



МЧС РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Кафедра физико-технических основ безопасности

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника института по
учебной работе
полковник внутренней службы

А.В. Пенков

« 23 »

мая

2025 г.

Рабочая программа дисциплины

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

(уровень бакалавриата)

Профиль – надзорно-профилактическая деятельность

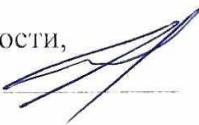
Год начала реализации ОПОП: 2025

Екатеринбург
2025

Авторы-составители:

Заведующий кафедрой

физико-технических основ безопасности,
кандидат технических наук, доцент



А.А. Супкевич

Доцент кафедры

физико-технических основ безопасности,
кандидат физико-математических наук



А.В. Борисенко

Старший преподаватель

кафедры физико-технических основ безопасности,
кандидат физико-математических наук



А.Р. Курочкин

Рассмотрено на заседании кафедры ФТОБ
«15» мая 2025 г., протокол № 10

Таблица 1

Код ОПОП	Направление подготовки	Профиль	Индекс дисциплины по рабочему учебному плану
20.03.01	Техносферная безопасность	Надзорно- профилактическая деятельность	Б1.О.18

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Электротехника» являются:

- овладение знаниями о сущности электромагнитных процессов в электротехнических и электронных устройствах, направленными на приобретение ими значимого опыта, позволяющего успешно решать профессиональные задачи, связанные с обеспечением пожарной безопасности;
- теоретическая и практическая подготовка специалистов в области электротехники и электроники в такой степени, чтобы они могли грамотно выбирать и применять электротехнические, электронные и электроизмерительные приборы и устройства.

Для достижения поставленных целей предусматривается решение следующих основных задач:

- формирование у обучаемых знаний о явлениях и процессах, протекающих в электрических и магнитных цепях, законах, лежащих в их основе и определяющих работу электротехнических и электронных устройств;
- усвоение принципа действия, области применения и потенциальных возможностей основных электротехнических, электронных устройств и электроизмерительных приборов;
- формирование основ электробезопасности, ценностного отношения к электротехническим знаниям как к действенным, практико- и жизненноориентированным;
- формирование научного мышления, правильного понимания границ применимости различных электромагнитных законов и теорий;
- овладение инженерными приемами и навыками решения конкретных задач электротехники и электроники, которые помогут в дальнейшем в решении инженерных задач по профилю подготовки;
- формирование навыков проведения экспериментальных исследований электрических цепей, электротехнического оборудования и электронных устройств.

2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Таблица 2

Результаты освоения образовательной программы	Содержание компетенций	Результаты обучения по дисциплине
РО-5.1 Способность к организации эксплуатации, ремонта и обслуживания технических средств, используемых для предупреждения, тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ	ПК-7. Способность оценивать техническую готовность и организовывать рациональную эксплуатацию и пожарной, аварийно-спасательной техники и средств связи, осуществлять их применение при ведении боевых действий по тушению пожара и проведении АСР	Знать: основные законы электротехники, области их практического применения, границ применимости; физических основ процессов, протекающих в электрических и магнитных цепях, электронных приборах; методов анализа электрических и магнитных цепей, в том числе с использованием ПЭВМ; электротехнической терминологии и символики, правил чтения и составления электрических и электронных схем. Уметь: анализировать, описывать и объяснять явления и процессы, происходящие в электрических и магнитных цепях, электротехнических и электронных устройствах; анализировать результаты расчетов и экспериментального исследования параметров и характеристик электрических и магнитных цепей, наиболее распространенных электротехнических и электронных устройств, процессы преобразования сигналов в электронных устройствах. Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в электронике и электротехнике.
РО-3.2 Способность к организации и проведению мероприятий по профилактике пожаров и обучению мерам пожарной безопасности	ПК-3. Способен на основе законов электротехники прогнозировать и оценивать пожарную опасность, осуществлять разработку способов и мер обеспечения пожарной безопасности электроустановок и электротехнических изделий.	Знать: назначения, области применения и принципов функционирования электрических машин, цепей и электронных схем; методов расчета параметров и выбора основных электротехнических и электронных устройств; правил техники безопасности при работе с электротехническими и электронными устройствами. Уметь: анализировать научную, нормативную, патентную информацию по обеспечению безопасности в процессе выбора, монтажа и эксплуатации электротехнических и электронных устройств; анализировать результаты расчетов и экспериментального исследования параметров и характеристик электрических и магнитных цепей, наиболее распространенных электротехнических и электронных устройств, процессов преобразования сигналов в электронных устройствах; описывать и объяснять явления и процессы, происходящие в электрических и магнитных цепях,

		электротехнических и электронных устройствах; проектировать результат своей деятельности, определять адекватные пути решения вопросов, связанных с безопасным применением электроустановок; проводить аналитический обзор литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ» по тематике, связанной с назначением, устройством, применением и принципами функционирования электрических машин, цепей и электронных схем. Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в электронике и электротехнике.
--	--	---

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к базовой части ОПОП по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность уровень бакалавриата (профиль – надзорно-профилактическая деятельность)

Таблица 3

Пререквизиты	Высшая математика, физика, информатика
Кореквизиты	Основы автоматизированного проектирования в области ПБ
Постреквизиты	Пожарная, специальная и аварийно-спасательная техника, пожарная безопасность электроустановок, автоматизированные системы управления и связь, производственная и пожарная автоматика, пожарная безопасность технологических процессов

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1.

№ п/п	Виды работ	ЗЕТ	Количество часов по рабочему учебному плану			
			Форма обучения очная		Форма обучения заочная	
			Всего часов	Часов в интерактивной форме	Всего часов	Часов в интерактивной форме
1	Общая трудоёмкость дисциплины	2	72	22	-	-
2	Контактная работа обучающихся с преподавателем		44,25	22	-	-
3	Самостоятельная работа обучающихся		27,75		-	-
4	Контроль		-		-	-

Очная форма обучения

Таблица 4.2.

№ тем п/п	Наименование разделов и тем	Трудоемкость освоения тем дисциплины, ч													
		Общая	Кол-во часов					Формы контроля							Самостоятельная работа
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические (семинарские) занятия	Контроль самостоятельной работы	Экзамены	Зачеты	Курсовые проекты	Курсовая работа	Контрольные работы	Рефераты	Расчетно-графические работы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3 семестр															
Раздел 1. Электротехника															
1	Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи	8	4	2		2									4
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>			2											
2	Линейные электрические цепи синусоидального тока	40	28	8	12	8									12
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>			4	8	2									
3	Трансформаторы и электрические машины	16	8	4	4										8
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>			2	4										
	Итого по разделу 1	64	40	14	16	10									24
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>			8	12	2									
	КСР	2	2				2								
	Консультация	2	2						2						
	Зачет	4	0,25						0,25						3,75
	Итого по дисциплине	72	44,25	14	16	10	2		2,25						27,75
	<i>в т.ч. часов в инт. форме</i>			8	12	2									

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Тема 1. Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи

Место и роль дисциплины в формировании профессиональных компетенций специалистов пожарной безопасности, общие методические указания по ее изучению. Связь с другими учебными дисциплинами. Электрическая энергия, способы ее получения, свойства и область применения.

Электрическая цепь. Классификация электрических цепей. Способы изображения электрической цепи. Топологические понятия (ветвь, узел, контур). Элементы электрических цепей постоянного тока, их условные обозначения, область применения. Режимы работы источников электроэнергии постоянного тока. Действие электрического тока на организм человека. Тепловое действие электрического тока (закон Джоуля-Ленца). Пожароопасные свойства электричества.

Эквивалентные преобразования в электрических цепях, метод расчета электрических цепей на их основе. Расчет сложных линейных электрических цепей постоянного тока методами узловых и контурных уравнений (на основе законов Кирхгофа), контурных токов, узлового напряжения, наложения. Баланс мощностей.

Нелинейные электрические цепи. Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока графо-аналитическим методом.

Сущность электрических измерений. Основные методы и погрешности измерений. Классификация электроизмерительных приборов. Измерение силы тока, напряжения, электрического сопротивления и мощности в электрических цепях постоянного тока.

Понятие магнитной цепи. Классификация магнитных цепей. Параметры магнитной цепи (магнитная индукция, напряженность магнитного поля, магнитный поток, магнитная проницаемость, магнитодвижущая сила, магнитное напряжение и сопротивление). Законы, действующие в магнитных цепях (законы электромагнитных сил и электромагнитной индукции, полного тока, Ома и Кирхгофа). Потокосцепление и индуктивность катушки. Принцип Ленца. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Взаимное преобразование механической и электрической энергии. Правила правой и левой руки. Отрицательное воздействие электромагнитного излучения на человека. Анализ магнитных цепей при постоянных магнитных потоках. Свойства ферромагнитных материалов. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Петля гистерезиса. Вихревые токи. Потери на гистерезис и вихревые токи, способы их уменьшения.

Опосредованное воздействие (через нервную систему) электрического тока на человека. Виды нарушений нервной системы. Непосредственное действие (на весь организм в целом) электрического тока на человека. Виды воздействий (биологическое, электролитическое, термическое, механическое) электрического тока. Общее определение электротравм, их классификация (местные, общие и смешанные). Комплексный характер воздействия электрического тока на организм человека. Виды и классификация местных электротравм (электрический ожог, метки тока, металлизация

кожи, электроофтальмия, механические повреждения). Виды и классификация общих электротравм (электрические удары), их деление по степени тяжести поражения. Понятие – клиническая смерть. Основные отличия признаков клинической и биологической смерти. Причины смерти от электрического тока в электроустановках (остановка дыхания, остановка сердца, электрический шок).

Способы освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока. Первая помощь при поражении электрическим током.

Тема 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока

Понятие переменного тока. Причины широкого применения переменного тока в различных областях техники. Получение однофазного синусоидального тока. Параметры синусоидального тока: мгновенное, действующее, среднее, амплитудное значения, период, циклическая частота, угловая скорость. Фаза переменного тока. Сдвиг фаз. Способы изображения синусоидальных величин.

Однофазные электрические цепи. Сдвиг фаз между напряжением и током, векторные диаграммы и энергетические характеристики при раздельном включении в цепь резистора, конденсатора и катушки индуктивности. Мощность переменного тока: полная, активная, реактивная. Основы символического метода расчета цепей. Цепи однофазного тока с последовательным соединением приемников: сдвиг фаз между током и напряжением, векторные диаграммы, треугольники сопротивлений и мощностей. Резонанс напряжений: условия возникновения, признаки и область применения. Цепи однофазного тока с параллельным соединением приемников: сдвиг фаз между током и напряжением, векторные диаграммы, треугольники проводимостей. Резонанс токов: условия возникновения, признаки и область применения. Цепи однофазного тока со смешанным соединением элементов. Расчет магнитных цепей при переменных магнитных потоках. Коэффициент мощности и его технико-экономическое значение.

Трехфазные цепи. Получение трехфазной системы синусоидальных ЭДС. Четырехпроводная и трехпроводная трехфазные цепи. Симметричный и несимметричный режимы работы трехфазной цепи, виды аварийных режимов. Роль нейтрального провода. Фазные и линейные напряжения и токи при различных способах соединения приемников («звездой», «треугольником»), векторные диаграммы. Расчет трехфазной цепи при симметричном и несимметричном режимах работы. Мощности в трехфазной цепи.

Измерение силы тока, напряжения, электрического сопротивления, мощности, электроэнергии в цепях переменного тока. Классификация электроизмерительных приборов. Устройство электроизмерительных приборов. Измерение мощности. Измерение сопротивления изоляции.

Тема 3. Трансформаторы и электрические машины

Трансформаторы: назначение и область применения. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Коэффициент трансформации. Схемы замещения трансформаторов. Трансформаторная ЭДС. Расчет параметров схемы замещения трансформатора. Режимы работы трансформаторов. Экспериментальное определение параметров схемы замещения: опыты холостого хода и короткого замыкания. КПД трансформатора. Зависимость КПД трансформатора от нагрузки.

Внешняя характеристика трансформатора. Устройство и особенности трехфазного трансформатора. Устройство и принцип действия специальных трансформаторов (измерительные трансформаторы тока и напряжения, сварочный трансформатор, автотрансформатор).

Электрические машины переменного тока: назначение и область применения. Вращающееся магнитное поле, создаваемое трехфазной симметричной системой токов. Устройство трехфазной асинхронной машины, режимы ее работы. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. Скольжение. Вращающий момент асинхронного двигателя. Зависимость вращающего момента от скольжения. Механическая характеристика асинхронного двигателя. КПД и коэффициент мощности асинхронного двигателя. Способы пуска асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Номинальные и пусковые параметры асинхронного двигателя. Коллекторные машины переменного тока: устройство, принцип действия, применение. Применение асинхронных двигателей в установках противопожарной защиты.

Синхронные машины. Устройство синхронной машины, способы возбуждения, область применения. Принцип действия синхронного генератора и синхронного двигателя. Характеристики синхронного генератора и синхронного двигателя. Способы пуска синхронных двигателей. Синхронный компенсатор реактивной мощности. Применение синхронных машин в пожарной технике.

Электрические машины постоянного тока: устройство, принцип действия, основные характеристики, область применения. Схемы возбуждения генераторов. Вращающий момент двигателя постоянного тока, принципы регулирования частоты вращения. Характеристики генераторов и двигателей постоянного тока в зависимости от схемы возбуждения. Коммутация в машине постоянного тока, ее пожароопасность.

Основы электропривода. Обобщенная функциональная схема привода. Назначение электромеханического привода. Основные типы рабочих механизмов. Основные режимы работы электропривода. Выбор мощности, типа и вида двигателя. Управление электроприводом.

Электрические станции. Их классификация, пожарная опасность и опасность поражения электрическим током. Основные мероприятия противопожарной защиты.

