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

Электротехника и электроника

**Методические рекомендации
для организации самостоятельной работы по изучению дисциплины**

Специальность 20.02.05
Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях

Екатеринбург
2021 г.

Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: Методические рекомендации для организации самостоятельной работы по изучению дисциплины. Специальность 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях / сост. А.В. Борисенко, А.А. Сушкевич – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. - 40 с

Составители:

Борисенко А.В., к.ф.-м.н., доцент кафедры физико-технических основ безопасности ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России.

Сушкевич А.А., к.т.н., заведующий кафедрой физико-технических основ безопасности ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России.

Методические рекомендации предназначены для обучающихся в Уральском институте ГПС МЧС России по специальности 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях. Приведены общие методические указания по организации самостоятельной работы при изучении дисциплины «Электротехника и электроника».

© ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. Рабочая программа дисциплины ……. 4
2. Общие методические рекомендации по организации самостоятельной работы …….. 10
3. Методические рекомендации по самостоятельному изучению тем курса и подготовке к занятиям……. 12
3.1 Тема № 1. Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи …….. 12
Занятие № 1/3. «Расчет сложных линейных цепей постоянного тока. Тепловое действие электрического тока»……... 12
Занятие № 1/4 «Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока»… 14
Занятие № 1/5 «Электрические измерения в цепях постоянного тока» 14
Занятие № 1/8 «Электромеханическое действие магнитного поля. Правила левой и правой руки» 15
Занятие № 1/9 «Ферромагнетизм. Анализ магнитных цепей» 16
3.2. Тема № 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока …… 17
Занятие № 2/2 «Символический метод расчета однофазных цепей переменного тока»…… 17
Занятие № 2/3 «Резонансные явления в электрических цепях синусоидального тока»……. 18
Занятие № 2/4 «Подготовка к лабораторной работе № 1. Исследование однофазных цепей переменного тока с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов. Резонансы напряжения и тока»……... 19
Занятие № 2/8 «Подготовка к лабораторной работе № 2. Исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» и «треугольник»»……. 19
Занятие № 2/10 «Расчет магнитных цепей с переменными магнитными потоками»…… 19
Занятие № 2/11 «Электрические измерения в цепях переменного тока»……. 19
3.3. Тема 3. Электрические машины и трансформаторы ……. 20
Занятие № 3/2 «Однофазный трансформатор»…… 20
Занятие № 3/3 «Расчет параметров схемы замещения трансформатора», «Подготовка к лабораторной работе № 3. Исследование режимов работы однофазного трансформатора»…… 22
Занятие № 3/8 «Подготовка к лабораторной работе № 4. Исследование режимов работы трехфазного асинхронного электродвигателя» 22
3.4. Тема № 5. Элементная база электроники…….. 22
Занятие № 5/2 «Электронные лампы и газоразрядные приборы»……. 23
Занятие № 5/3 «Анализ работы биполярных и полевых транзисторов. Тиристоры и фотоэлектрические приборы»……... 24
Занятие № 5/5 «Анализ работы электронных усилителей»…… 25
Занятие № 5/8 «Анализ работы электронных генераторов»……... 26
Занятие № 5/9 «Арифметико-логические устройства»……... 27
4. Методические указания по подготовке к зачету ……... 29
Литература ……. 34
Приложение 1 …… 36
Приложение 2 …… 39

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехническая подготовка является одним из неотъемлемых аспектов профессионального образования технических специалистов. Дисциплина раскрывает законы и методы электрических и магнитных явлений для преобразования энергии, получения веществ, обработки материалов, передачи информации. Специалисты в области организации оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях используют в своей профессиональной деятельности различные электротехнические и электронные устройства, многие из которых составляют основу функционирования штатной техники и автоматики. Отрицательные проявления свойств электрической энергии зачастую являются причиной возникновения чрезвычайных ситуаций. В связи с вышеизложенным дисциплина «Электроника и электротехника» играет важную роль в профессиональной подготовке будущих специалистов в области техносферной безопасности.

Цели и задачи освоения дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Электроника и 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.

Междисциплинарные связи с обеспечивающими(предыдущими) дисциплинами

Базовыми для освоения дисциплины «Электроника и электротехника» являются знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения:

– математики (темы: Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии. Дифференциальные исчисления функции одной переменной. Теория функции комплексного переменного. Интегральные исчисления функции одной переменной. Обыкновенные дифференциальные уравнения);

– информатики: простейшие навыки работы на компьютере и в сети Интернет, умение использовать прикладное программное обеспечение, в частности: пакеты универсальных математических программ, текстовый и табличный редакторы, редактор формул;

– информационных технологий в профессиональной деятельности: умение интегрировать знания возможностей программного обеспечения с применением в вопросах профессиональной деятельности.

Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми(последующими) дисциплинами

Результаты освоения дисциплины положены в основу изучения таких курсов, как:

- Системы связи и оповещения;
- Автоматизированные системы управления и связь;
- Технические средства приема и обработки вызовов.

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– основные законы электротехники, области их практического применения, границы применимости;

– физические основы процессов, протекающих в электрических и магнитных цепях, электронных приборах;

– методы анализа электрических и магнитных цепей, в том числе с использованием ПЭВМ;

– принципы построения и функционирования электрических машин, цепей и электронных схем;

– методы расчета параметров и выбора основных электротехнических и электронных устройств;

– электротехническую терминологию и символику, правила чтения и составления электрических и электронных схем;

– особенности экспериментального определения основных электрических величин и характеристик типовых электротехнических, электронных приборов и устройств, в том числе с использованием ПЭВМ;

- правила техники безопасности при работе с электротехническими и электронными устройствами;

уметь:

– описывать и объяснять явления и процессы, происходящие в электрических и магнитных цепях, электротехнических и электронных устройствах;

– применять принципы построения, анализа и эксплуатации электрических сетей, электрооборудования и промышленных электронных устройств;

– применять для измерений электрических величин разнообразные электроизмерительные приборы;

– 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 электротехнике и электронике.

Объем дисциплины

Таблица 1

Виды работ	Количество часов по рабочему учебному плану
Максимальная учебная нагрузка обучающегося:	66
- аудиторная учебная работа обучающегося;	58
- внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающегося	8

Таблица 2

Наименование разделов и тем	**Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект) если предусмотрено**	**Объем часов / в т.ч. в интерактивной форме**	**Уровень освоения**
1	2	3	**4**
Тема 1. Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи	1. Предмет электротехники и его связь с другими отраслями знаний. 2. Понятие электрическая цепь. Классификация электрических цепей. 3. Элементы электрических цепей постоянного тока. 4. Тепловое действие электрического тока. 5. Эквивалентные преобразования в электрических цепях. 6. Расчет цепей постоянного тока методами узловых и контурных уравнений. 7. Расчет цепей постоянного тока методами контурных токов, узлового напряжения. 8. Нелинейные электрические цепи. 9. Расчет графо-аналитическим методом. 10.Сущность электрических измерений. 11.Понятие магнитной цепи. Классификация магнитных цепей, их параметры. 12.Законы, действующие в магнитных цепях. 13.Потокосцепление и индуктивность катушки. Принцип Ленца. 14.Анализ магнитных цепей при постоянных магнитных потоках. 15.Свойства ферромагнитных материалов. 16.Петля гистерезиса. 17.Вихревые токи.	13	**2**
	Лекции	8	
	Практические занятия	4	
	Самостоятельная работа обучающихся	1	

Тема 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока	1. Понятие переменного тока. 2. Фаза переменного тока. Сдвиг фаз. 3. Однофазные электрические цепи. 4. Резонанс напряжений: условия возникновения, признаки и область применения. 5. Трехфазные цепи. Получение трехфазной системы синусоидальных ЭДС.	29	**2**
	Лекции	10	
	Практические занятия	6	
	Лабораторная работа	12	
	Самостоятельная работа обучающихся	1	
Тема 3. Трансформаторы	1. Трансформаторы: назначение и область применения. 2. Режимы работы трансформаторов. 3. КПД трансформатора. Зависимость КПД трансформатора от нагрузки.. 4. Устройство и особенности трехфазного трансформатора.	7	**2**
	Лекции	2	
	Лабораторная работа	4	
	Самостоятельная работа обучающихся	1	
Тема 4. Электрические машины	1. Электрические машины переменного тока: назначение и область применения. 2. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. 3. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. 4. Устройство синхронной машины, способы возбуждения, область применения. 5. Электрические машины постоянного тока: устройство, принцип действия, основные характеристики, область применения. 6. Основы электропривода.	9	**2**
	Лекции	6	
	Практические занятия (РГР)	2	
	Самостоятельная работа обучающихся	1	
Тема 5. Элементная база электроники	1. Электронные приборы, их классификация. 2. Физические основы полупроводниковой электроники. 3. Фотоэлектрические приборы.	2	**2**
	Лекции		
	Практические занятия		
	Лабораторная работа		
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
Тема 6. Основы аналоговой и цифровой электроники	1. Электронные усилители: классификация, основные параметры, классы усиления, амплитудно-частотные характеристики. 2. Источники вторичного электропитания. 3. Электронные генераторы: классификация, назначение. 4. Основы схемотехники цифровых устройств.	2	**2**
	Лекции		
	Практические занятия		
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
Зачет		4	
Всего		66	

