанса напряжений»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №4
	Ср	2.19. Оформление отчета по лабораторной работе №4	3	8	4	-	Отчет по лабораторной работе №4
	Пр	2.20. Контрольное занятие №2. Решение кейс-задач	3	2	11	-	Промежуточное тестирование №2
3. Анализ линейных электрических цепей с	Лек	3.1. Цепи с индуктивно-связанными элементами. Явление самоиндукции и взаимоиндукции. Коэффициент связи. Согласное и встречное соединение катушек	3	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
индуктивно связанными элементами	Пр	3.2. Аналитические решения задач. Частотные свойства электрических цепей синусоидального тока. Последовательный резонанс. Построение резонансных кривых	3	2	-	-	
	Ср	3.3. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №5	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №5
	Лаб	3.4. Лабораторная работа №5 «Исследование резонанса токов»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №5
	Лек	3.5. Анализ электрических цепей с индуктивно связанными элементами: последовательное и параллельное соединение катушек индуктивностей	3	2	-	-	
	Пр	3.6. Аналитические решения задач. Частотные свойства электрических цепей синусоидального тока. Параллельный резонанс. Построение резонансных кривых	3	2	-	-	
	Ср	3.7. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №5	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №5
	Лаб	3.8. Лабораторная работа №5 «Исследование резонанса токов»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №5
	Ср	3.9. Оформление отчета по лабораторной работе №5	3	8	4	-	Отчет по лабораторной

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
							работе №5
	Пр	3.10. Аналитические решения задач. Определение напряжения участка цепи с индуктивно связанными элементами	3	2	-	-	
	Лек	3.11. Анализ электрических цепей с индуктивно связанными элементами: воздушный трансформатор. Баланс мощности в комплексной форме	3	2	-	-	
	Пр	3.12. Аналитические решения задач. Определение показаний приборов в электрической цепи с индуктивно связанными элементами. Баланс мощности в комплексной форме	3	2	-	-	
	Ср	3.13. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №6	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №6
	Лаб	3.14. Лабораторная работа №6 «Исследование электрических цепей синусоидального тока с индуктивно связанными катушками»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №6
	Лек	3.15. Анализ электрических цепей с индуктивно связанными элементами: развязка цепей, колебательные контуры и их частотные свойства	3	2	-	-	
	Пр	3.16. Аналитические решения задач. Резонанс в электрических цепях с индуктивно связанными элементами.	3	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Построение резонансных кривых. Реактивная мощность обмена					
	Ср	3.17. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №6	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №6
	Лаб	3.18. Лабораторная работа №6 «Исследование электрических цепей синусоидального тока с индуктивно связанными катушками»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №6
	Ср	3.19. Оформление отчета по лабораторной работе №6	3	8	4	-	Отчет по лабораторной работе №6
	Пр	3.20. Контрольное занятие №3. Решение кейс-задач	3	2	10	-	Промежуточное тестирование №3
4. Анализ трехфазных электрических цепей	Лек	4.1. Преимущества трехфазных цепей. Принцип получения трехфазных ЭДС. Соотношения фазных и линейных параметров в трехфазном источнике	3	2	-	-	
	Пр	4.2. Аналитические решения задач. Соотношения между фазными и линейными параметрами в схеме «звезда». Построение временных и векторных диаграмм напряжений	3	2	-	-	
	Ср	4.3. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №7	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №7

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб	4.4. Лабораторная работа №7 «Исследование трехфазных цепи при соединении нагрузки в звезду»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №7
	Лек	4.5. Анализ симметричных и несимметричных режимов в трехфазной системе «звезда-звезда»	3	2	-	-	
	Пр	4.2. Аналитические решения задач. Анализ несимметричной трехфазной цепи «звезда- звезда» с нулевым проводом	3	2	-	-	
	Ср	4.7. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №7	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №7
	Лаб	4.8. Лабораторная работа №7 «Исследование трехфазных цепи при соединении нагрузки в звезду»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №7
	Ср	4.9. Оформление отчета по лабораторной работе №7	3	8	4	-	Отчет по лабораторной работе №7
	Пр	4.10. Аналитические решения задач. Анализ несимметричной трехфазной цепи «звезда-звезда» без нулевого провода	3	2	-	-	
	Лек	4.11. Анализ симметричных и несимметричных режимов в трехфазной системе «треугольник-треугольник»	3	2	-	-	
	Пр	4.12. Аналитические решения задач. Анализ несимметричной трехфазной цепи «треугольник – треугольник»	3	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	4.13. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №8	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №8
	Лаб	4.14. Лабораторная работа №8 «Исследование трехфазных цепи при соединении нагрузки в треугольник»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №8
	Лек	4.15. Мощность трехфазной цепи. Метод симметричных составляющих. Анализ несимметричных режимов в трехфазных цепях методом симметричных составляющих	3	2	-	-	
	Пр	4.16. Аналитические решения задач. Нахождение мощности в симметричной и несимметричной трехфазных цепях	3	2	-	-	
	Ср	4.17. Подготовка к физическому эксперименту. Изучение методики экспериментального исследования по лабораторной работе №8	3	2	-	-	Отчет по лабораторной работе №8
	Лаб	4.18. Лабораторная работа №8 «Исследование трехфазных цепи при соединении нагрузки в треугольник»	3	2	1	-	Отчет по лабораторной работе №8
	Ср	4.19. Оформление отчета по лабораторной работе №8	3	8	4	-	Отчет по лабораторной работе №8
	Пр	4.20. Контрольное занятие №4. Решение кейс-задач	3	2	10	-	Промежуточное тестирование №4

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
5. Все разделы	Псц	Контроль посещаемости обучающихся по учебному курсу	3	-	10	-	
6. Все разделы	Ср	Изучение теоретического материала учебного курса «Теоретические основы электротехники 1»	3	43,75	-	-	
7. Все разделы	ПА	Итоговое тестирование по учебному курсу «Теоретические основы электротехники 1» через Отдел тестирования	3	0,25	100	-	Итоговый тест
Итого:				252	100		

Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2 + ББ (если ББ предусмотрены)

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы электротехники 1», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические занятия в виде решения индивидуальных и групповых расчётных заданий; закрепление теоретического материала в виде решения контрольных тестовых заданий; освоение пакетов прикладных математических программ и компьютерных моделей;
- выполнение лабораторных работ, которые позволяют понять физические процессы, происходящие в линейных электрических цепях постоянного и переменного тока;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам учебного курса;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лабораторным и практическим занятиям, а также освоение теоретического материала.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания при подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются темы и связанные с ними теоретические и практические вопросы расчета и анализа электрических цепей; даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим и лабораторным занятиям. Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому пропуски отдельных лекционных занятий не позволяют разобраться в последующих темах учебного курса. Обучающимся необходимо: перед каждым занятием просматривать конспекты лекций, ее основные вопросы; вспомнить сущность метода расчета и алгоритм решения задач; воспользоваться, при необходимости, списком рекомендованной литературы. При затруднениях в восприятии теоретического материала следует обратиться к конспектам лекций, к основным литературным источникам или задать вопросы преподавателю на практических и лабораторных занятиях.

6.3. Методические указания при подготовке к практическим занятиям.

В ходе проведения практических занятий углубляются и закрепляются знания, умения и навыки обучающихся по методам расчета и моделирования линейных электрических цепей постоянного и переменного токов. На практических занятиях развиваются навыки использовать в расчетах электрических цепей пакеты прикладных математических программ, а также навыки создания компьютерных моделей. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить теоретические материалы по конспектам лекций;
- закрепить алгоритм решения задач определенным методом;
- подготовить список неясных вопросов по теоретической части учебного курса.

6.4. Методические указания при подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе проведения лабораторных занятий происходит углубление обучающимися понимания процессов, происходящих в электрических цепях постоянного и переменного токов; приобретаются умения и навыки физического исследования электрических цепей в установившемся режиме; обучающиеся приобретают навыки диагностики и отыскания неисправности в электрических цепях, а также при обработке экспериментальных данных. При подготовке к лабораторным занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить теоретические материалы по конспектам лекций;
- закрепить алгоритм решения задач определенным методом;

– выполнить индивидуальное домашнее задание, согласно методическому пособию по лабораторным работам учебного курса.

6.5. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам, учебным пособиям и конспектам лекций с подготовкой к лабораторным и практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой учебного курса осуществляется в ходе лабораторных и практических занятий.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК-4 (ОПК – 4.1)	<i>Отчет по лабораторным работам №№1-8. Тестовые задания № 1 – 500. Вопросы к зачету № 1 – 50.</i>

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа №1 «Исследование линейной цепи постоянного тока»

Форма отчета по лабораторной работе №1

Подготовить протокол экспериментального исследования. Экспериментально проверить справедливость расчета законов Кирхгофа. Экспериментально проверить справедливость метода наложения. Экспериментально проверить расчетную потенциальную диаграмму. Построить потенциальную диаграмму цепи по экспериментальным данным.

Лабораторная работа №2 «Исследование активного двухполюсника»

Форма отчета по лабораторной работе №2

Подготовить протокол экспериментального исследования. Экспериментально определить параметры эквивалентного генератора. Исследовать режимы с различной нагрузкой активного двухполюсника. Определить условие передачи максимальной мощности в нагрузку.

Лабораторная работа №3 «Конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального тока»

Форма отчета по лабораторной работе №3

Подготовить протокол экспериментального исследования. Исследовать активно-емкостную цепь и определить параметры не идеального емкостного элемента. Исследовать активно-индуктивную цепь и определить параметры катушки индуктивности. Построить векторные диаграммы токов и напряжений методом засечек. Проверить выполнение законов Кирхгофа.

Лабораторная работа №4 «Исследование резонанса напряжений»

Форма отчета по лабораторной работе №4

Подготовить протокол экспериментального исследования. Снять экспериментально частотные характеристики последовательного резонансного контура. Сравнить экспериментальную резонансную частоту с расчетной. Построить векторные диаграммы для режимов: $f < f_{\text{рез}}$, $f > f_{\text{рез}}$.

Лабораторная работа №5 «Исследование резонанса токов»

Форма отчета по лабораторной работе №5

Подготовить протокол экспериментального исследования. Определить экспериментально параметры катушки индуктивности. Рассчитать резонансную емкость параллельно включенного конденсатора. Снять зависимости токов в цепи от емкости; построить векторные диаграммы для трех случаев $C < C_{\text{рез}}$, $C = C_{\text{рез}}$, $C > C_{\text{рез}}$.

Лабораторная работа №6 «Исследование электрических цепей синусоидального тока с индуктивно связанными катушками»

Форма отчета по лабораторной работе №6

Подготовить протокол экспериментального исследования. Рассчитать последовательное соединение двух индуктивно связанных катушек при согласном и встречном включении. Рассчитать параллельное соединение двух индуктивно связанных катушек при согласном и встречном включении. Экспериментально найти значение взаимной индуктивности M . Построить векторные диаграммы для цепей с индуктивной связью.

Лабораторная работа №7 «Исследование трехфазных цепи при соединении нагрузки в звезду»

Форма отчета по лабораторной работе №7

Подготовить протокол экспериментального исследования. В трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» измерить действующие значения токов и напряжений, мощность, построить векторные диаграммы и проверить баланс мощностей для следующих случаев:

- симметричная активная нагрузка с нейтральным проводом и без него;
- несимметричная активная с нейтральным проводом и без него;
- несимметричная смешанная нагрузка с нейтральным проводом и без него.