Трансформаторные подстанции. Виды. Схемы и оборудование объектовой трансформаторной подстанции. Назначение и устройство маслонаполненных трансформаторов и масляных выключателей. Пожарная опасность трансформаторных подстанций и маслонаполненного оборудования. Требования противопожарной защиты при эксплуатации трансформаторных подстанций и оборудования.

Электрические сети. Электропроводки. Термины. Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способы их прокладки. Открытые и скрытые электропроводки внутри помещений. Наружные электропроводки.

Общие требования к электрическому освещению. Питание аварийного и эксплуатационного освещения. Заземление и зануление установок электрического освещения. Внутреннее и наружное освещение.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Электротехника [электронный ресурс]: Методические рекомендации для организации самостоятельной работы по изучению дисциплины. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. А.В. Борисенко, А.Р. Курочкин – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 41 с.

https://3kl.uigps.ru/pluginfile.php/2383/mod_resource/content/1/%D0%9C%D0%A0%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BE%D1%80%D0%B3-%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%A1%D0%A0%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%B8%D0%B7%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8E%20%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%2020.03.01.pdf

2. Электротехника [электронный ресурс]: Методические рекомендации для подготовки к зачету и экзамену. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. А.В. Борисенко, А.Р. Курочкин – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 125 с.

https://3kl.uigps.ru/pluginfile.php/2384/mod_resource/content/1/%D0%9C%D0%A0%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8%20%D0%BA%20%D0%B7%D0%B0%D1%87%20%D0%B8%20%D1%8D%D0%BA%D0%B7%20%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%2020.03.01.pdf

3. Электротехника [электронный ресурс]: Методические рекомендации по изучению дисциплины. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. А.В. Борисенко, А.Р. Курочкин – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 28 с.

https://3kl.uigps.ru/pluginfile.php/2382/mod_resource/content/1/%D0%9C%D0%A0%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%B8%D0%B7%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8E%20%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%2020.03.01.pdf

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА (МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Уровни формирования компетенций

ПК-7 способен оценивать техническую готовность и организовывать рациональную эксплуатацию и пожарной, аварийно-спасательной техники и средств связи, осуществлять их применение при ведении боевых действий по тушению пожара и проведении АСР

Уровни	Оценочные средства
пороговый	Лабораторная работа
повышенный	Зачет

ПК-3 способен на основе законов электротехники прогнозировать и оценивать пожарную опасность, осуществлять разработку способов и мер обеспечения пожарной безопасности электроустановок и электротехнических изделий.

Уровни	Оценочные средства
пороговый	Лабораторная работа
повышенный	Зачет

Комплект оценочных средства для проведения текущего (рубежного) контроля с критериями оценивания

Форма контроля	Наполнение фонда оценочных средств	Оцениваемые компетенции, критерии и оценки
Устный опрос	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. «Исследование однофазных цепей переменного тока с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов. Резонансы напряжения и токов» Контрольные вопросы 1. Как направлены по отношению друг к другу векторы напряжений на индуктивности и емкости? 2. Как определяется индуктивное и емкостное сопротивления электрической цепи. 3. Чему равно полное сопротивление цепи, состоящей из соединенных последовательно активного сопротивления R, индуктивности L и емкости C?	ПК-7 ПК-3

	4. Какой знак имеют комплексные значения емкостного и индуктивного сопротивлений? 5. Как изменятся индуктивное и емкостное сопротивления при увеличении и уменьшении частоты переменного тока? 6. В каких случаях вектор тока в электрической цепи при последовательном соединении r, L и C отстает от вектора напряжения сети и в каких случаях опережает его? 7. Что такое резонанс напряжений? 8. В какой цепи и для чего в электрических цепях создают резонанс напряжений, какова его область применения? 9. Каково условие возникновения резонанса напряжения? 10. Чему равна резонансная частота? 11. Чему равны реактивное сопротивление и реактивная мощность цепи при резонансе? 12. Чему равен угол сдвига фаз напряжения и тока на входе цепи при резонансе напряжения? 13. Чему равен коэффициент мощности при резонансе напряжений? 14. Изменением каких параметров можно получить режим резонанса напряжений? 15. С помощью каких приборов и по каким признакам можно судить о наступлении резонанса напряжений? 16. Напишите формулы для определения активной, индуктивной, емкостной и полной проводимостей электрической цепи. 17. Какой знак имеют комплексные значения индуктивной и емкостной проводимостей? 18. Дайте определение резонанса токов в электрической цепи. 19. В какой цепи и при каких условиях наступает резонанс токов? 20. Для чего в электрических цепях создают резонанс токов, какова область его применения? 21. Чему равен угол сдвига фаз напряжения и тока на входе цепи при резонансе напряжения? 22. Чем отличается резонанс токов от резонанса напряжений?	
--	---	--

	23. Поясните, оказывает ли влияние на потребляемую активную мощность, параллельно включенная в электрическую цепь емкость. 24. Объясните способ повышения коэффициента мощности электрической цепи при параллельном включении емкости и потребителя с активно-индуктивной нагрузкой. Поясните технико-экономическое значение повышения коэффициента мощности электрической цепи.	
Устный опрос	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 и 3. «Исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» и «треугольник»» Контрольные вопросы 1. Дайте определение трехфазной системы синусоидального тока. 2. Поясните преимущества трехфазной системы синусоидального тока в сравнении с однофазной системой. 3. Укажите способы соединения потребителей электроэнергии в трехфазной системе. 4. Объясните назначение нейтрального провода и поясните, почему в этот провод не включаются разъединители и предохранители. 5. Каково соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при соединении потребителей электроэнергии звездой? 6. Укажите способы включения ваттметров для измерения активной мощности в четырехпроводных электрических цепях. 7. Объясните, почему опасно короткое замыкание фазы потребителя электроэнергии в четырехпроводной системе трехфазной цепи. 8. Укажите условия симметрии трехфазного потребителя электроэнергии 9. Как изменятся напряжения и токи потребителя электроэнергии в четырехпроводной трехфазной симметричной системе при отключении нейтрального провода? 10. Поясните, в каком случае нельзя использовать метод двух ваттметров при измерении активной мощности трехфазного потребителя электроэнергии. 11. Как изменяется мощность трёхфазной нагрузки при обрыве фазы в схеме с нулевым проводом и без него? 12. Что такое короткое замыкание и почему оно является причиной пожаров?	ПК-7 ПК-3

	13. Как изменяется мощность при коротком замыкании одной фазы? 14. Как вычислить мощность несимметричной трёхфазной нагрузки? 15. Как (во сколько раз) увеличиваются или уменьшаются фазные и линейные токи в каждом из рассмотренных аварийных режимов? 16. Каково соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при соединении потребителей электроэнергии треугольником ? 17. Укажите способы включения ваттметров для измерения активной мощности в четырехпроводных и трехпроводных трехфазных электрических цепях. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. «Исследование режимов работы однофазного трансформатора» Контрольные вопросы 1. Какой закон лежит в основе принципа действия трансформатора? 2. Что такое коэффициент трансформации? 3. Что создает характерный звук при работе трансформатора? 4. Какие приборы подключаются к вторичной обмотке трансформатора при проведении опытов холостого хода и короткого замыкания и почему? 5. Какие параметры трансформатора определяются при проведении опытов холостого хода и короткого замыкания? 6. Как определяется КПД трансформатора? Какой вывод можно сделать из графика зависимости КПД от тока нагрузки трансформатора? 7. Какие виды потерь происходят в трансформаторе, и чем они обусловлены? 8. Что такое токи Фуко? Какие способы уменьшения потерь от вихревых токов применяют в трансформаторах?	ПК-7 ПК-3
Лабораторная работа	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. «Исследование однофазных цепей переменного тока с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов. Резонансы напряжения и токов» Задание № 1 Для цепи с последовательным соединением резистора и конденсатора измерить потребляемую активную мощность P, действующие значения падений напряжения на резисторе U_R и конденсаторе U_C, ток I. <i>Порядок выполнения</i> 1. Соберите цепь согласно схеме (рис. 1), подсоедините регулируемый источник синусоидального напряжения и установите его параметры: $U = 5 \text{ В}$, $f = 1 \text{ кГц}$. 2. Выполните измерения активной МОЩНОСТИ, действующих значений тока и	ПК-7 ПК-3 <i>Шкала оценивания результатов и критерии выставле</i>

напряжений. Результаты измерений занесите в табл. 1. При измерениях напряжений подключайте мультиметр к зажимам C-E, C-D, D-E.

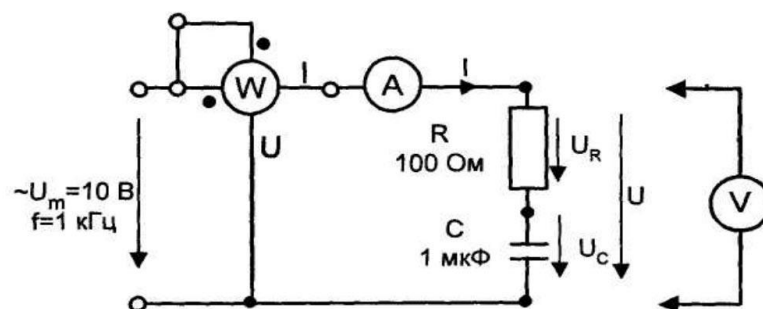


Рис. 1. Схема опыта № 1

Задание № 2

Для цепи с последовательным соединением резистора и катушки индуктивности измерить потребляемую активную мощность P , действующие значения падений напряжения на резисторе U_R и катушке U_L и ток I .

Порядок выполнения

Соберите цепь согласно схеме (рис. 2), подсоедините регулируемый источник синусоидального напряжения и установите его параметры: $U = 5$ В, $f = 200$ Гц. В качестве индуктивности с малым активным сопротивлением используйте катушку трансформатора 300 ВИТКОВ, вставив между подковами разъемного сердечника полоски бумаги в один слой (немагнитный зазор).

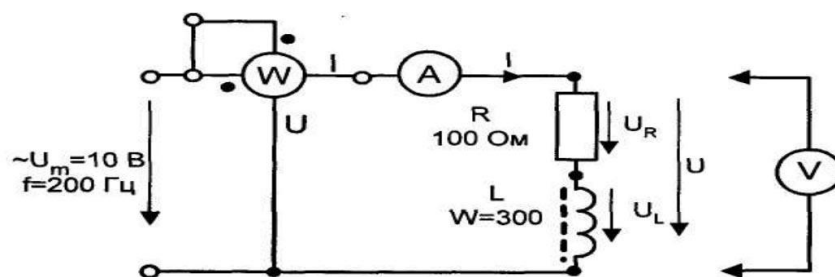


Рис. 2. Схема опыта № 2

2. Выполните измерения активной мощности, тока и напряжений. Результаты измерений занесите в табл. 1.

Таблица 1

Характер нагрузки	P , Вт	U , В	U_R , В	U_C, U_L , В	I , мА
R-C					
R-L					

Задание № 3

Для цепи с последовательным соединением конденсатора и катушки индуктивности измерить действующие значения тока I и напряжений U , U_C , U_L при $\omega = \omega_0$, $\omega < \omega_0$ и $\omega > \omega_0$.

ния оценок по лабораторным работам :

— соблюдение правил техники безопасности;

— грамотное оформление отчета о результатах

экспериментальных

исследований

согласно установленным

правилам и требованиям;

— грамотное представление

результатов

эксперимента

(оценка точности измерений, анализ

полученных

результатов);

— демонстрация

культуры

оформления и

Порядок выполнения

1. Соберите цепь согласно схеме (рис. 3), подключите регулируемый источник синусоидального напряжения и установите напряжение на его входе 2 В и частоту 500 Гц. В качестве индуктивности с малым активным сопротивлением используйте катушку трансформатора 300 витков, вставив между подковами разъемного сердечника полоски бумаги в один слой (немагнитный зазор).

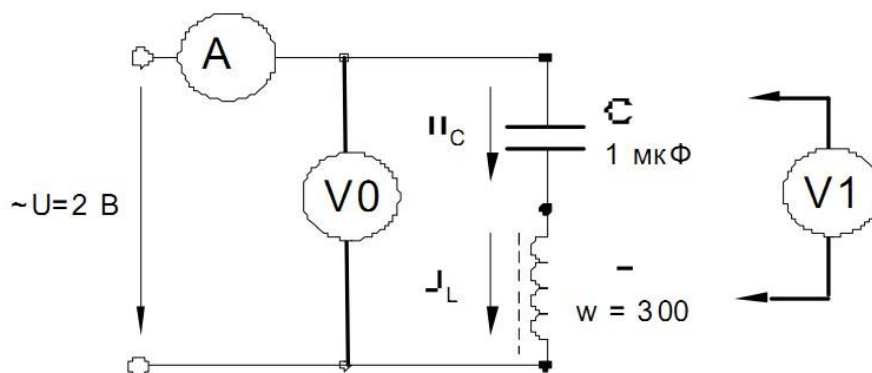


Рис. 3. Схема опыта № 3

2. Изменяя частоту приложенного напряжения, добейтесь резонанса по максимальному току. Для точной настройки по максимуму тока необходимо поддерживать неизменным напряжение на входе цепи.
3. Произведите измерения и запишите в табл. 2 результаты измерений при резонансе $f = f_0$ при $f \approx 0,75f_0$ и $f \approx 1,25f_0$.

Таблица 2

f, Гц	I, мА	U, В	U_L , В	U_C , В
$f_0 =$				
$f_1 =$				
$f_2 =$				

Задание № 4

Для цепи с параллельным соединением резистора и конденсатора измерить потребляемую активную мощность P , действующие значения тока в резисторе I_R и конденсаторе I_C , полный ток I .

Порядок выполнения

Соберите цепь согласно схеме (рис. 4.), подключите регулируемый источник синусоидального напряжения и установите его параметры: $U = 5$ В, $f = 1$ кГц.