Таблица 3

Виды и количество аудиторных занятий и форм контроля

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка	66
Аудиторная учебная работа (обязательные учебные занятия)	58
в том числе:	
- лекции	26
- практические занятия	16
- лабораторные работы	16
Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающегося	8
Промежуточная аттестация: *зачет*	4

Таблица 4

Виды внеаудиторной работы и ее трудоемкость

Виды внеаудиторной работы	Трудоемкость самостоятельной работы, ч
Выполнение домашних расчетно-графических работ	8
Самоподготовка (самостоятельное изучение вопросов дисциплины, проработка и повторение лекционного материала, учебного материала учебников и учебных пособий, выполнение заданий)	
Выполнение проекта или реферата	
Подготовка к аудиторным занятиям (подготовка к лабораторным, семинарским и практическим занятиям, тестированию, зачету)	

В ходе изучения курса необходимо освоить не только теоретический материал, но и научиться решать разнообразные электротехнические задачи аналитическим и экспериментальным методами. Овладение данными методами осуществляется посредством решения задач, выполнением расчетно-графических и лабораторных работ, решением тестов.

Лабораторные работы

ЛР№1: Исследование однофазных цепей переменного тока с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов. Резонансы напряжения и токов;

ЛР№2: Исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схемам «звезда» и «треугольник»;

ЛР№3: Исследование режимов работы однофазного трансформатора;

ЛР№4: Исследование работы трехфазного асинхронного электродвигателя;

Тестирование

Входной контроль по теме: «Электромагнетизм» из курса физики.

Тест № 1: Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи.

Тест № 2: Линейные электрические цепи синусоидального тока.

Тест № 3: Электрические машины и трансформаторы.

Тест № 4: Элементная база электроники.

2. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Изучение дисциплины «Электроника и электротехника» базируется на знаниях, полученных в ходе освоения физики. Изложение отдельных вопросов как в учебной литературе по дисциплине, так и на лекционных занятиях предполагает хорошее знание учебного материала по теме «Электричество и магнетизм». Поэтому перед началом изучения данной дисциплины важно восстановить в памяти основные понятия, определения, законы и формулы, относящиеся к этой области знаний. В случае непонимания отдельных вопросов, особенно в начале изучения дисциплины «Электроника и электротехника», следует не просто запоминать те или иные положения, а разобраться в них, обращаясь к учебникам по базовым дисциплинам. В том случае, когда и это не приводит к нужному результату, необходимо обратиться за консультацией к преподавателям. Проверка уровня сформированности знаний по теме «Электричество и магнетизм» из курса физики осуществляется на первом практическом занятии в виде тестирования (прил. 1).

Перед изучением курса необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, графиком ее прохождения, контрольными мероприятиями.

Изучение дисциплины осуществляется на лекционных, лабораторных и практических, 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 самостоятельное изучение посредством работы над научной, учебной и учебно-методической литературой, электронным учебным пособием, Интернет-ресурсами. Уровень сформированности знаний по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение, осуществляется на практическом занятии, посвященном контролю самостоятельной работы, в виде тестирования. Самостоятельная работа должна иметь систематический характер.

Также самостоятельная работа обучающихся предполагает подготовку к лабораторной работе, оформление результатов ее проведения; подготовку к олимпиадам, научно-практическим и учебным конференциям; выполнение проектов и рефератов; подготовку к тестированию, зачету.

Таким образом, при изучении отдельных тем дисциплины, в том числе и самостоятельно, рекомендуется тщательная проработка соответствующей темы по рекомендованной литературе и Интернет-ресурсам.

Необходимо систематически конспектировать основные определения, формулы, а также воспроизводить рисунки; здесь же необходимо отмечать неясные вопросы, чтобы выяснить их затем с помощью дополнительной литературы или у преподавателя. 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, т.к. вопросы по электротехнике и электронике вынесены на ежегодный Интернет-экзамен.

После изучения теории предполагается обязательное решение задач и тестовых заданий из рекомендованных сборников задач или контрольных материалов. В процессе изучения дисциплины целесообразно выполнить проект или реферат (прил. 2).

Метод проектов – это способ достижения целей обучения через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться практическим результатом, оформленным тем или иным способом. Проект может быть информационным или практико-ориентированным.