Экспериментально исследовать аварийные режимы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» и построить векторные диаграммы для этих режимов.

Лабораторная работа №8 «Исследование трехфазных цепи при соединении нагрузки в треугольник»

Форма отчета по лабораторной работе №8

Подготовить протокол экспериментального исследования. В трехфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник измерить действующие значения токов и напряжений, мощность, построить векторные диаграммы и проверить баланс мощностей для следующих случаев:

- симметричная активная нагрузка;
- несимметричная активная нагрузка;
- несимметричная смешанная нагрузка.

Экспериментально исследовать аварийные режимы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «треугольник» и построить векторные диаграммы по результатам эксперимента.

Краткое описание и регламент выполнения

Отчет по лабораторным работам содержит индивидуальную расчетную, графическую части и обобщающий вывод. Индивидуальная расчетная часть выполняется студентом самостоятельно по заданному варианту преподавателем. При выполнении физического эксперимента в лаборатории, снимаются показания приборов и в дальнейшем они обрабатываются расчетным путем. По результатам вычислений выполняется определенная графическая часть отчета. Оформление отчета происходит студентом самостоятельно. На каждую лабораторную работу отводится 4 учебных часа.

Критерии оценки:

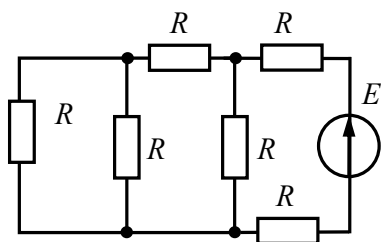
- 4 балла выставляется студенту, если выполнены все пункты исследования и содержится необходимая графическая часть, обобщающий вывод по лабораторной работе;
- 3 балла выставляется студенту, если допущена грубая ошибка в одном из пунктов задания или он не выполнен в отчете;

- 2 балла выставляется студенту, если допущена грубая ошибка в двух пунктах задания или они не выполнены в отчете;
- 1 балл выставляется студенту, если допущена грубая ошибка в трех пунктах задания или они не выполнены в отчете;
- 0 баллов выставляется студенту, если допущена грубая ошибка в четырех пунктах задания или они не выполнены в отчете, либо сам отчет не предоставлен.

7.2.2. Итоговый тест по учебному курсу «Теоретические основы электротехники 1»

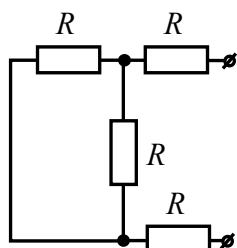
Размещен на образовательном портале ТГУ
http://edu.tltsu.ru/md/editor/edit_btz.php?btz_id=327

Типовые примеры заданий Задание 1



Количество ветвей электрической цепи, содержащих пассивные элементы равно ...

Задание 2

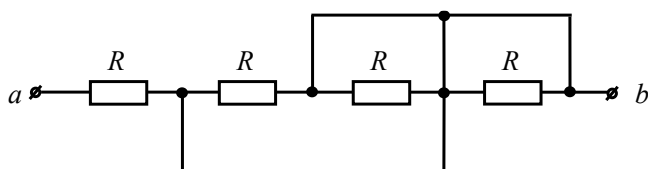


Изображенная схема замещения электрической цепи является ...

Варианты ответов:

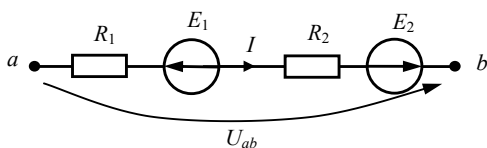
- а) ветвью
- б) узлом
- в) пассивным двухполюсником
- г) активным двухполюсником

Задание 3



В линейной электрической цепи постоянного тока $R = 9$ Ом. Величина эквивалентного сопротивления цепи R_{ab} равна ... Ом.

Задание 4



Выражение тока на данном участке цепи будет иметь вид ...

Варианты ответов:

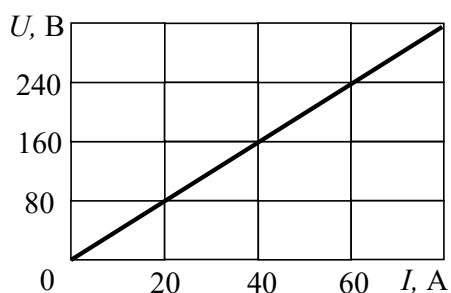
а) $I = \frac{-E_1 + E_2 + U_{ab}}{R_1}$;

б) $I = \frac{-E_1 + E_2 - U_{ab}}{R_1 + R_2}$;

в) $I = \frac{-E_1 + E_2 + U_{ab}}{R_1 + R_2}$;

г) $I = \frac{E_1 + E_2 + U_{ab}}{R_1 + R_2}$.

Задание 5



При заданной вольт-амперной характеристике приемника его проводимость составит

...

Варианты ответов:

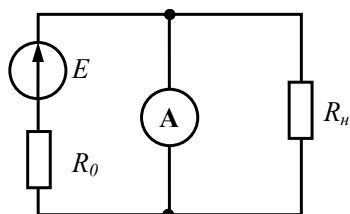
а) 0,25 См

б) 2,5 См

в) 4 См

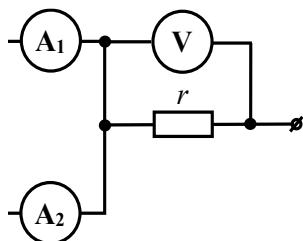
г) 40 См

Задание 6



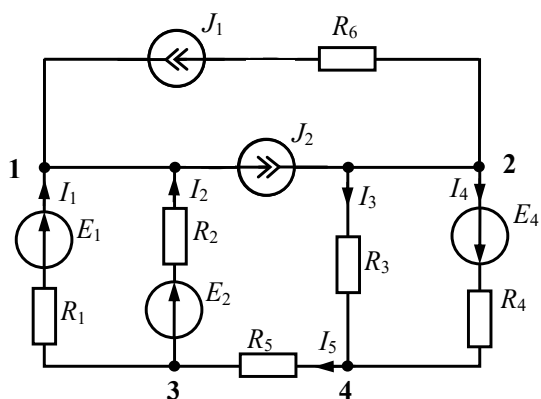
В линейной электрической цепи постоянного тока $E = 20$ В, $R_0 = 2$ Ом, $R_H = 8$ Ом. Показание амперметра составит ... А.