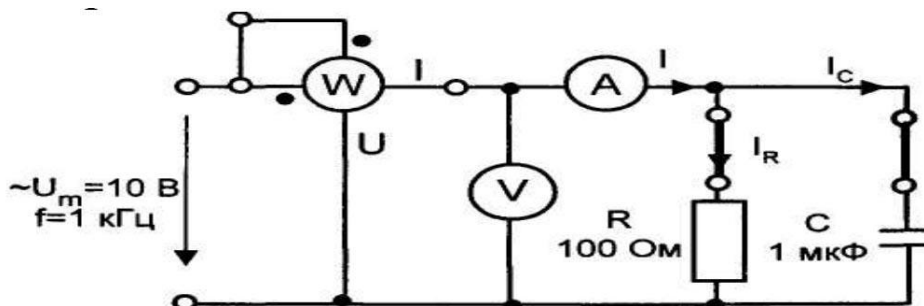


Рис. 4. Схема опыта № 4

2. Выполните измерения активной мощности, U , I , I_C , I_R и занесите результаты в

представления отчетной документации.

– ответы на контрольные теоретические вопросы. Обучающиеся должны сдать отчеты по лабораторным работам на следующем занятии, после проведения лабораторной работы на проверку преподавателю, который использует следующую критерияльную схему оценивания: «Отлично» – отчет сдан, каждый критерий выполнен более чем на 90 %. Работа выполне

Задание № 5

Для цепи с параллельным соединением резистора и катушки индуктивности измерить действующие значения тока в резисторе I_R и катушке I_L , полный ток I .

Порядок выполнения

1. Соберите цепь согласно схеме (рис. 5.), подсоедините регулируемый источник синусоидального напряжения и установите его параметры: $U = 5$ В, $f = 200$ Гц. В качестве индуктивности с малым активным сопротивлением используйте катушку трансформатора 300 витков, вставив между подковами разъемного сердечника полоски бумаги в один слой (немагнитный зазор).

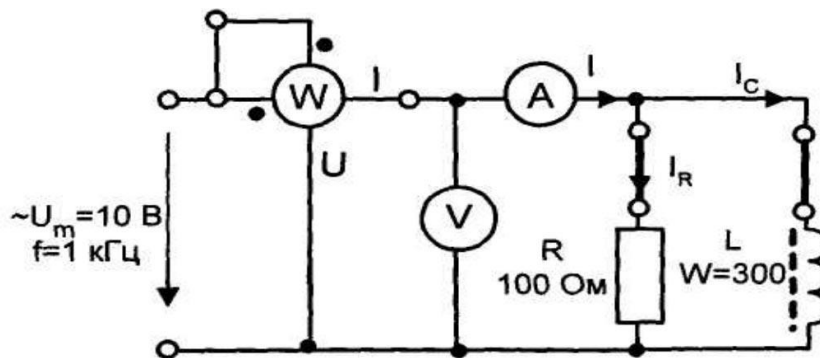


Рис. 5. Схема опыта № 5

2. Выполните измерения активной мощности, U , I , I_L , I_R и занесите результаты в табл. 3.

Таблица 3

Характер нагрузки	P , Вт	U , В	I , мА	I_L , I_C , мА	I , мА
R-C					
R-L					

Задание № 6

Для цепи с параллельным соединением конденсатора и катушки индуктивности измерить действующие значения напряжения U и токов I , I_C и I_L при $\omega = \omega_0$, $\omega < \omega_0$ и $\omega > \omega_0$.

Порядок выполнения

1. Соберите цепь согласно схеме (рис. 6.), подсоедините регулируемый источник синусоидального напряжения и установите его параметры: $U = 7$ В, $f = 500$ Гц. В качестве индуктивности с малым активным сопротивлением используйте катушку трансформатора 300 витков, вставив между подковами разъемного сердечника полоски бумаги в один слой (немагнитный зазор).

2. Изменяя частоту приложенного напряжения, добейтесь резонанса по минимальному току I . Для точной настройки поддерживайте неизменным напряжение на входе цепи.

3. Произведите измерения и запишите результаты измерений в табл. 4. при $f = f_0$ при $f \approx 0,75f_0$ и $f \approx 1,25f_0$

Таблица 4

f , Гц	I , мА	U , В	U_L , В	U_C , В
$f_0 =$				
$f_1 =$				
$f_2 =$				

на по варианту, графическая часть и выводы соответствуют требованиям, на контрольные вопросы даны верные, развернутые ответы. «Хорошо» – отчет сдан, каждый критерий выполнен на 65-90%. Работа выполнена на по варианту, графическая часть и выводы соответствуют требованиям, но имеют некоторые погрешности, не влияющие на общий результат. На контрольные вопросы даны верные, краткие ответы. «Удовлетворительно» – отчет

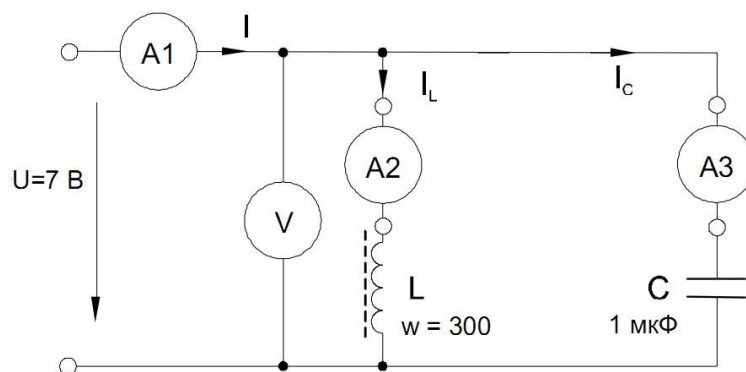


Рис. 6. Схема опыта № 6

Обработка и анализ результатов

1. Цепь с последовательным соединением активного сопротивления и индуктивности, активного сопротивления и емкости, индуктивности и емкости.

1. Вычислите:
Фазовый угол

$$\varphi = \arccos \frac{P}{UI}$$

Полное сопротивление цепи

$$Z = \frac{U}{I}$$

Активное сопротивление цепи

$$R = Z \cdot \cos \varphi$$

Емкостное реактивное сопротивление цепи

$$X_C = Z \cdot \sin \varphi$$

2. Выберите масштабы и постройте векторную диаграмму напряжений и треугольник сопротивлений.

3. Вычислите:
Фазовый угол

$$\varphi = \arccos \frac{P}{UI}$$

Полное сопротивление цепи

$$Z = \frac{U}{I}$$

Активное сопротивление цепи

$$R = Z \cdot \cos \varphi$$

Индуктивное реактивное сопротивление цепи

$$X_L = Z \cdot \sin \varphi$$

4. Выберите масштабы и постройте векторную диаграмму напряжений и треугольник сопротивлений.

5. Постройте в одинаковом масштабе векторные диаграммы для случаев $f = f_0$ при $f \approx 0,75f_0$ и $f \approx 1,25f_0$

сдан,
каждый
критерий
оценки
выполне
н на 61-
75%.
Работа
выполне
на по
варианту,
графичес
кая часть
и выводы
имеют
существе
нные
ошибки и
недочеты
, что
отрицате
льно
влияет на
конечны
й
результат
, ответы
на
контроль
ные
вопросы
имеют
ошибки и
недочеты
.
«Неудов
летвори
тельно»
– отчет
не сдан
или
работа
выполне
на не по
варианту
или
имеет
большое
количес
во
грубых
ошибок

	II. Цепь с параллельным соединением активного сопротивления и индуктивности, активного сопротивления и емкости, индуктивности и емкости. 1. Вычислите: Фазовый угол $\varphi = \arccos \frac{P}{UI}$ Активные проводимость цепи и сопротивление цепи $G = \frac{I_R}{U}; \quad R = \frac{U}{I_R}$ Емкостные реактивные проводимость и сопротивление цепи $B_C = \frac{I_C}{U}; \quad X_C = \frac{U}{I_C}$ Полные проводимость и сопротивление цепи $Y = \sqrt{G^2 + B_C^2}; \quad Y = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ 2. Постройте векторную диаграмму токов и треугольник проводимостей. 3. Вычислите: Фазовый угол $\varphi = \arccos \frac{P}{UI}$ Активные проводимость цепи и сопротивление цепи $G = \frac{I_R}{U}; \quad R = \frac{U}{I_R}$ Емкостные реактивные проводимость и сопротивление цепи $B_L = \frac{I_L}{U}; \quad X_L = \frac{U}{I_L}$ Полные проводимость и сопротивление цепи $Y = \sqrt{G^2 + B_L^2}; \quad Y = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ 4. Выберите масштаб и постройте векторную диаграмму токов и треугольник проводимостей. 5. Определите активное сопротивление катушки индуктивности, используя векторную диаграмму. Сравните с результатом, полученным в первой части лабораторной работы. 6. Постройте в одинаковом масштабе векторные диаграммы для случаев $f = f_0$ при $f \approx 0,75f_0$ и $f \approx 1,25f_0$	
	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» Задание №1 Для трехфазной цепи с соединением «звезда» при симметричной и несимметричной нагрузках измерьте с помощью мультиметра приборов действующие значения токов I_L и I_N, а также напряжений U_L и U_Φ. Порядок выполнения: 1. Соберите цепь с симметричной нагрузкой ($R_A = R_B = R_C = 1 \text{ кОм}$) согласно схеме (рис. 1).	ПК-7 ПК-3

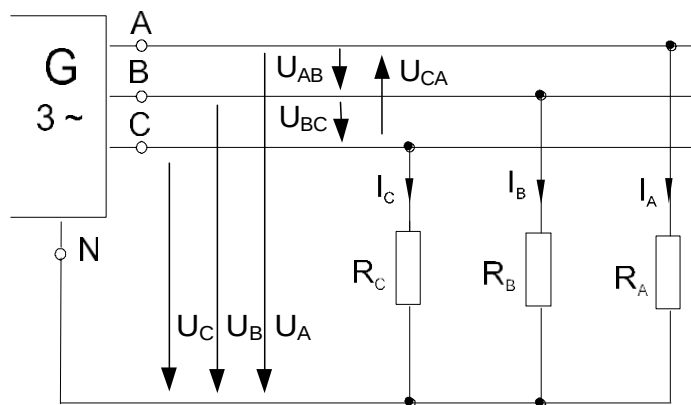


Рис. 5.1. Схема опыта №1

2. Измерьте действующие значения напряжений и токов и запишите результаты в табл. 1.

Таблица 1

Схема «звезда»		Нагрузка симметричная		Нагрузка несимметричная	
		С нейтралью	Без нейтрали	С нейтралью	Без нейтрали
Линейные и фазные токи, ток нейтрали, мА	I_A				
	I_B				
	I_C				
	I_N				
Линейные напряжения, В	U_{AB}				
	U_{BC}				
	U_{CA}				
Фазные напряжения, В	U_A				
	U_B				
	U_C				

Повторите измерения для несимметричной нагрузки ($R_A = 1 \text{ кОм}$, $R_B = 680 \text{ Ом}$, $R_C = 330 \text{ Ом}$).

Задание №2

Экспериментально исследовать аварийные режимы работы трёхфазной цепи при соединении нагрузки в звезду.

Порядок выполнения:

1. Соберите цепь согласно схеме (рис.5.2.2) с сопротивлениями фаз $R_A=R_B=R_C=1\text{кОм}$. Измерения токов можно производить одним – двумя амперметрами, переключая их из одной фазы в другую.

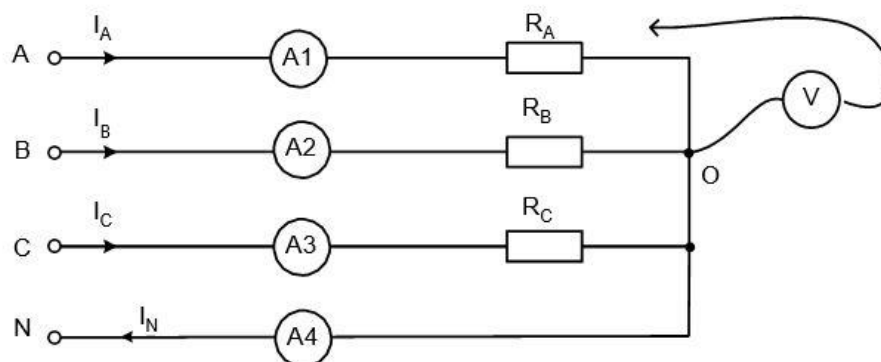


Рис. 2. Схема опыта №2

2. Убедитесь, что обрыв (отключение) нейтрали не приводит к изменению фазных токов.

3. Убедитесь, что в схеме с нулевым проводом происходит отключение источника защиты при коротких замыканиях как в фазах нагрузки, так и между линейными проводами.

4. Убедитесь, что в схеме без нулевого провода короткое замыкание в фазе нагрузки не приводит к отключению, а при коротком замыкании между линейными проводами установка отключается.

5. Проведите и запишите измерения токов и напряжений всех величин, указанных в таблице 2 в различных режимах.

Таблица .2

Режим	$U_{AO},$ В	$U_{BO},$ В	$U_{CO},$ В	$U_{ON},$ В	$I_A,$ мА	$I_B,$ мА	$I_C,$ мА	$I_N,$ мА
$R_A=1$ кОм $R_B=680$ Ом $R_C=330$ Ом Обрыв нейтрали								
$R_A=R_B=R_C=1$ кОм Схема с нейтралью Обрыв фазы А								
$R_A=R_B=R_C=1$ кОм Схема без нейтрали Обрыв фазы А								
$R_A=R_B=R_C=1$ кОм Схема без нейтрали К. 3. фазы А								

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «треугольник»

Для трехфазной цепи с соединением «треугольник» при симметричной и несимметричной омических нагрузках измерить с помощью мультиметра приборы действующие значения токов I_L и I_F , а также напряжений U_L .

ПК-7
ПК-3

Порядок выполнения

1. Соберите цепь с симметричной нагрузкой ($R_{AB} = R_{BC} = R_{CA} = 1 \text{ кОм}$) согласно схеме (рис.5.2.3). Для измерения шести токов (три фазных и три линейных) включите в цепь перемычки.