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 может быть выполнен индивидуально, так и в составе группы.

Тематика проектов

1. Профессиональный проект – исследовать применение электротехнических и электронных устройств в профессиональной деятельности, в современной технике, отрицательные проявления электрических и магнитных явлений, способы их устранения.
2. Исторический проект – исследовать историю развития электротехники и электроники в России и за рубежом.
3. Методический проект – разработать по любой из тем дисциплины учебно-методические или контрольные материалы (тесты, кроссворды, мини-лекции).
4. Информационный проект – разработать по любой из тем дисциплины электронный ресурс (компьютерный тест, анимационное сопровождение учебного материала, раздел электронного учебника, учебный видеофильм, минивидеолекцию).

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ КУРСА И ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ

3.1. Тема № 1. «Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы курсанты должны:

– **знать** классификацию электрических цепей, назначение элементов электрической цепи и их условные обозначения, параметры режимов работы электрической цепи и электротехнические законы, действующие в ней, положительные и отрицательные проявления электрического тока, его пожарную опасность, методы расчета простых и сложных линейных электрических цепей постоянного тока, нелинейных электрических цепей, назначение и классификацию магнитных цепей, параметры, характеризующие магнитную цепь, законы, действующие в ней, особенности магнитных цепей с постоянной и переменной магнитодвижущей силой (МДС);

– **уметь** составлять схемы электрических цепей, производить эквивалентные преобразования электрических цепей постоянного тока с одним и несколькими источниками электродвижущей силы (ЭДС), определять параметры линейных электрических цепей постоянного тока теоретическими (с помощью методов узловых и контурных уравнений, контурных токов, узлового напряжения, наложения токов) и экспериментальными методами, уметь рассчитывать параметры магнитных цепей на основе применения соответствующих методов.

Занятие № 1/3. «Расчет сложных линейных цепей постоянного тока. Тепловое действие электрического тока».

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Режимы работы источников электроэнергии постоянного тока.
2. Действие электрического тока на организм человека.
3. Тепловое действие электрического тока (Закон Джоуля-Ленца). Пожароопасные свойства электричества.
4. Расчет сложных линейных электрических цепей постоянного тока методами узловых и контурных уравнений (на основе законов Кирхгофа), контурных токов, узлового напряжения, наложения.

Вопрос № 1. Режимы работы источников электроэнергии постоянного тока.

При рассмотрении данного вопроса необходимо обратить внимание на такие режимы работы источников электрической энергии постоянного тока как:

режим холостого тока, режим короткого замыкания, номинальный или расчетный режим (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 25-26).

Вопрос № 2. Действие электрического тока на организм человека.

При рассмотрении вопроса необходимо обратить внимание на такие основные моменты как: какой электрический фактор оказывает непосредственное физиологическое воздействие на организм человека; какой ток наиболее опасен, при прочих равных условиях; наибольшее и наименьшее допустимые напряжения прикосновения, установленные правилами техники безопасности в зависимости от внешних условий (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 478-480).

Вопрос № 3. Тепловое действие электрического тока (Закон Джоуля-Ленца). Пожароопасные свойства электричества.

При рассмотрении вопроса необходимо рассмотреть закон Джоуля-Ленца, его применение при расчетах тепловых режимов источников электрической энергии, линий электропередачи, потребителей и других элементов электрической цепи (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 29-31).

При рассмотрении пожароопасных свойств электричества необходимо обратить внимание на защиту от статического электричества и контроль изоляции (Интернет-ресурсы).

Вопрос № 4. Расчет сложных линейных электрических цепей постоянного тока методами узловых и контурных уравнений (на основе законов Кирхгофа), контурных токов, узлового напряжения, наложения.

При рассмотрении вопроса необходимо отразить следующее:

– расчет сложных линейных электрических цепей постоянного тока с несколькими источниками питания методом уравнений Кирхгофа (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 48-53);

– расчет сложных линейных электрических цепей постоянного с несколькими источниками питания тока методом контурных токов (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 26-27);

– расчет сложных линейных электрических цепей постоянного с несколькими источниками питания тока методом узлового напряжения (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 27-30);

– расчет сложных линейных электрических цепей постоянного тока с несколькими источниками питания методом наложения (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 46-47).

Занятие № 1/4 «Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Линейные и нелинейные электрические цепи.
2. Методы расчета нелинейных электрических цепей.

Вопрос № 1. Линейные и нелинейные электрические цепи.

При раскрытии сути вопроса необходимо обратить внимание на определения линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока, рассмотреть основную характеристику нелинейного элемента, как определяется сопротивление нелинейного элемента, как производится расчет цепи с нелинейным элементом (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 54-55).