Задание 7



В электрической цепи постоянного тока показания амперметров и вольтметра соответственно равны $I_{A1} = 6$ А, $I_{A2} = 12$ А, $U_V = 54$ В. Тогда величина сопротивления резистора r равна ... Ом.

Задание 8

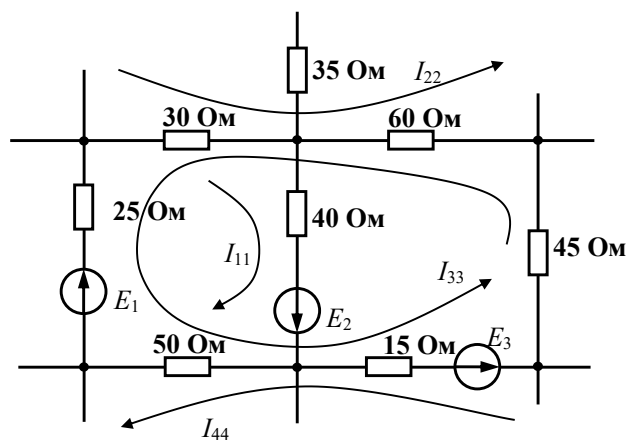


Для узла "3" справедливо уравнение по I закону Кирхгофа ...

Варианты ответов:

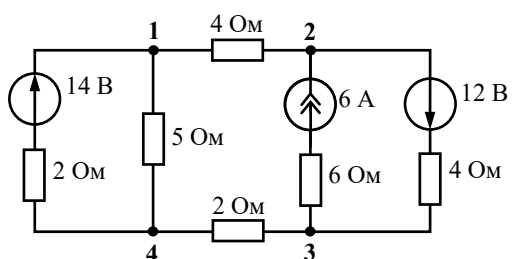
- а) $-I_1 - I_2 = 0$
- б) $I_1 + I_2 - I_3 - I_5 - J_2 = 0$
- в) $-I_1 - I_2 + I_5 = 0$
- г) $-I_1 - I_2 + I_5 = J_2$

Задание 9



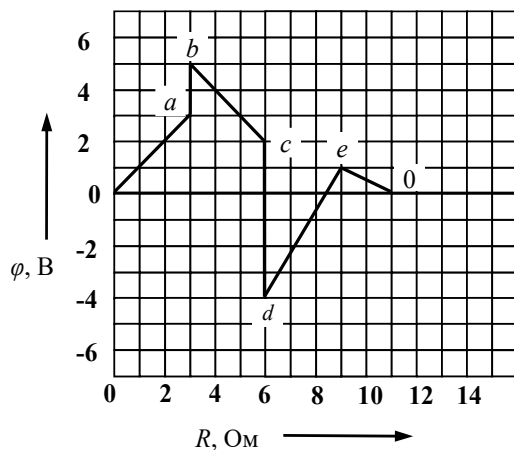
По методу контурных токов значение R_{13} принимает значение ... Ом.

Задание 10



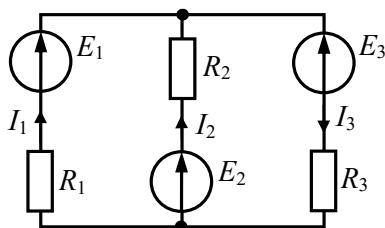
По методу узловых потенциалов, узловой ток 3-го узла составит ... А.

Задание 11



На приведенной потенциальной диаграмме, значение тока, протекающего по участку цепи $e - 0$ составит ... А.

Задание 12

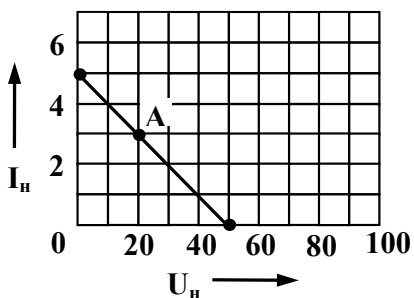


Указано истинное направление токов в ветвях электрической цепи, источники ЭДС работают в режимах ...

Варианты ответов:

- а) E_1 и E_3 - генераторы электрической энергии, а E_2 – потребитель
- б) E_1 - генератор электрической энергии, а E_2 и E_3 – потребители
- в) E_1 и E_2 - генераторы электрической энергии, а E_3 – потребитель
- г) E_1 , E_2 и E_3 - генераторы электрической энергии

Задание 13



Дана нагрузочная характеристика и рабочая точка активного двухполюсника. Мощность потерь $P_{потерь}$ составит ... Вт.

Задание 14

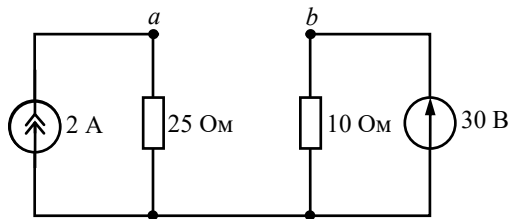
В согласованном режиме работы электрической цепи ток в нагрузке составит ...

Варианты ответов:

- а) $I = \frac{E}{2R_0}$
- б) I не зависит от режима работы
- в) $I = \frac{E}{R_0}$

г) $I = 0$

Задание 15



При расчете электрической цепи методом эквивалентного генератора значение напряжения холостого хода U_{ab} равно ... В.