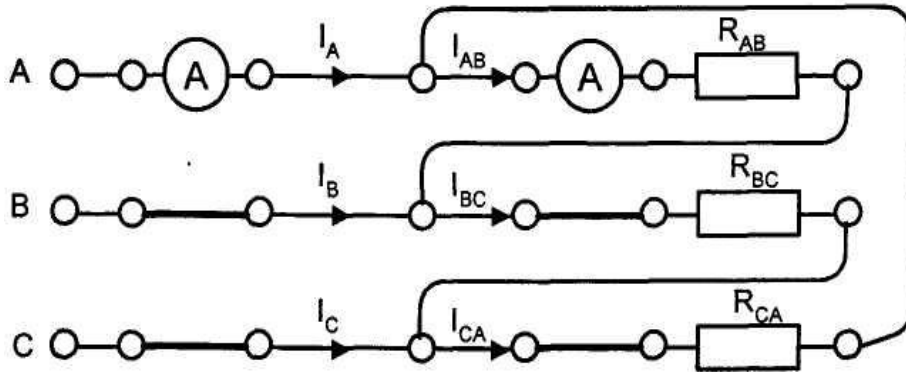


Рис. 3. Схема опыта №1

2. Измерьте мультиметром напряжения и токи согласно табл. 3

Таблица 3

Схема «треугольник»		Нагрузка симметричная	Нагрузка несимметричная
Линейные токи, мА	I_A		
	I_B		
	I_C		
Фазные токи, мА	I_{AB}		
	I_{BC}		
	I_{CA}		
Фазные и линейные напряжения, В	U_{AB}		
	U_{BC}		
	U_{CA}		

3. Повторите измерения и вычисления для несимметричной нагрузки ($R_A = 1 \text{ кОм}$, $R_B = 680 \text{ Ом}$, $R_C = 330 \text{ Ом}$).

Задание № 4

В трехфазной цепи при соединении приемников треугольником определить фазные и линейные токи при различных аварийных режимах.

Порядок выполнения

Соберите цепь согласно схеме (рис. 4) с сопротивлениями фаз $R_{AB}=R_{BC}=R_{CA}=1\text{кОм}$ и измерьте линейные и фазные токи в симметричном режиме.

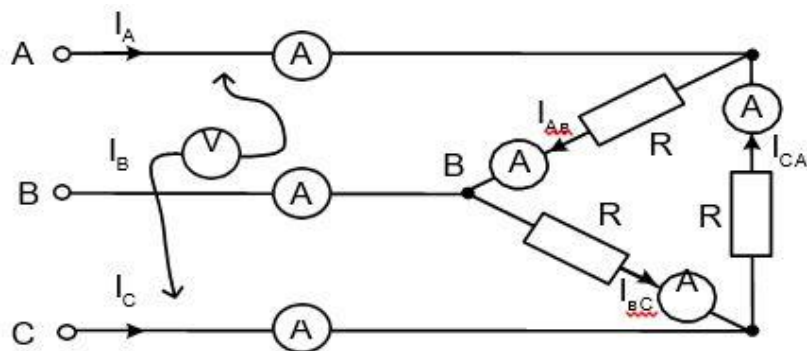


Рис.4. Схема опыта №2

Проделайте измерения фазных и линейных токов (отличных от нуля) во всех режимах, указанных в таблице 4 (*Измерения токов можно производить одним – двумя амперметрами, переключая их из одной фазы в другую*).

Режим	$I_{AB}, \text{мА}$	$I_{BC}, \text{мА}$	$I_{CA}, \text{мА}$	$I_A, \text{мА}$	$I_B, \text{мА}$	$I_C, \text{мА}$
Симметричный режим, $R_\phi = 1 \text{ кОм}$						
Обрыв фазы АВ нагрузки						
Обрыв линейного провода А						
Обрыв фазы АВ и линии С						
Обрыв фазы АВ и линии А						

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Исследование режимов работы однофазного трансформатора

Режим холостого хода

Первичная обмотка $N_1 = 100$

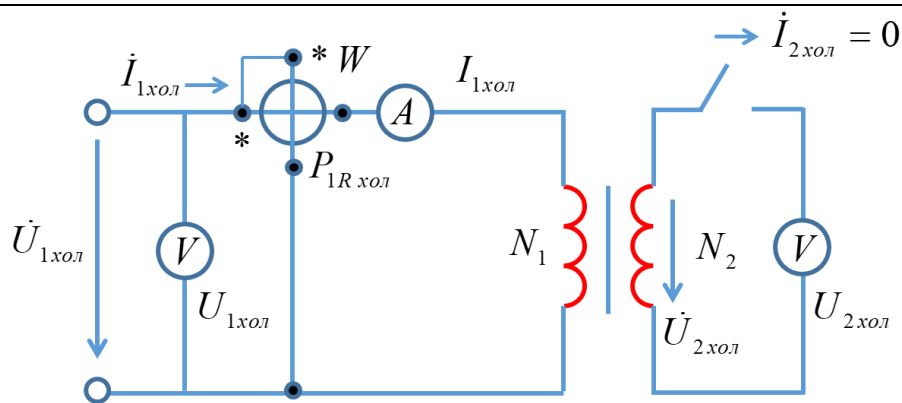
Вторичная обмотка $N_2 = 300$

Входные значения:

$$U_{1ном}(N_1 = 100) = 2,33 \text{ В}$$

$$\nu = 1 \text{ кГц}$$

ПК-7
ПК-3



Измерения:

1. $P_{R хол}$ (потери в стали): а) Потери на вихревые токи, б) Потери на ферромагнитный гистерезис.
2. $I_{2 хол}$
3. $U_{2 хол}$
4. $U_{1 хол} = U_{1 ном} !!!$

Расчёт:

$$1. \cos \varphi_{хол} = \frac{P_{R хол}}{I_{1 хол} U_{1 хол}}$$

$$2. i_{хол} \% = \frac{I_{1 хол}}{I_{ном}} \cdot 100\% \quad I_{ном} (N_1 = 100) = 600 \text{ мА}$$

3. Характеристики магнитопровода трансформатора

$$\left. \begin{aligned} Z_{нам} &= \frac{U_{1 хол}}{I_{1 хол}} \\ R_{нам} &= \frac{P_{R хол}}{I_{1 хол}^2} \end{aligned} \right\} Z_{нам} = \sqrt{R_{нам}^2 + X_{нам}^2} \Rightarrow X_{нам} - ?$$

$$4. k = \frac{U_1}{U_2} - \text{коэффициент трансформации}$$

Режим короткого замыкания

Первичная обмотка $N_1 = 300$

Вторичная обмотка $N_2 = 100$

Входные значения:

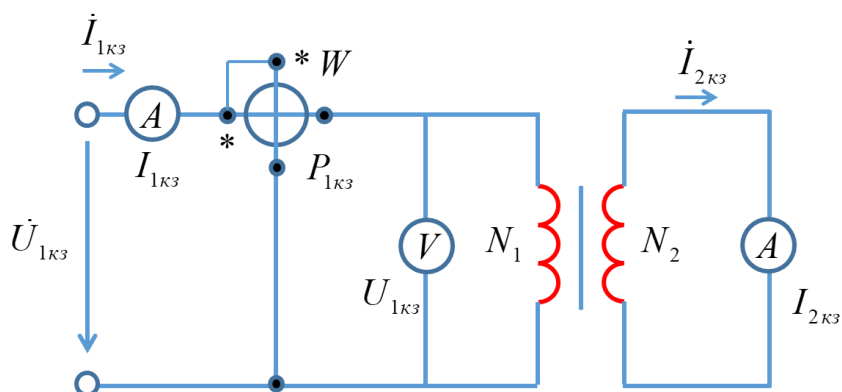
$$\nu = 1 \text{ кГц}$$

$$I_{2 ном} (N_1 = 300) = 200 \text{ мА} \text{ (вторичная обмотка разомкнута)}$$

При $U_1 = 0 \text{ В}$ замкнуть вторичную обмотку через амперметр. Достичь на вторичной обмотке $I_{2 ном} = 200 \text{ мА}$

ВАЖНО!!! При постановке опыта короткого замыкания подводимое к

трансформатору напряжение U_1 постепенно повышают от нуля до значения, при котором токи в первичной и вторичной обмотках достигают номинальных значений.



Измерения:

1. $P_{R\kappa\text{з}}$ (потери в меди) Потери на тепло в обмотке
2. $I_{1\kappa\text{з}}$
3. $U_{1\kappa\text{з}}$
4. $I_{2\kappa\text{з}} = I_{2\text{ном}}$!!!

Расчёт:

$$1. \cos \varphi_{\kappa\text{з}} = \frac{P_{R\kappa\text{з}}}{I_{1\kappa\text{з}} U_{1\kappa\text{з}}}$$

$$2. u_{\kappa\text{з}} \% = \frac{U_{1\kappa\text{з}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%, \quad U_{\text{ном}} (N_1 = 300) = 7 \text{ В}$$

3. Характеристика медной обмотки трансформатора

$$\left. \begin{aligned} Z_{\kappa\text{з}} &= \frac{U_{1\kappa\text{з}}}{I_{1\kappa\text{з}}} \\ R_{\kappa\text{з}} &= \frac{P_{R\kappa\text{з}}}{I_{1\kappa\text{з}}^2} \end{aligned} \right\} \quad Z_{\kappa\text{з}} = \sqrt{R_{\kappa\text{з}}^2 + X_{\kappa\text{з}}^2} \Rightarrow X_{\kappa\text{з}} - ?$$

$$4. k = \frac{I_2}{I_1} - \text{коэффициент трансформации}$$

Режим нагрузки трансформатора

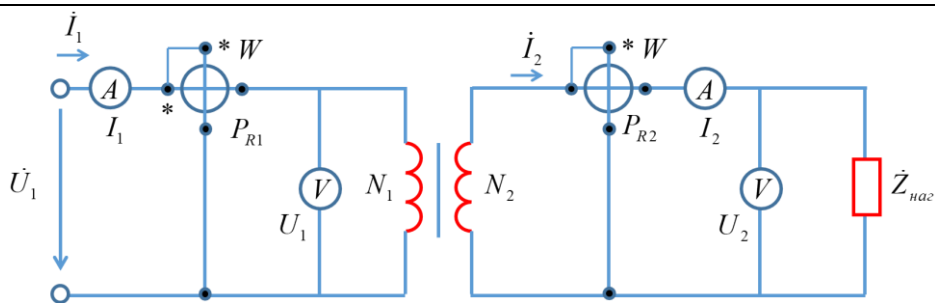
Первичная обмотка $N_1 = 300$

Вторичная обмотка $N_2 = 100$

Входные значения:

$$U_1 = 7 \text{ В}$$

$$\nu = 1 \text{ кГц}$$



К нагрузочным характеристикам трансформатора относятся

1. зависимости его вторичного напряжения U_2 ,
2. коэффициента мощности $\cos \varphi_1$,
3. КПД η

от тока нагрузки потребителя электроэнергии при $\cos \varphi_2 = \text{const}$.

$R_n, \text{Ом}$	$P_{R1}, \text{Вт}$	$I_1, \text{А}$	$U_1, \text{В}$	$P_{R2}, \text{Вт}$	$I_2, \text{А}$	$U_2, \text{В}$

β

Расчёт:

Коэффициент загрузки - отношение текущего значения тока нагрузки к номинальному его значению

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2\text{ном}}}$$

Коэффициент мощности $\cos \varphi_1$

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_{R1}}{I_1 U_1}$$

Найти значение коэффициента загрузки η трансформатора при котором КПД трансформатора максимальный

$$\beta = \sqrt{\frac{P_{\text{сталь}}}{P_{\text{медь}}}}$$

Построить графики: $U_2 = f(I_2)$, $\cos \varphi_1 = f(I_2)$, $\eta = f(I_2)$, $\eta = f(\beta)$.

КСР

Тема № 1. «Электрические цепи постоянного тока»

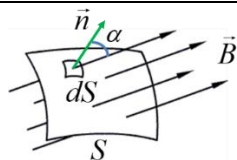
1. Расчет сложных линейных электрических цепей постоянного тока.
2. Методы расчета нелинейных электрических цепей.
3. Сущность электрических измерений.
4. Основные методы измерений.

ПК-7
ПК-3

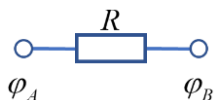
	5. Классификация электроизмерительных приборов. 6. Измерение силы тока, напряжения, электрического сопротивления и мощности в электрических цепях постоянного тока Тема № 2. «Магнитные цепи» 1. Свойства ферромагнитных материалов. 2. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Петля гистерезиса. 3. Вихревые токи. 4. Потери на гистерезис и вихревые токи, способы их уменьшения. 5. Расчет магнитных цепей с постоянной магнитодвижущей силой. Тема № 3. «Линейные электрические цепи синусоидального тока» 1. Цепи переменного тока с параллельным соединением приемников: сдвиг фаз между током и напряжением, векторные диаграммы, треугольники проводимостей. 2. Цепи со смешанным соединением приемников. 3. Измерение в цепях переменного тока напряжения, силы тока, электрического сопротивления, энергии, мощности. 4. Расчет трехфазной цепи при симметричном и несимметричном режимах работы. 5. Мощности в трехфазной цепи. 6. Аварийные режимы в трехфазных цепях. Тема № 4. «Трансформаторы» 1. Схемы замещения и векторная диаграмма трансформатора 2. Режимы работы трансформаторов. 3. Устройство и принцип действия специальных трансформаторов Тема № 5. «Электрические машины» 1. Обобщенная функциональная схема привода. Назначение электромеханического привода. 2. Основные типы рабочих механизмов. 3. Основные режимы работы и выбор мощности электродвигателя. 4. Выбор типа и вида двигателя. 5. Управление электроприводом.	
--	---	--

Комплект оценочных средств для проведения промежуточной аттестации с критериями оценивания

ПК-3	ПК-7
1 вариант	
1. Запишите выражение для магнитного потока, пересекающего площадку dS . В каких единицах он измеряется?	1. В чём суть явление электромагнитной индукции? Запишите Закон Фарадея. 2. Преобразуйте треугольник, образованный сопротивлениями в звезду, и рассчитайте значения



2. В каком направлении течёт ток, если $\varphi_A = -10B$, а $\varphi_B = 5B$?