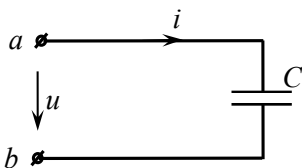
Задание 16

В алгебраической форме комплексное действующее значение тока $\underline{I} = 2 \cdot e^{j30^\circ}$ А равно ...

Варианты ответов:

- а) $1,73 + j1$ А;
- б) $2 + j30$ А;
- в) $1 + j1$ А;
- г) $1 + j1,73$ А.

Задание 17



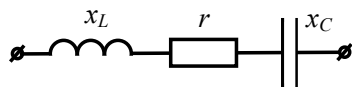
Приложенное к цепи напряжение изменяется по закону $u(t) = U_m \cdot \sin(\omega t - 45^\circ)$.

Закон изменения мгновенного значения тока имеет вид ...

Варианты ответов:

- а) $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t - 45^\circ)$
- б) $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t - 90^\circ)$
- в) $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t + 45^\circ)$
- г) $i(t) = I_m \cdot \sin \omega t$

Задание 18

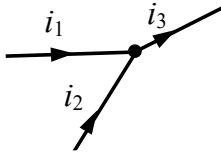


Комплексное сопротивление \underline{Z} при $x_L = 20$ Ом, $r = 40$ Ом и $x_C = 70$ Ом в алгебраической форме запишется как ...

Варианты ответов:

- а) $40 - j90$ Ом
- б) $40 + j90$ Ом
- в) $40 - j50$ Ом
- г) $40 + j50$ Ом

Задание 19



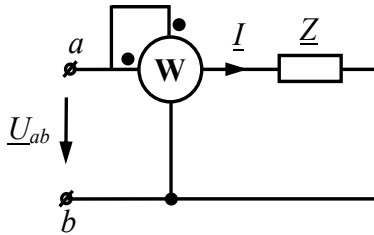
Известны мгновенные значения токов $i_1(t) = 4 \cdot \sin(\omega t + 90^\circ)$ А и $i_2(t) = 3 \cdot \sin(\omega t - 90^\circ)$ А. Амплитудное значение 3-го тока I_{m3} равно ... А.

Задание 20

В электрической цепи переменного тока законы изменения тока и напряжения имеют вид: $i(t) = 0,5 \sin(\omega t - 90^\circ)$ А, $u(t) = 80 \sin(\omega t - 30^\circ)$ В.

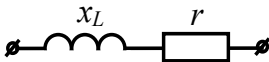
Реактивная мощность цепи равна ... вар.

Задание 21



В электрической цепи переменного тока $U_{ab} = 30$ В, $Z = 6 - j8$ Ом. Показание ваттметра равно ... Вт.

Задание 22

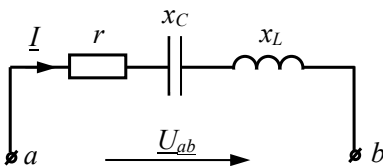


При уменьшении частоты питающего напряжения, амплитуда напряжения на резисторе ...

Варианты ответов:

- а) не изменится
- б) увеличится
- в) уменьшится

Задание 23



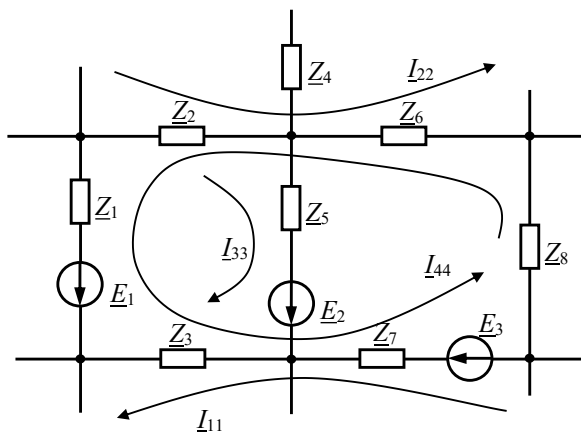
В электрической цепи переменного тока мгновенные значения тока и входного напряжения равны:

$$i(t) = 10 \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + 70^\circ) \text{ А}, u(t) = 20 \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + 70^\circ) \text{ В}.$$

Напряжение на конденсаторе $U_L = 40$ В.

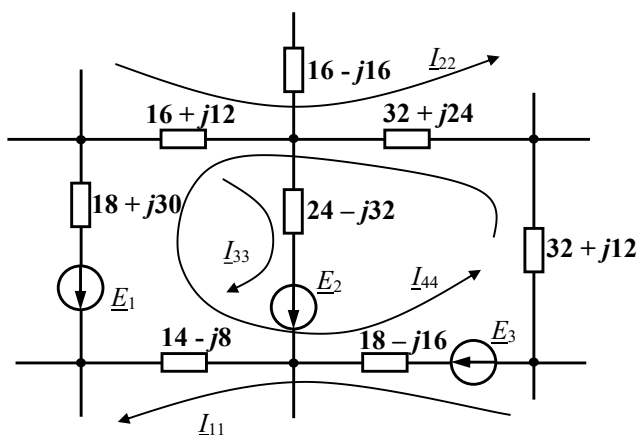
Величина сопротивления x_c равна ... Ом.

Задание 24



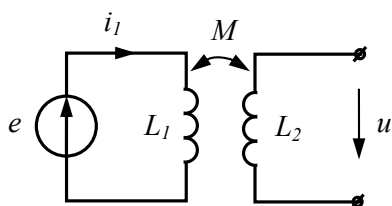
В электрической цепи переменного тока комплексные значения ЭДС равны:
 $\underline{E}_1 = 14 - j18 \text{ В}$, $\underline{E}_2 = 10 - j15 \text{ В}$, $\underline{E}_3 = 15 + j22 \text{ В}$.
 По методу контурных токов значение модуля контурной ЭДС \underline{E}_{33} равно ... В.