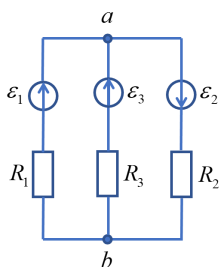


3. Сопротивление нагревательного элемента равно 50 Ом . Температура элемента возросла на 250°C . Чему стало равно его сопротивление, если температурный коэффициент сопротивления равен $0,004\text{K}^{-1}$.

4. Какой из проводов одинаковой длины из одного и того же материала, но разного диаметра, сильнее нагревается при одном и том же токе?

- А. Оба провода нагреваются одинаково;
- Б. Сильнее нагревается провод с большим диаметром;
- В. Сильнее нагревается провод с меньшим диаметром.

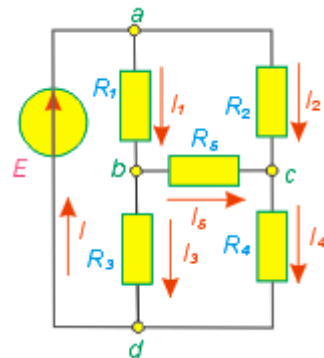
5. Запишите первое правило Кирхгофа для узла **а**, и второе правило Кирхгофа для левого, правого и большого контура электрической цепи постоянного тока.



6. Напишите выражение для синусоидального тока, удовлетворяющее приведённым данным $I = 10\text{ А}$, $\nu = 50\text{ Гц}$, $\varphi_0 = 45^\circ$.

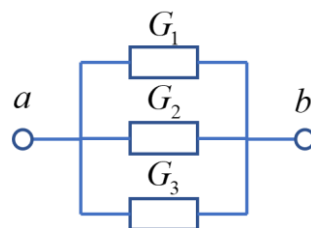
7. Определите падение напряжения на активном сопротивлении R , если полное

полученных эквивалентных сопротивлений, если $\varepsilon = 660\text{ В}$, $R_1 = 20\text{ Ом}$, $R_2 = 30\text{ Ом}$, $R_3 = 5\text{ Ом}$, $R_4 = 20\text{ Ом}$, $R_5 = 50\text{ Ом}$.

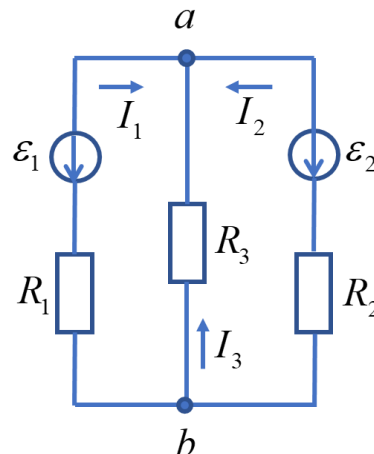


3. От чего зависит электроёмкость и в чём она измеряется?

4. Найдите проводимость участка ab , если известны проводимости $G_1 = 0,1\text{ См}$, $G_2 = 0,2\text{ См}$, $G_3 = 0,3\text{ См}$.

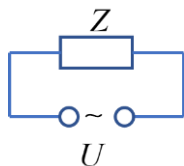


5. Известны значения $\varepsilon_2 = 24\text{ В}$, $R_2 = 10\text{ Ом}$, $I_2 = 6\text{ А}$. Определите падение напряжения U_{ba} между точками ba .



6. Чем постоянный электрический ток

сопротивление цепи равно $Z = 30\Omega$,
 реактивное сопротивление $X = 40\Omega$,
 действующие напряжение $U = 100V$.

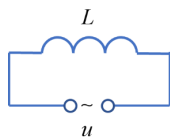


8. В ёмкостном элементе $X_C \dots$

- а) напряжение $u(t)$ совпадает с током $i(t)$ по фазе
- б) напряжение $u(t)$ и ток $i(t)$ находятся в противофазе
- в) напряжение $u(t)$ отстаёт от тока $i(t)$ по фазе на $\pi/2 \text{ рад}$
- г) напряжение $u(t)$ опережает ток $i(t)$ по фазе на $\pi/2 \text{ рад}$

9. Напряжение, приложенное к цепи, при условии, что ток изменяется по синусоидальному закону $i = I_m \sin \omega t$, равно

$u = U_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$. Изобразите с помощью векторной диаграммы сдвиг фаз между током и напряжением.



10. Определите полную мощность выделяемую в цепи переменного тока, если активная и реактивная мощность равна $P_R = 300 \text{ Вт}$, $P_X = 400 \text{ В} \cdot \text{А}$.

11. Комплексное полное сопротивление ветви равно $\dot{Z} = 10\sqrt{2}e^{-j45^\circ}$. Найдите активное и реактивное сопротивление ветви.

12. Дайте определение резонансу. При каком условии возникает резонанс?

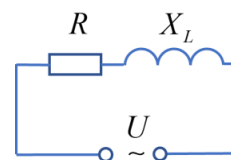
13. Что покажут амперметры,

отличается от синусоидального?

7. В активном элементе $R \dots$

- а) напряжение $u(t)$ совпадает с током $i(t)$ по фазе;
- б) напряжение $u(t)$ и ток $i(t)$ находятся в противофазе;
- в) напряжение $u(t)$ отстаёт от тока $i(t)$ по фазе на $\pi/2 \text{ рад}$;
- г) напряжение $u(t)$ опережает ток $i(t)$ по фазе на $\pi/2 \text{ рад}$;

8. К цепи приложено напряжение $u = 141 \sin \omega t$. Запишите закон, по которому изменяется ток в данной цепи. Индуктивное сопротивление и активное сопротивление равны $X_L = 2 \Omega$, $R = 3,46 \Omega$.



9. Ток, протекающий через индуктивный элемент, изменяется по синусоидальному закону $i = I_m \sin \omega t$.

А. Получите выражение для напряжения, приложенного к цепи.

Б. Изобразите на рисунке характер изменения тока и напряжения в цепи.

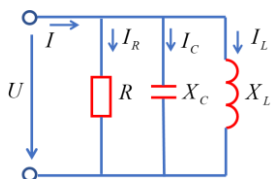
В. Постройте векторную диаграмму рассматриваемой цепи.

10. Определите полную мощность выделяемую в цепи переменного тока, если активная и реактивная мощность равна $P_R = 300 \text{ Вт}$, $P_X = 400 \text{ В} \cdot \text{А}$.

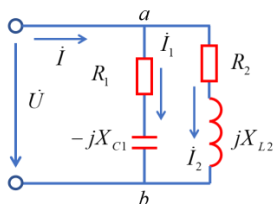
11. Известны напряжение на зажимах ветви и сила тока в этой ветви $\dot{U} = Ue^{j\varphi_u}$, $\dot{I} = Ie^{j\varphi_i}$. Получите выражение для полной комплексной мощности в показательной и алгебраической форме записи. В каких единицах она измеряется?

12. Дайте определение резонансу. При

подключённые к ёмкостному и индуктивному элементу при резонансе токов?



14. В сеть переменного тока параллельно катушке индуктивности включены конденсатор и резистор R_1 . Соединённые между собой последовательно. Напряжение источника питания $\dot{U} = U = 220V$. Активные и реактивные сопротивления: $R_1 = 50\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $X_{C1} = 60\Omega$, $X_{L2} = 40\Omega$. Определите полную комплексную проводимость всей цепи и действующие значение силы тока в неразветвленной части цепи.



15. Что произойдёт при обрыве нейтрального провода в трёхфазной цепи соединённой звездой, если фазная нагрузка симметричная?

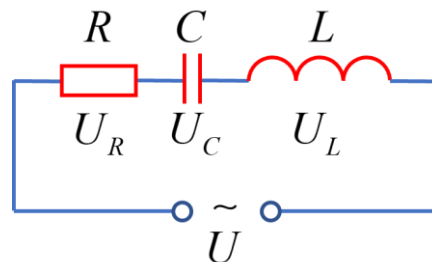
16. Определите фазное напряжение U_ϕ , если симметричная нагрузка соединена треугольником. Линейное напряжение равно $U_L = 380V$.

17. Зачем нужен магнитопровод в трансформаторе? Из какого материала он изготавливается? Какие имеет конструкционные особенности?

18. На чём основан принцип действия трансформатора? Ответ поясните.

каком условии возникает резонанс?

13. Что покажут вольтметры, подключённые к ёмкостному и индуктивному элементу при резонансе напряжений?



14. Чему равен ток в нейтральном проводе при симметричной нагрузке в трёхфазной цепи соединённой звездой? Обоснуйте свой ответ при помощи формул и рисунка.

15. Изобразите соединение фаз источника энергии и приёмника треугольником. Подпишите все элементы электрической цепи и обозначьте физические величины.

16. Определите фазный ток I_ϕ , если симметричная нагрузка соединена звездой. Линейный ток равен $I_L = 2,2A$.

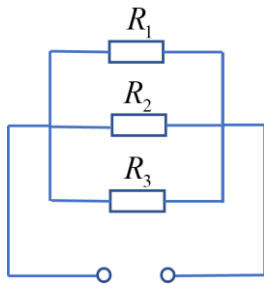
17. При каком напряжении целесообразно передавать энергию? Почему? Что для этого используют?

18. На чём основан принцип действия трансформатора? Ответ поясните.

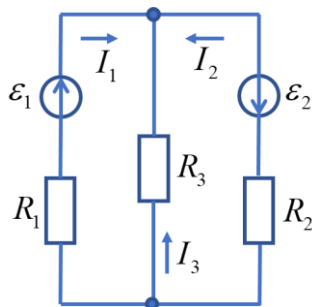
2 вариант

1. Какое предположение сделал Максвелл при рассмотрении переменного магнитного поля?

2. Если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 6 Ом, то входное сопротивление схемы, изображенной на рисунке, равно...



3. Воспользовавшись вторым правилом Кирхгофа, запишите уравнения для большого контура данной цепи.

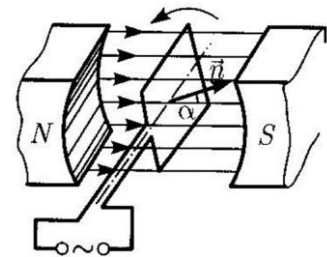


4. Амплитудное значение напряжения $U_m = 120\text{В}$, начальная фаза $\varphi = 45^\circ$. Запишите выражение для мгновенного значения этого напряжения, определите действующее значение.

5. Катушка с индуктивностью L подключена к источнику синусоидального напряжения. Как изменится ток в катушке, если частота источника увеличится в два раза?

6. Найдите действующее значение тока в цепи переменного тока, если $u = 141\sin \omega t$, $R = 10\text{Ом}$.

1. Получите выражение для ЭДС индукции, возникающей во вращающейся рамке в магнитном поле с постоянной угловой скоростью $\omega = \frac{\alpha}{t} = \text{const}$.

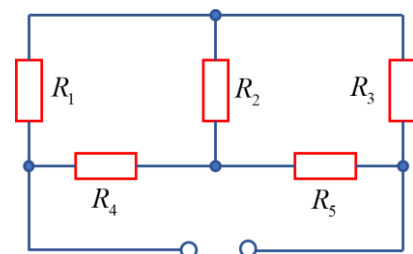


2. Сопротивление провода 10 Ом. Чему равна его проводимость?

3. Какое из приведённых свойств **не соответствует** параллельному соединению ветвей:

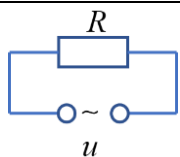
- А. Напряжение на всех ветвях схемы одинаковы;
- Б. Ток во всех ветвях одинаков.
- В. Общая проводимость схемы равна сумме проводимостей всех параллельных ветвей.

4. Определить эквивалентное сопротивление цепи, если $R_1 = 1\text{Ом}$, $R_2 = 4\text{Ом}$, $R_3 = 12\text{Ом}$, $R_4 = 2\text{Ом}$, $R_5 = 4\text{Ом}$.

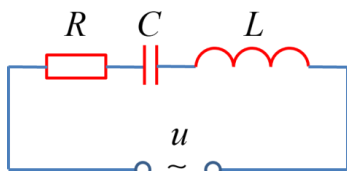


5. В индуктивном элементе $X_L \dots$

- а) напряжение $u(t)$ совпадает с током $i(t)$ по фазе;
- б) напряжение $u(t)$ и ток $i(t)$ находятся в противофазе;



7. Изобразите треугольник сопротивлений. Используя полученный треугольник сопротивлений найдите полное сопротивление цепи и сдвиг фаз между напряжением и током.

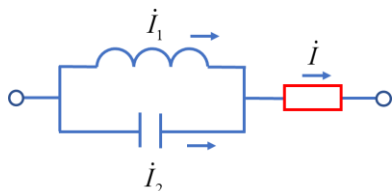


8. Запишите комплексное число, соответствующее напряжению $u = 100 \sin(\omega t + 135^\circ)$ в показательной и алгебраической форме. Чему равно действующее значение напряжения?

9. Получите Закон Ома в комплексной форме для ёмкостного элемента. Постройте на комплексной плоскости векторную диаграмму для ёмкостного элемента.

10. В чём состоит физический смысл реактивной мощности?

11. Найдите значения комплексного тока $\dot{I}$, если $\dot{I}_1 = 10e^{j90^\circ} A$, $\dot{I}_2 = 10e^{-j90^\circ} A$.



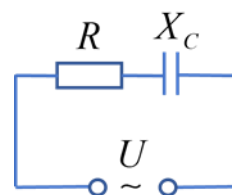
12. Что называется резонансом токов? Назовите условие возникновения резонанса токов.

13. Определите резонансную частоту $\nu_{рез}$. Индуктивность катушки $L = 0,5 Гн$, активное сопротивление резисторов $R_1 = 30 Ом$ и $R_2 = 20 Ом$, ёмкость

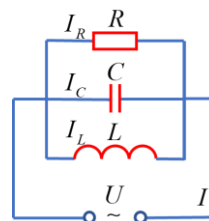
в) напряжение $u(t)$ отстаёт от тока $i(t)$ по фазе на $\pi/2 рад$;

г) напряжение $u(t)$ опережает ток $i(t)$ по фазе на $\pi/2 рад$;

6. В цепи протекает ток изменяющейся по закону $i = 10 \sin \omega t$. По какому закону происходит изменение напряжения, если ёмкостное сопротивление и активное сопротивление равны $X_C = 10 Ом$, $R = 10 Ом$?



7. Изобразите треугольник проводимостей. Используя полученный треугольник проводимостей найдите полную проводимость цепи и сдвиг фаз между напряжением и током.

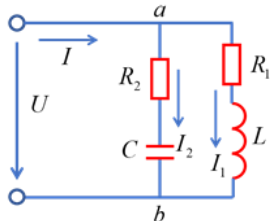


8. Комплексная мощность задана выражением $\dot{P} = 2000e^{j30^\circ}, В \cdot А$. Чему равна полная, активная и реактивная мощность?

9. В чём состоит физический смысл реактивной мощности?

10. Определите резонансную частоту $\nu_{рез}$. Индуктивность катушки $L = 0,5 Гн$, ёмкость конденсатора $C = 50 мкФ$.

конденсатора $C = 50 \text{ мкФ}$.



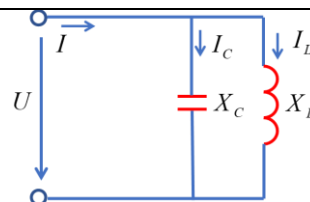
14. Сделайте схематический чертёж упрощённой модели трехфазного генератора. Объясните его принцип работы.

15. Чему равен ток в нейтральном проводе при симметричной нагрузке в трёхфазной цепи соединённой звездой? Обоснуйте свой ответ при помощи формул и рисунка.

16. Определите реактивную мощность трёхфазной цепи, если фазное напряжение равно 220 В , фазный ток $I_\phi = 5 \text{ А}$. Нагрузка симметричная. Коэффициент мощности равен $0,8$.

17. В опыте холостого хода трансформатора приборы показывают: $U_{1\text{хол}} = 100 \text{ В}$, $U_{2\text{хол}} = 500 \text{ В}$, $I_{1\text{хол}} = 5 \text{ А}$, $P_{\text{Рхол}} = 100 \text{ Вт}$. Определите намагничивающий ток. Если число витков первичной обмотки $N_1 = 200$, определите число витков вторичной обмотки.

18. Какие потери мощности происходят при использовании трансформатора под нагрузкой, в режиме холостого хода и в режиме короткого замыкания?



11. Что покажут амперметры при резонансе токов?

12. К сети переменного тока при напряжении $U = 220 \text{ В}$ и частоте $\nu = 50 \text{ Гц}$ подключён конденсатор с ёмкостью $C = 40 \text{ мкФ}$. Определите его ёмкостное (реактивное) сопротивление конденсатора X_C , ток I , реактивную мощность $P_{\text{мс}}$, максимальную энергию запасаемую в электрическом поле конденсатора $W_{\text{мс}}$. Постройте векторную диаграмму для данной цепи.

13. В каком случае при проектировании трёхфазной цепи нейтральный провод не нужен и не прокладывается?

14. Может ли нулевой провод, обладающий большим активным сопротивлением, обеспечить симметрию фазных напряжений при несимметричной нагрузке?

15. Определите схему соединения осветительной нагрузки, если $U_{\text{сети}} = 220 \text{ В}$, $U_{\text{ламп}} = 220 \text{ В}$. Ответ обоснуйте.

16. ЭДС генератора 12 В . Напряжение на зажимах $11,8 \text{ В}$. Ток в цепи 10 А . Определите ток короткого замыкания.

17. Если частота тока $\nu = \frac{100}{2\pi} \text{ Гц}$, число витков катушки $N = 100\sqrt{2}$, значение амплитудного магнитного потока

$\Phi_m = 0,01 \text{ Вб}$. Определите значение трансформаторной ЭДС.

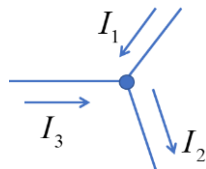
18. Какие потери мощности происходят при использовании трансформатора под нагрузкой, в режиме холостого хода и в режиме короткого замыкания?

3 вариант

1. От чего зависит индуктивность катушки и в чём она измеряется?

2. ЭДС источника и его внутреннее сопротивление постоянны. Ток, создаваемый источником в цепи, уменьшился. Как изменилось напряжение на зажимах источника?

3. Воспользовавшись первым правилом Кирхгофа найдите ток I_3 , если $I_1 = 5 \text{ А}$, а $I_2 = 2 \text{ А}$.



4. Чему равно действующее значение тока в цепи, если мгновенное значение силы тока изменяется по закону $i = 100 \sin(50t)$?

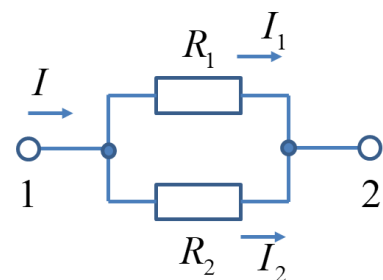
5. Найдите полное сопротивление и угол сдвига по фазе между током в этой цепи и напряжением на её зажимах. Реактивное ёмкостное сопротивление и активное сопротивление равны $X_C = 10 \text{ Ом}$, $R = 10 \text{ Ом}$.

1. В чём суть явление самоиндукции? Запишите Закон Фарадея для явления самоиндукции.

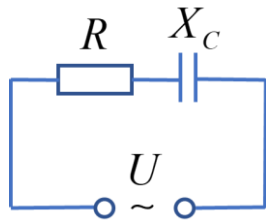
2. Что произойдёт с проводимостью и сопротивлением медного провода при понижении его температуры?

3. Почему передачу электрической энергии выгодно осуществлять при высоком напряжении?

4. При известных значениях сопротивлений R_1 и R_2 , а также силе тока I , найдите силу тока I_1 .



5. Найдите полное сопротивление и угол сдвига по фазе между током в этой цепи и напряжением на её зажимах. Реактивное ёмкостное сопротивление и активное сопротивление равны $X_C = 10 \text{ Ом}$, $R = 10 \text{ Ом}$.

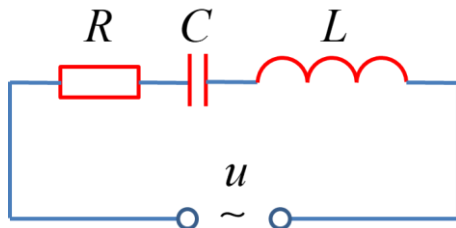


6. $\varepsilon_1 = \varepsilon_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right), \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right).$

Чему равен сдвиг по фазе?

7. Определите реактивное сопротивление цепи, если реактивное емкостное и реактивное индуктивное сопротивления равны $X_C = 10 \text{ Ом}, X_L = 5 \text{ Ом}.$

8. Изобразите треугольник сопротивлений. Используя полученный треугольник сопротивлений найдите полное сопротивление цепи и сдвиг фаз между напряжением и током.

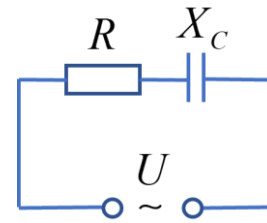


9. Что происходит с напряжением и силой тока при протекании переменного тока через резистор?

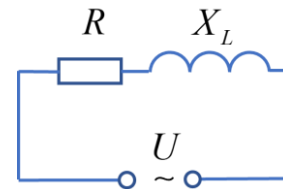
10. Напряжение $u = 100 \sin(\omega t - 30^\circ)$ создаёт в ветви ток $i = 10 \sin(\omega t - 75^\circ)$. Найдите комплексное полное сопротивление ветви.

11. В чём состоит физический смысл активной мощности?

12. Найдите полную комплексную проводимость параллельных ветвей, полное комплексное сопротивление всей цепи и комплексный ток, протекающий в неразветвленной части цепи, если



6. В цепи протекает ток изменяющейся по закону $i = 8 \sin \omega t$. По какому закону происходит изменение напряжения, если индуктивное сопротивление и активное сопротивление равны $X_L = 1 \text{ Ом}, R = 1,73 \text{ Ом}?$



7. Обычно векторные диаграммы строят:

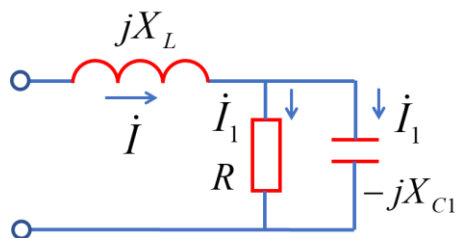
- А. для амплитудных значений ЭДС, напряжений и токов;
- Б. для действующих значений ЭДС, напряжений и токов;
- В. Для действующих и амплитудных значений.

8. Получите Закон Ома в комплексной форме для резистивного элемента. Постройте на комплексной плоскости векторную диаграмму для резистивного элемента.

9. Найдите комплексный ток и действующее значение тока, если $\dot{U} = 200e^{-j20^\circ}, \text{ В} \quad \dot{Z} = 10e^{j10^\circ}, \text{ Ом}$

10. По каким приборам и каким образом можно установить, что в цепи синусоидального тока наблюдается резонанс напряжений?

$R = 2,5 \text{ Ом}, \quad X_L = 2,4 \text{ Ом}, \quad X_C = 3,3 \text{ Ом},$
 $u = 100\sqrt{2} \sin(\omega t).$



13. В каких цепях может возникать резонанс напряжений, а в каких резонанс токов?

14. Изобразите соединение фаз источника энергии и приёмника звездой. Подпишите все элементы электрической цепи и обозначьте физические величины.

15. Определите схему соединения осветительной нагрузки, если $U_{сети} = 380 \text{ В}, \quad U_{лампы} = 220 \text{ В}.$ Ответ обоснуйте.

16. Что понимают под фазой в трёхфазной электрической цепи?

17. . Какое равенство несправедливо при холостом ходе трансформатора?

1. $\varepsilon_1 \approx U_{1н};$

2. $\varepsilon_2 \approx U_2;$

3. $\frac{U_2}{U_1} \approx k;$

4. $\frac{I_1}{I_2} \approx k.$

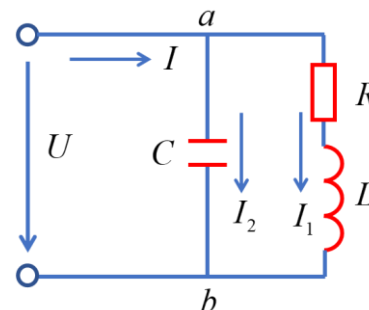
18. Чем принципиально отличается магнитный поток рассеяния от основного магнитного потока трансформатора?

А. Магнитный поток рассеяния замыкается по воздуху, основной – по магнитопроводу.

Б. Магнитный поток рассеяния в десятки раз меньше основного магнитного потока.

В. Магнитный поток рассеяния сцеплен с

11. Определите резонансную частоту $\nu_{рез}$. Индуктивность катушки $L = 0,5 \text{ Гн},$ активное сопротивление резистора $R = 30 \text{ Ом},$ ёмкость конденсатора $C = 50 \text{ мкФ}.$



12. Синусоидальный ток меняется по закону $i = 50 \sin(\omega t + 60^\circ).$ Представить данный ток в показательной, тригонометрической и алгебраической комплексной форме.

13. Какие характеристики изменятся, если увеличить скорость вращения ротора трёхфазного генератора и почему?

14. Что произойдёт при обрыве нейтрального провода в трёхфазной цепи соединённой звездой, если фазная нагрузка несимметричная?

15. Запишите значения ЭДС трёхфазного симметричного генератора в комплексной форме (показательной и алгебраической). Чем данные значения будут различаться, а чем будут походить друг на друга? Почему?