Задание 25



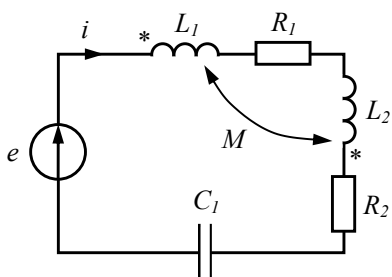
В электрической цепи переменного тока заданы значения комплексных сопротивлений ветвей [Ом].
 По методу контурных токов значение модуля \underline{Z}_{32} равно ... Ом.

Задание 26



В электрической цепи с индуктивно связанными элементами $E = 100 \text{ В}$, $I_1 = 1 \text{ А}$, $x_M = 50 \text{ Ом}$. Величина напряжения U равна ... В.

Задание 27

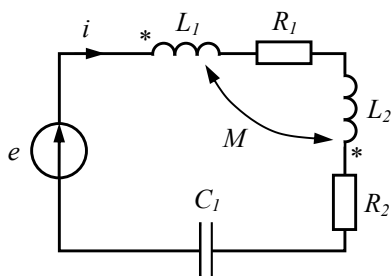


В электрической цепи с индуктивно связанными элементами $E = 100 \text{ В}$,

$R_1 = R_2 = 15 \text{ Ом}$, $x_{L1} = x_{L2} = 50 \text{ Ом}$, $x_{C1} = 40 \text{ Ом}$, $x_M = 10 \text{ Ом}$.

Действующее значение тока I равно ... А.

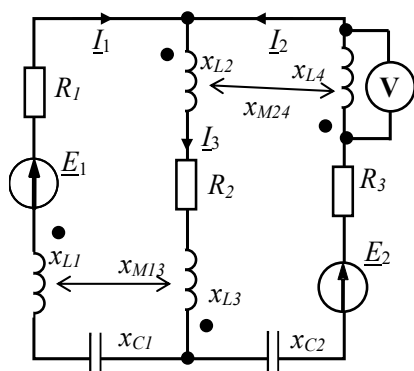
Задание 28



В электрической цепи с индуктивно связанными элементами $E = 100 \text{ В}$, $I = 2 \text{ А}$, $R_1 = R_2 = 15 \text{ Ом}$, $x_{L1} = x_{L2} = 50 \text{ Ом}$, $x_{C1} = 40 \text{ Ом}$.

Реактивная мощность обмена ΔQ равна... вар.

Задание 29



В электрической цепи с индуктивно связанными элементами:

$\underline{I}_1 = 0.5e^{j60^\circ} \text{ А}$, $\underline{I}_2 = 0.8e^{j60^\circ} \text{ А}$, $\underline{I}_3 = 0.5e^{-j120^\circ}$, $x_{L1} = 300 \text{ Ом}$, $x_{L2} = 400 \text{ Ом}$, $x_{L3} = 300 \text{ Ом}$, $x_{L4} = 500 \text{ Ом}$, $x_{M13} = 100 \text{ Ом}$, $x_{M24} = 120 \text{ Ом}$.

Показания вольтметра (действующее значение) равно ... В.

Задание 30

В трехфазной цепи с прямым порядком чередования фаз, напряжение $u_A = U_m \sin(\omega t)$, то **неверным** является выражение ...

Варианты ответов:

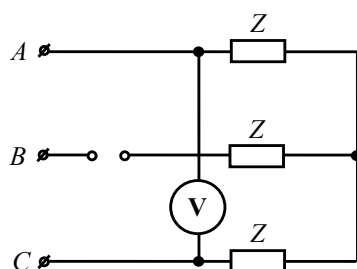
а) $u_B = U_m \sin(\omega t - 120^\circ)$

б) $u_C = U_m \sin(\omega t + 120^\circ)$

в) $u_{BC} = \sqrt{3}U_m \sin(\omega t - 90^\circ)$

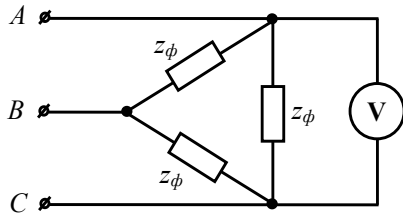
г) $u_{AB} = \sqrt{3}U_m \sin(\omega t - 30^\circ)$

Задание 31



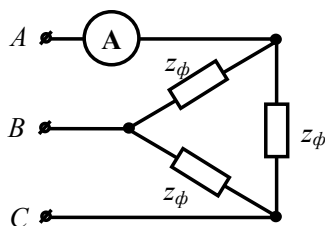
В симметричной трехфазной цепи, линейное напряжение $U_L = 380$ В.
После обрыва линейного провода B , показания вольтметра электромагнитной системы равны ... В.

Задание 32



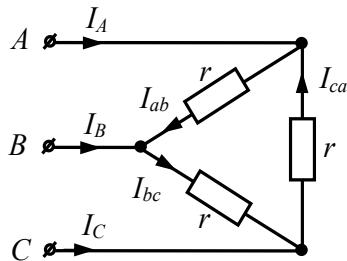
В симметричной трехфазной цепи, линейное напряжение $U_L = 50$ В.
После обрыва линейного провода C , показания вольтметра электродинамической системы равны ... В.