16. Определите фазное напряжение $U_\phi,$ если симметричная нагрузка соединена звездой. Линейное напряжение равно $U_L = 380 \text{ В}.$

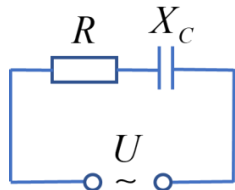
17. Какие приборы используются при

одной обмоткой, основной - с двумя.	проведении опыта холостого хода трансформатора? 18. Что будет измерять ваттметр в опыте холостого хода и короткого замыкания трансформатора?
--	--

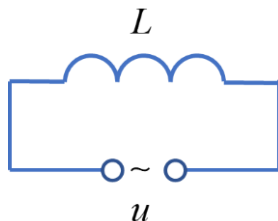
4 вариант

1. Запишите закон Фарадея для самоиндукции. Если сила тока в цепи с индуктивностью L меняется по закону $i = 10 \sin 2t$, то по какому закону будет меняться ЭДС самоиндукции? 2. От чего зависит сопротивления проводника? Чем обусловлено, согласно классическим представлениям, электрическое сопротивление металлов? 3. При известном токе I и сопротивлениях R_1, R_2, получите выражение для тока I_1. 4. Ток в линии электропередачи увеличился 2 раза. Как изменились тепловые потери в линии? 5. Напишите выражение для тока в цепи, если $u = 100 \sin \omega t$, $X_C = 10 \text{ Ом}$. 6. Дайте определение мгновенному, амплитудному и действующему значению электрического тока.	1. Перечислите особенности вихревого электрического поля. 2. Длина и диаметр провода уменьшены в 2 раза. Как изменилось сопротивление провода? 3. Запишите первое правило Кирхгофа для узла a, и второе правило Кирхгофа для левого, правого и большого контура электрической цепи постоянного тока. 4. Что понимают под фазой в синусоидальном токе? 5. К цепи приложено напряжение $U = 100 \text{ В}$ (действующее значение). Определите активную и реактивную мощности. Реактивное ёмкостное сопротивление и активное сопротивление равны $X_C = 10 \text{ Ом}$, $R = 10 \text{ Ом}$.
---	--

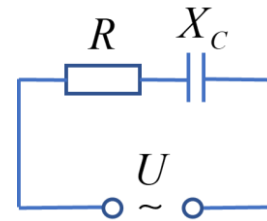
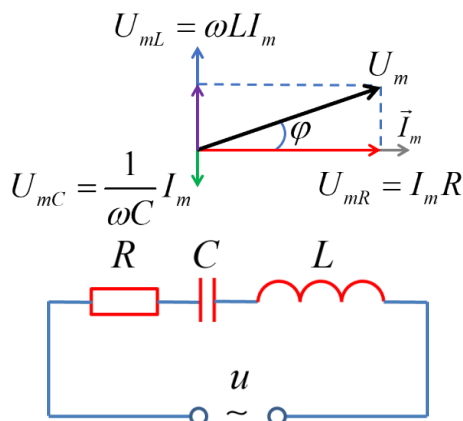
7. К цепи приложено напряжение $u = 141 \sin \omega t$. Запишите закон, по которому изменяется ток в данной цепи. Реактивное ёмкостное сопротивление и активное сопротивление равны $X_C = 10 \text{ Ом}$, $R = 10 \text{ Ом}$.



8. Напряжение, приложенное к цепи, при условии, что ток изменяется по синусоидальному закону $i = I_m \sin \omega t$, равно $u = U_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$. Изобразите с помощью векторной диаграммы сдвиг фаз между током и напряжением.

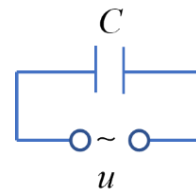


9. Воспользовавшись векторной диаграммой для амплитудных значений напряжений при последовательном включении R , C и L элементов, получите выражение для амплитудного значения силы тока



6. Мгновенное значение тока в нагрузке задано выражением $i = 0,06 \sin(11304t - 45^\circ)$. Определить период сигнала и частоту.

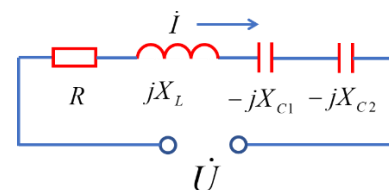
7. Ток в цепи при условии, что напряжение изменяется по синусоидальному закону $u = U_m \sin \omega t$, равен $i = I_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$. Изобразите с помощью векторной диаграммы сдвиг фаз между током и напряжением.



8. Перечислите мощности, выделяющиеся в цепи переменного тока. Какую мощность можно непосредственно измерить, а какие только рассчитать?

9. Что происходит с напряжением и силой тока при протекании переменного тока через катушку?

10. Определите полное комплексное сопротивление цепи и комплексный ток, если $u = 100 \sin \omega t$, $R = X_L = 3 \text{ Ом}$, $X_{C1} = X_{C2} = 3,5 \text{ Ом}$.

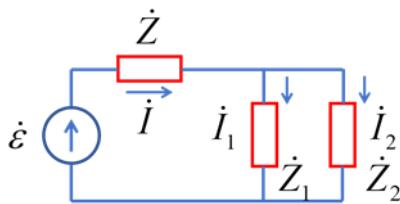


11. Чему равен сдвиг по фазе между

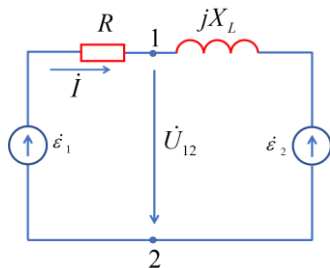
10. В чём состоит физический смысл реактивной и активной мощности?

11. По каким приборам и каким образом можно установить, что в цепи синусоидального тока наблюдается резонанс токов?

12. Определите значение комплексной ЭДС, если $\dot{Z} = 10e^{j90^\circ} \text{ Ом}$, $\dot{Z}_2 = 5e^{j90^\circ} \text{ Ом}$, $\dot{I} = 2\sqrt{2}e^{-j45^\circ} \text{ А}$, $\dot{I}_2 = \sqrt{2}e^{-j45^\circ} \text{ А}$.



13. Для цепи переменного тока определить напряжение U_{12} между её точками 1 и 2, если ЭДС $\dot{\epsilon}_1 = 50e^{j60^\circ} \text{ В}$, $\dot{\epsilon}_2 = 100e^{j30^\circ} \text{ В}$, активное и реактивное сопротивления: $R = 5 \text{ Ом}$, $X_L = 5 \text{ Ом}$.



14. Что называется фазным и линейным напряжением в трёхфазной цепи?

15. Всегда ли векторная сумма токов фаз равняется нулю при отсутствии нейтрального провода?

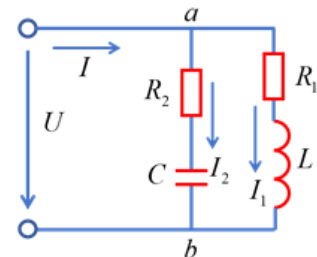
16. Определите активную мощность трёхфазной цепи, если линейное напряжение равно 220 В , линейный ток $I_L = 5 \text{ А}$. Нагрузка симметричная. Коэффициент мощности равен $0,8$.

17. Расскажите о ферромагнетизме. На

током и напряжением при резонансе напряжений и почему?

12. Изобразите векторную диаграмму амплитудных значений напряжений при резонансе напряжений. Чему равен сдвиг фаз между напряжением и током и чему равна реактивная мощность при резонансе напряжений?

13. Определите резонансную частоту $\nu_{\text{рез}}$. Индуктивность катушки $L = 0,5 \text{ Гн}$, активное сопротивление резисторов $R_1 = 30 \text{ Ом}$ и $R_2 = 20 \text{ Ом}$, ёмкость конденсатора $C = 50 \text{ мкФ}$.



14. Почему амплитуда и частота ЭДС, создаваемых в фазах обмотки статора, сохраняются неизменными?

15. Что произойдёт при обрыве нейтрального провода в трёхфазной цепи соединённой звездой, если фазная нагрузка симметричная?

16. Определите реактивную мощность трёхфазной цепи, если линейное напряжение равно 220 В , линейный ток $I_L = 5 \text{ А}$. Нагрузка симметричная. Коэффициент мощности равен $0,8$.

17. При каком напряжении целесообразно передавать энергию? Почему? Что для этого используют?

18. Зачем нужен магнитопровод в трансформаторе? Из какого материала он изготавливается? Какие имеет

чём основан ферромагнетизм? Какими свойствами обладают ферромагнетики? Какие ферромагнетики используются в магнитопроводах трансформаторов? При помощи зависимости $J = J(H)$ и спинов электронов, объясните процессы происходящие в ферромагнетиках при внесении их в переменное магнитное поле.

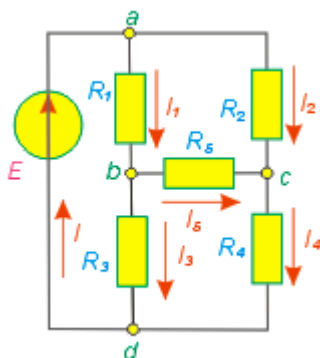
18. Укажите одно из важных достоинств цепей переменного тока по сравнению с цепями постоянного тока.

конструкционные особенности?

5 вариант

1. Перечислите основные положения классической электронной теории проводимости металлов.

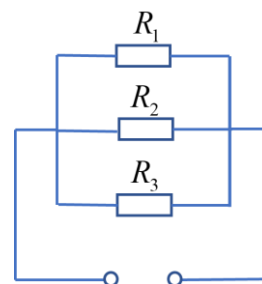
2. Преобразуйте треугольник, образованный сопротивлениями в звезду, и рассчитайте значения полученных эквивалентных сопротивлений, если $\varepsilon = 660 В$, $R_1 = 20 Ом$, $R_2 = 30 Ом$, $R_3 = 5 Ом$, $R_4 = 20 Ом$, $R_5 = 50 Ом$.



3. Режим работы, при котором зажимы источника соединены между собой проводом, имеющим очень малое сопротивление $R \approx 0$, называется...

1. Какую роль играют сторонние силы в источнике тока?

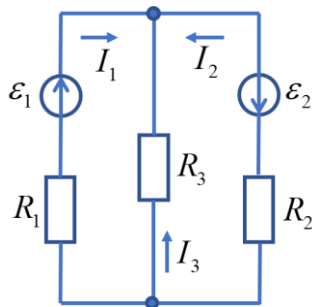
2. Если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 12 Ом, то входное сопротивление схемы, изображенной на рисунке, равно...



3. ЭДС генератора 12В. Напряжение на зажимах 11,8 В. Ток в цепи 10А. Определите ток короткого замыкания.

4. Известны значения $\varepsilon_2 = 24 В$, $R_2 = 10 Ом$, $I_2 = 6 А$. Определите падение напряжения U_{ba} между точками ba.

4. Воспользовавшись вторым правилом Кирхгофа, запишите уравнения для большого конура данной цепи.



5. Ток в цепи увеличился в 2 раза, напряжение источника уменьшилось в 2 раза. Как изменилась мощность, отдаваемая источником?

6. Синусоидальный ток задан формулой $i = 5 \sin\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)$. Чему равна начальная фаза, фаза тока, частота и амплитуда тока?

7. В ёмкостном элементе $X_C \dots$

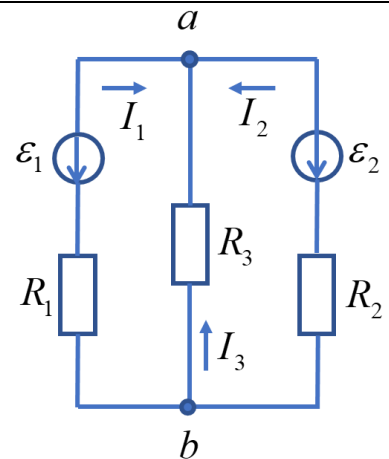
- а) напряжение $u(t)$ совпадает с током $i(t)$ по фазе
- б) напряжение $u(t)$ и ток $i(t)$ находятся в противофазе
- в) напряжение $u(t)$ отстаёт от тока $i(t)$ по фазе на $\pi/2 \text{ рад}$
- г) напряжение $u(t)$ опережает ток $i(t)$ по фазе на $\pi/2 \text{ рад}$

7. Укажите параметр переменного тока, от которого зависит индуктивное сопротивление катушки.

- А. Действующее значение тока;
- Б. Начальная фаза тока;
- В. Период переменного тока.

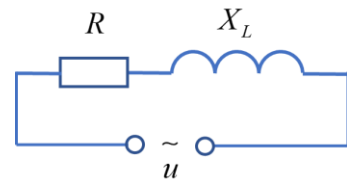
8. Приложенное к активному сопротивлению напряжение изменяется по синусоидальному закону $u = U_m \sin \omega t$.

- А. Получите выражение для силы тока протекающий через это сопротивление.
- Б. Изобразите на рисунке характер изменения тока и напряжения в цепи.



5. В цепи переменного тока действует переменная ЭДС $\varepsilon = 100 \sin 314t$. Определите частоту ЭДС.

6. Определите действующее значение силы тока в цепи, если напряжение, активное сопротивление и реактивное ёмкостное сопротивление равно $U = 100 \text{ В}$, $R = 8 \text{ Ом}$, $X_L = 6 \text{ Ом}$.



7. Приложенное к активному сопротивлению напряжение изменяется по синусоидальному закону $u = U_m \sin \omega t$.

А. Получите выражение для силы тока протекающий через это сопротивление.

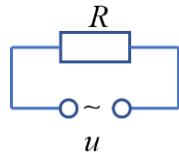
Б. Изобразите на рисунке характер изменения тока и напряжения в цепи.

В. Постройте векторную диаграмму рассматриваемой цепи.

8. Изобразите векторную диаграмму амплитудных значений напряжений при последовательном включении R , C и L элементов. Используя полученную векторную диаграмму, определите сдвиг фаз между напряжением и током, если частота

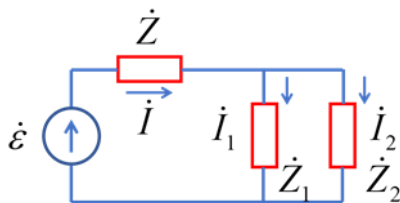
В. Постройте векторную диаграмму рассматриваемой цепи.

10. Найдите действующее значение тока в цепи переменного тока, если $u = 141 \sin \omega t$, $R = 100 \text{ Ом}$.



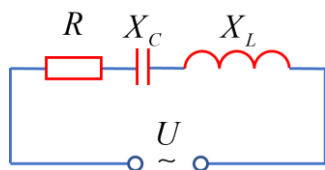
11. Запишите комплексное число, соответствующее силе тока $i = 10 \cos \omega t$ в показательной и алгебраической форме. Чему равно действующее значение силы тока?

12. Определите значение комплексной ЭДС, если $\dot{Z} = 10e^{j90^\circ} \text{ Ом}$, $\dot{Z}_2 = 5e^{j90^\circ} \text{ Ом}$, $\dot{I} = 2\sqrt{2}e^{-j45^\circ} \text{ А}$, $\dot{I}_2 = \sqrt{2}e^{-j45^\circ} \text{ А}$.



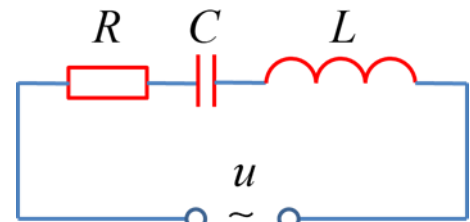
13. Получите выражение для ёмкостного и индуктивного сопротивления контура при резонансе напряжений. Чему равно реактивное сопротивление при резонансе напряжений?

14. Определить ток, полную, активную и реактивную мощности, а также напряжения на отдельных участках цепи, если $R = 40 \text{ Ом}$, $L = 0,382 \text{ Гн}$, $C = 35,5 \text{ мкФ}$, $U = 220 \text{ В}$, частота сети $\nu = 50 \text{ Гц}$.



15. Чем отличаются и где применяются несвязанная и связанная трёхфазная

тока в цепи равна ω .

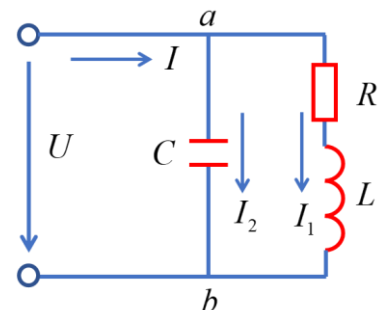


9. От чего зависит ёмкостное сопротивление? Запишите формулу.

10. Комплексное полное сопротивление ветви равно $\dot{Z} = 100e^{j90^\circ}$. Чему равна полная комплексная проводимость этой ветви?

11. Изобразите векторную диаграмму при резонансе напряжений.

12. Определите резонансную частоту $\nu_{\text{рез}}$. Индуктивность катушки $L = 0,5 \text{ Гн}$, активное сопротивление резистора $R = 30 \text{ Ом}$, ёмкость конденсатора $C = 50 \text{ мкФ}$.



13. В электрической цепи с последовательным соединением элементов определить комплексный ток $\dot{I}$, комплексные напряжения на элементах $\dot{U}_R, \dot{U}_L, \dot{U}_C$ и комплексную мощность, если $U = 220 \text{ В}$, $R = 120 \text{ Ом}$, $C = 30 \text{ мкФ}$, $L = 305 \text{ мГ}$, $\nu =$

14. Что называется трёхфазной электрической цепью? Кто разработал и какие преимущества имеют

система питания электрических цепей? 16. Будут ли меняться линейные токи при обрыве нейтрального провода в случае: А. симметричной нагрузки; Б. несимметричной нагрузки? 17. Если частота тока $\nu = \frac{100}{2\pi} \text{ Гц}$, число витков катушки $N = 100\sqrt{2}$, значение амплитудного магнитного потока $\Phi_m = 0,01 \text{ Вб}$. Определите значение трансформаторной ЭДС. 18. Поясните с физической точки зрения, как в магнитопроводе возникают вихревые токи? Что нужно сделать, чтобы уменьшить их значение?	трёхфазные электрические цепи? 15. Может ли геометрическая сумма линейных токов быть отличной от нуля при отсутствии нейтрального провода? 16. Зачем нужен магнитопровод в трансформаторе? Из какого материала он изготавливается? Какие имеет конструкционные особенности? 17. Какие потери мощности происходят при использовании трансформатора под нагрузкой, в режиме холостого хода и в режиме короткого замыкания? 18. На чём основан принцип действия трансформатора? Ответ поясните.
--	---

Зачтено – при ответе на теоретические вопросы продемонстрированы системные полные знания и умения (содержание вопросов может быть раскрыто не в полном объеме, но обучающийся обладает необходимыми знаниями для устранения неточностей под руководством преподавателя). Содержание вопроса обучающийся изложил связно, в краткой форме, раскрыл последовательно суть изученного материала, демонстрируя прочность и прикладную направленность полученных знаний и умений, но при ответе на теоретические вопросы могут быть допущены незначительные ошибки, иногда может нарушаться последовательность изложения или отсутствовать некоторые элементы содержания. Задача решена правильно, допускаются неточности в ходе изложения хода решения и при ее оформлении.

Не зачтено – ответы на теоретические вопросы отражают незнание обучающимся выносимых на проверку тем. Задача решена неправильно или не решена.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Бобровников, Л. 3. Электроника [Текст]: учеб. для вузов / Л. 3. Бобровников. - 5-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Питер, 2004. - 560 с.

2. Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники [Текст]: учеб. пособие / И.А. Данилов. М.: Высш. шк., 2005. 751 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Касаткин, А.С., Немцов, М.В. Электротехника [Текст]: учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. 9-е изд., стер. М.: Академия, 2005. 544 с.

2. Бондарь, И. М. Электротехника и электроника [Текст]: учеб пособие / И. М. Бондарь. - М. : ИКЦ «Март», 2005. - 336 с.

3. Миловзоров, О. В. Электроника [Текст]: учеб. для вузов / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. - 2-е изд., перераб. - М. : Высш. шк., 2005. - 288 с.

4. Рекус, Г. Г. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники [Текст]: учеб. пособие / Г. Г. Рекус, А. И. Белоусов. -М. : Высш. школа, 2002. - 416 с.

5. Щука, А. А. Электроника [Текст]: учеб. пособие / А. А. Щука. -СПб : БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.

6. Ермуратский, П. В. Электротехника и электроника [Текст]: учебник для вузов / П. В. Ермуратский, Г. П. Лычкина, Ю. Б. Минкин. -М. : ДМК Пресс, 2015 - 416 с.

9. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) [Электронный ресурс].

2. Онлайн электрик: база данных <https://online-electric.ru/dbase.php>

3. База данных «Электрик» - <http://www.electrik.org/>

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Операционная система Windows.

2. Офисный пакет Microsoft Office.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехника как области знаний закладывают основы любого технического образования. Дисциплина раскрывает законы и методы электрических и магнитных явлений для преобразования энергии, получения веществ, обработки материалов, передачи информации. Она охватывает все кардинальные вопросы

получения, преобразования и использования электроэнергии в практической деятельности человека.

В ходе изучения курса обучающиеся должны усвоить теоретический материал и закрепить его посредством выполнения лабораторных работ, решения практических заданий, выполнения рефератов.

Перед изучением курса рекомендуется ознакомиться с рабочей программой дисциплины.

По всем темам дисциплины вести краткий конспект. Наряду с основным конспектом целесообразно вести и опорный конспект. Опорный конспект или лист опорных сигналов - это построенная по специальным принципам визуальная модель содержания учебного материала, в которой сжато изображены основные смысловые вехи изучаемой темы, а также используются графические приемы повышения эффекта усвоения информации. Составление опорного конспекта способствует закреплению полученных знаний с одновременным усвоением нового учебного материала, свободному владению понятийным аппаратом дисциплины. Краткость в изложении и емкость содержания опорного конспекта позволяют без особых усилий неоднократно обращаться к нему в течение всего периода обучения.

Изучение дисциплины осуществляется на лекционных, лабораторно-практических и семинарских занятиях. На лекционных занятиях излагаются основы знаний по дисциплине в обобщенной форме. Неохваченные на лекциях вопросы, а также вопросы и темы, имеющие чисто информативный и описательный характер выделяются для самостоятельного изучения. Поэтому при подготовке к практическим и семинарским занятиям необходимо самостоятельно проработать вопросы, вынесенные на самоподготовку, посредством работы с конспектом, научной, учебной и учебно-методической литературой, электронным учебным пособием, Интернет-ресурсами. Самостоятельная работа должна иметь систематический характер.

Преподавание дисциплины осуществляется в рамках следующих форм обучения:

1) лекция. На лекциях целесообразно широко использовать интерактивные методы обучения: презентационное сопровождение с использованием слайдов, демонстрацией опытов и учебных фильмов с последующим их обсуждением, проведение лекции в виде эвристической беседы. Также на лекциях с целью повышения мнемонического эффекта изучаемой информации и фиксации результатов опредмечивания мыслительных процессов следует применять схемно-знаковые модели представления знаний, а именно опорные конспекты и метапланы;

2) практические занятия. Данный вид занятий направлен на формирование у обучаемых умений решения практических задач. Это определяет содержание деятельности обучаемых на практических занятиях по дисциплине - решение задач, выполнение расчетно-графических работ, уточнение категорий и понятий данной области знаний. Интерактивные методы обучения реализуются на занятиях посредством работы в малых группах;

3) лабораторная работа. В ходе выполнения лабораторных работ у обучаемых формируются умения по использованию на практике электроизмерительных

приборов, экспериментальному определению параметров электрооборудования, электронных приборов и устройств, а также накапливается определенный опыт критического анализа результатов проведенного эксперимента;

Текущий контроль направлен на проверку усвоения учебного материала и осуществляется регулярно на протяжении семестра посредством тестирования по каждой теме дисциплины, собеседования при защите лабораторных работ, выполнения контрольных и расчетных работ. На первом занятии следует провести пропедевтический контроль с целью определения уровня сформированности «входных» знаний и умений, необходимых для успешного освоения дисциплины.

Научно-исследовательская работа обучающихся осуществляется посредством работы в научных кружках, участия в конференциях и олимпиадах.

Для самостоятельного изучения выделяются вопросы неохваченные на лекциях, а также вопросы и темы, имеющие чисто информативный и описательный характер. Самостоятельная работа обучающихся предполагает подготовку к лабораторной работе, оформление результатов ее проведения; подготовку к олимпиадам, научно-практическим и учебным конференциям; выполнение расчетно-графических работ, проектов и рефератов; подготовку к практическим занятиям; подготовку к тестированию, экзамену.

В процессе преподавания дисциплины целесообразно реализовать такую формы и методы интерактивного обучения как проектная деятельность, интерактивные лекции (лекция с заранее запланированными ошибками), работа в малых группах и т.д.

Метод проектов - это способ достижения целей обучения через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться практическим результатом, оформленным тем или иным способом. Обучающимся предлагается выполнить информационный или практико-ориентированный проекты.

Информационный проект предполагает сбор и обработку информации по рассматриваемой проблеме, его продуктами являются реферат, презентация, доклад, стенгазета и статья. Практико-ориентированный проект направлен на создание конкретного продукта: какого-либо устройства, теста, раздела учебного пособия, компьютерной анимации и т.д. Проект предполагает его защиту, которая проводится во время практического занятия. Все материалы проекта оформляются в виде портфолио. Проект может быть выполнен индивидуально, так и в составе группы.

Для того, чтобы лучше усвоить теоретический материал, необходимо научиться решать разнообразные электротехнические задачи аналитическим и экспериментальным методами. Овладением данными методами осуществляется посредством решения задач, выполнения расчетно-графических и лабораторных работ, работы с компьютерной программой по моделированию и расчету электрических и электронных цепей.

Текущий контроль уровня сформированности знаний и умений по темам дисциплины осуществляется по результатам тестирования (решения тестов открытого и закрытого типов), выполнения расчетно-графических работ, защит лабораторных работ, написания рефератов, подготовки докладов и сообщений на семинарские занятия.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного, практического и лабораторного типа (компьютерный класс), групповых и индивидуальных консультаций, самостоятельных работ, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Специализированный учебный кабинет для проведения занятий лабораторного и практического типа - лаборатория (электротехники, электроники).

4. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

При проведении занятий по дисциплине в особых условиях (чрезвычайные ситуации, неблагоприятные эпидемиологические условия, введение военного положения и др.) их реализация осуществляется в соответствии с Положениями института. При необходимости, на основании локальных нормативных актов института, используются учебные и тематические планы по образовательным программам сокращенного обучения на особый период времени.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры ФТОБ
№ 10 от 14.05.2026

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочей (учебной) программе дисциплины «Электротехника» по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата), профиль – надзорно-профилактическая деятельность на 2026/2027 учебный год.

1. Пункт 12 изложить в следующей редакции:

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине **электротехника** включает в себя следующие компоненты:

Виды занятий	Сведения о помещении	Перечень оборудования	Перечень технических средств обучения
Лекционные занятия	Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 30.	Основное оборудование: учебная мебель для обеспечения посадочных мест по количеству обучающихся: стол ученический, стул ученический; мебель для оборудования рабочего места преподавателя: стол и стул. Дополнительное оборудование: классная доска для мела.	Компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь) или ноутбук с лицензионным программным обеспечением, с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Института. Мультимедиа-проектор с экраном или интерактивная панель с лицензионным программным обеспечением, с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Института.
Практические занятия	Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 30.	Основное оборудование: учебная мебель для обеспечения посадочных мест по количеству обучающихся: стол ученический, стул ученический; мебель для оборудования рабочего места преподавателя: стол и стул. Дополнительное оборудование: классная доска для мела.	Компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь) или ноутбук с лицензионным программным обеспечением, с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Института. Мультимедиа-проектор с экраном или интерактивная панель с лицензионным программным обеспечением, с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Института.
Лабораторные занятия	Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 30.	Основное оборудование: учебная мебель для обеспечения посадочных мест по количеству обучающихся:	Лабораторные стенды по дисциплине электротехника, провода, мультиметры, ваттметры, резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, трансформаторы.

		стол ученический, стул ученический; мебель для оборудования рабочего места преподавателя: стол и стул. Дополнительное оборудование: классная доска для мела. Комплект лабораторного оборудования по дисциплине электротехника, позволяющего проводить следующие работы: 1) Исследование однофазных цепей переменного тока с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов. 2) Исследование явлений резонанса напряжений и токов; 3) Исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» и «треугольник» 4) Исследование режимов работы однофазного трансформатора	
Промежуточная и итоговая аттестация	Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 30.	Основное оборудование: учебная мебель для обеспечения посадочных мест по количеству обучающихся: стол ученический, стул ученический; мебель для оборудования рабочего места преподавателя: стол и стул.	Компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь) или ноутбук с лицензионным программным обеспечением, с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Института.

Составил:
 доцент кафедры ФТОБ
 к.ф.-м.н
 полковник внутренней службы



А.В. Борисенко