Задание 33



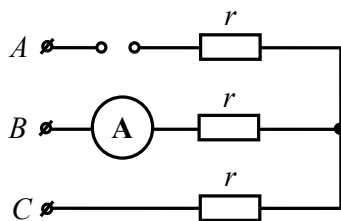
В симметричной трехфазной цепи, линейное напряжение $U_L = 100$ В.
Если сопротивление фазы $z_\phi = 80$ Ом, то показания амперметра электромагнитной системы равны ... А. **Ответ округлить до целых чисел.**

Задание 34



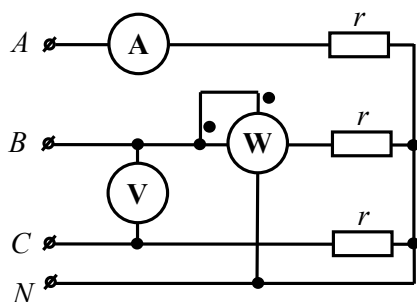
В симметричной трехфазной цепи, фазные токи равны $I_{ab} = I_{bc} = I_{ca} = 4$ А.
После обрыва линейного провода A , фазный ток I_{ab} равен ... А.

Задание 35



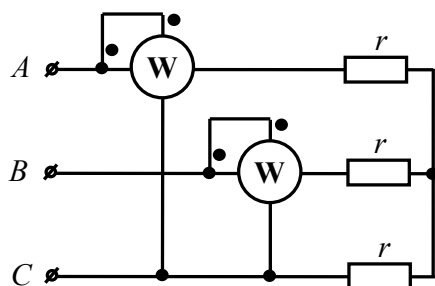
В симметричной трехфазной цепи, линейное напряжение $U_L = 100$ В. Сопротивление фазы приемника $r = 10$ Ом.
При обрыве провода A , показания амперметра электромагнитной системы равны ... А.

Задание 36



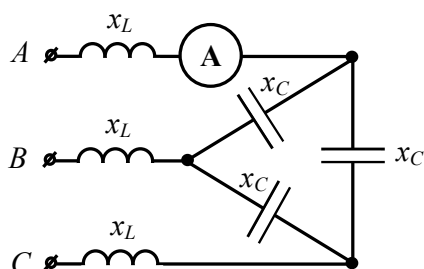
Если $U_V = 120\sqrt{3}$ В, $I_A = 4$ А, то показание ваттметра составят ... Вт.

Задание 37



Если показания двух ваттметров 100 и 250 Вт, то потребляемая мощность симметричного трёхфазного приёмника составит ... Вт.

Задание 38



К трёхфазной цепи приложена симметричная система линейных напряжений

$$U_L = 220\sqrt{3} \text{ В, } x_L = 47 \text{ Ом, } x_C = 75 \text{ Ом.}$$

Определите показание амперметра.

Краткое описание и регламент выполнения

Итоговое тестирование содержит 20 заданий, охватывающих все темы учебного курса «Теоретические основы электротехники 1». Тестовые задания присутствуют как закрытой, так и открытой формах. В начале проведения тестирования студенты заполняют протокол проведения тестирования. Время, отведенное на выполнение всех тестовых заданий не более 45 минут. При решении заданий, студент может воспользоваться калькулятором, черновиком и ручкой (карандашом).

Критерии оценки:

Каждое правильно выполненное тестовое задание оценивается в 5 баллов. Ответ на тестовое задание вносится в окно или выбирается из предложенных четырех вариантов. Суммарно при прохождении тестирования студент может набрать 100 баллов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Определение линейных и нелинейных электрических цепей. Идеализация элементов. Элементы схемы замещения. Энергетические преобразования в элементах схемы замещения.
2.	Активные и пассивные элементы электрических цепей. Идеальные источники ЭДС и тока, их вольт-амперные характеристики.
3.	Активные и пассивные элементы электрических цепей. Реальные источники ЭДС и тока, их вольт-амперные характеристики.
4.	Преобразование источника ЭДС в источник тока. Эквивалентность преобразования.
5.	Режимы работы электрической цепи с реальными источниками ЭДС и тока.
6.	Топология электрических цепей: ветвь, узел, контур, независимые контуры.
7.	Применение законов Кирхгофа. Составление уравнений по законам Кирхгофа для линейных электрических цепей постоянного тока.
8.	Активные и пассивные двухполюсники, их схемы замещения. Взаимная замена схем замещения активных двухполюсников.
9.	Энергетический баланс в линейной электрической цепи постоянного тока. Мощность потребителей и генераторов электрической энергии.
10.	Применение закона Ома для участка цепи без источника ЭДС и с источником ЭДС.
11.	Преобразования пассивных цепей. Применение метода «свёртывания» для линейных электрических цепей постоянного тока.
12.	Применение метода контурных токов. Матричная форма записи контурных уравнений для линейных электрических цепей постоянного тока.
13.	Применение метода узловых потенциалов. Матричная форма записи узловых уравнений для линейных электрических цепей постоянного тока.
14.	Применение метода наложения для линейных электрических цепей постоянного тока.
15.	Понятие об активном двухполюснике. Теорема об эквивалентном генераторе. Применение метода эквивалентного генератора для линейных электрических цепей постоянного тока.
16.	Передача электрической энергии по проводам. КПД линии передачи.
17.	Потенциальная диаграмма для линейной электрической цепи постоянного тока, построение и назначение.
18.	Гармонические синусоидальные токи и напряжения. Величины, характеризующие синусоидальную функцию времени.
19.	Среднее и действующее значения синусоидальной величины. Показания приборов в цепях синусоидального тока.
20.	Представление синусоидальных функций времени векторами и комплексными числами. Алгебра комплексных чисел.
21.	Резистор в цепи синусоидального тока. Электрические величины напряжения и тока на временной и комплексной плоскости. Мгновенная мощность.
22.	Индуктивность в цепи синусоидального тока. Электрические величины напряжения и тока на временной и комплексной плоскости. Мгновенная мощность.
23.	Конденсатор в цепи синусоидального тока. Электрические величины напряжения и

№ п/п	Вопросы к зачету
	тока на временной и комплексной плоскости. Мгновенная мощность.
24.	Сущность символического (комплексного) метода анализа цепей синусоидального тока. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
25.	Последовательное соединение $R-L-C$ – цепи синусоидального тока. Активные и реактивные сопротивления элементов. Комплексные сопротивления элементов.
26.	Параллельное соединение $R-L-C$ – цепи синусоидального тока. Активные и реактивные проводимости элементов. Комплексные проводимости элементов.
27.	Двухполюсник в цепи синусоидального тока. Определение сопротивлений и проводимостей двухполюсника.
28.	Треугольники сопротивлений, проводимостей, напряжений и мощностей в линейной электрической цепи синусоидального тока.
29.	Энергетический баланс в линейной электрической цепи синусоидального тока. Комплексная мощность. Коэффициент мощности.
30.	Преобразования пассивных цепей. Применение метода «свёртывания» для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
31.	Применение законов Кирхгофа для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
32.	Применение метода контурных токов. Матричная форма записи контурных уравнений для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
33.	Применение метода узловых потенциалов. Матричная форма записи узловых уравнений для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
34.	Применение метода наложения для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
35.	Применение метода эквивалентного генератора для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
36.	Частотные свойства цепей синусоидального тока. Резонансные явления. Резонансы напряжений и токов. Частотные характеристики.
37.	Построение и применение векторных топографических диаграммы напряжений и токов.
38.	Индуктивно связанные цепи. Характеристики магнитных полей. Магнитные потоки. ЭДС самоиндукции. ЭДС взаимной индукции.
39.	Коэффициент самоиндукции и взаимной индукции. Определение одноимённых зажимов индуктивно связанных катушек. Коэффициент связи.
40.	Анализ последовательного соединения индуктивно связанных катушек. Напряжения на индуктивно связанных катушках.
41.	Экспериментальное определение коэффициента взаимной индукции.
42.	Анализ параллельного соединения индуктивно связанных катушек. Токи в индуктивно связанных катушках.
43.	Воздушный (без ферромагнитного сердечника) трансформатор.
44.	Эквивалентная замена индуктивной связи (развязка взаимно индуктивных связей).
45.	Баланс активных и реактивных мощностей в цепях с индуктивно связанными катушками. Реактивная мощность обмена.
46.	Понятие многофазной системы ЭДС. Трёхфазная синусоидальная система ЭДС. Принцип действия трёхфазного синхронного генератора. Преимущества трёхфазных цепей по сравнению с однофазными цепями.
47.	Понятие фазы в трёхфазных цепях. Последовательности фаз. Изображение трёхфазной системы ЭДС на комплексной плоскости.
48.	Основные схемы соединений трёхфазных генераторов и приёмников. Терминология (линия, нейтраль, линейные напряжения и токи, фазные напряжения и токи, ток

№ п/п	Вопросы к зачету
	нейтрали, смещение нейтрали). Обозначения.
49.	Симметричная, равномерная, однородная нагрузки. Связь между линейными и фазными напряжениями и токами. Векторные диаграммы для различных соединений.
50.	Мощность в трёхфазных цепях. Измерение активной мощности.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	по результатам накопительного рейтинга студент набрал 55 баллов и выше
		«не зачтено»	по результатам накопительного рейтинга студент набрал 0 - 54 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Белецкий А. Ф.	Теория линейных электрических цепей	учебник	2022	ЭБС «Лань»
2.	Потапов Л.А.	Теоретические основы электротехники: краткий курс	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
3.	Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Соловьева Е. Б., Чернышев Э. П., Белянин А. И.	Основы теоретической электротехники	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
4.	Лизан И. Я.	Теоретические основы электротехники	учебник	2021	ЭБС «Консультант студента»
5.	Зонов В. Н.	Теоретические основы электротехники. Электрические и магнитные цепи постоянного тока	учебное пособие	2020	ЭБС «Консультант студента»
6.	Атабеков Г. И.	Теоретические основы электротехники	учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Бычков Ю.А., Золотницкий В.М.,	Сборник задач по основам теоретической электротехники	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
	Чернышев Э.П., Белянин А.Н., Соловьев Е.Б.				
2.	Новиков Ю.Н.	Электрические цепи и сигналы. Базовые сведения, методы анализа процессов в цепях	учебник	2022	ЭБС «Лань»
3.	Лаппи Ф. Э.	Расчет и компьютерное моделирование нелинейных электрических цепей с применением программы MathCad (от простого к сложному)	учебное пособие	2021	ЭБС «Консультант студента»
4.	Петренко Ю. В.	Теоретические основы электротехники : от теории к практике	учебно-методическое пособие	2021	ЭБС «Консультант студента»
5.	Гальперин М. В.	Электротехника и электроника	учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.CO M"
6.	Анисимова М. С., Попова И.С.	Электротехника и электроника : расчёт электрических цепей постоянного тока	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»
7.	Анисимова М. С., Попова И.С.	Электротехника и электроника : расчёт электрических цепей однофазного синусоидального тока	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»
8.	Анисимова М. С., Попова И.С.	Электротехника и электроника : расчёт трёхфазных электрических цепей	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	MathCAD	Акт п/п от 21.07.2009г. (Гос. Контракт № 487 от 28.05.2009г.), срок действия - бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных	Стол�ы ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, жалюзи

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-609)	
2.	Лаборатория «Теоретические основы электротехники. Электрический привод» Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий. (Э-604)	Стол ученические, стулья ученические, лабораторные столы, стол преподавательский, стул преподавательский, доска, шкаф, стенды лабораторные, доска маркерная, блок генераторов напряжения, блоки мультиметров, миниблоки «Электромагнитное поле» лабораторные столы, подставка под осциллограф, осциллограф, набор планшетов для моделирования
3.	Компьютерный класс. Учебная аудитория для практических работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации Лаборатория Цифровое моделирование в электроэнергетике. (Э-601)	Экран, проектор, ПК, двухместные парты, трехместные столы, стулья ученические, стол для конференций.
4.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Стол, стулья, компьютеры