Вопрос № 2. Методы расчета нелинейных электрических цепей.

При рассмотрении вопроса необходимо отразить основные методы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока, а именно цепь с последовательным и параллельным соединением нелинейных элементов (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 57-59).

Занятие № 1/5 «Электрические измерения в цепях постоянного тока»

Вопросы для самостоятельного изучения:

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

Вопрос № 1. Сущность электрических измерений.

В раскрытии вопроса необходимо отразить что понимается под электрическими измерениями, какие приборы используются для измерения электрических величин (силы тока, напряжения, мощности, сопротивления), перечислить основные достоинства характерные для электроизмерительных приборов, применение электроизмерительных приборов (Данилов, И.А. Общая

электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 403).

Вопрос № 2. Основные методы измерений.

В данном вопросе необходимо отразить: метод непосредственной оценки и метод сравнения; абсолютная, относительная и приведенная погрешности (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 405-407).

Вопрос № 3. Классификация электроизмерительных приборов.

Необходимо дать основные классификации электроизмерительных приборов, а именно: по классу точности, по принципу действия, по роду измеряемой величины, по роду тока, по способу установки (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 − с. 408-409).

Вопрос № 4. Измерение силы тока, напряжения, электрического сопротивления и мощности в электрических цепях постоянного тока.

Необходимо рассмотреть устройство и принцип действия электроизмерительных приборов непосредственной оценки, приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической систем. Какими электроизмерительными приборами осуществляется замер электрических величин? Как необходимо подключить амперметр, вольтметр, ваттметр, омметр для замера соответствующих электрических величин в цепях постоянного тока? (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 410-420, 423-428, 435-440).

Занятие № 1/8 «Электромеханическое действие магнитного поля. Правила левой и правой руки»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Взаимное преобразование механической и электрической энергии. Правила правой и левой руки.
2. Отрицательное воздействие электромагнитного излучения на человека.

Вопрос № 1. Взаимное преобразование механической и электрической энергии. Правила правой и левой руки.

При раскрытии вопроса необходимо рассмотреть движение проводника в

магнитном поле, взаимодействие проводников с током, закон электромагнитной индукции, явления самоиндукции, взаимоиндукции, сформулировать правила левой и правой руки (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 61-88).

Вопрос № 2. Отрицательное воздействие электромагнитного излучения на человека.

При раскрытии вопроса необходимо отразить основные моменты: воздействие электромагнитного поля и излучения, его нормы, понятие «радиоволновая болезнь», меры профилактики по снижению негативного воздействия электромагнитного излучения на организм человека (Интернет-ресурсы).

Занятие № 1/9 «Ферромагнетизм. Анализ магнитных цепей»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Свойства ферромагнитных материалов. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Петля гистерезиса. Вихревые токи. Потери на гистерезис и вихревые токи, способы их уменьшения.
2. Расчет магнитных цепей с постоянной магнитодвижущей силой.

Вопрос № 1. Свойства ферромагнитных материалов. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Петля гистерезиса. Вихревые токи. Потери на гистерезис и вихревые токи, способы их уменьшения.

При рассмотрении вопроса необходимо обратить внимание на основные свойства ферромагнитных материалов, петля гистеризиса; магнитомягкие и магнитотвердые материалы, их применение; относительная и абсолютная магнитные проницаемости; вихревые токи, потеря на гистерезис и вихревые токи, способы их уменьшения (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 89-91; Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 167-172, 186-188).

Вопрос № 2. Расчет магнитных цепей с постоянной магнитодвижущей силой.

При рассмотрении вопроса необходимо дать определение магнитной цепи, рассмотреть расчет неразветвленной магнитной цепи и расчет цепи с постоянным магнитом (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 259-263; Касаткин,

А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 167-176).

3.2.Тема № 2. «Линейные электрические цепи синусоидального тока»

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

– **знать** способы получения однофазного и трехфазного переменного тока, назначение и классификацию электрических цепей синусоидального тока, их параметры, условия возникновения явления резонанса и переходных процессов в электрических цепях;

– **уметь** собирать линейные электрические цепи синусоидального тока с целью экспериментального определения их параметров, рассчитывать параметры электрических цепей синусоидального тока на основе символического метода, строить векторные диаграммы токов и напряжений при различных схемах соединения приемников электроэнергии и их характере, режимах работы электрических цепей синусоидального тока.

Занятие № 2/2 «Символический метод расчета однофазных цепей переменного тока»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Способы изображения синусоидальных величин.
2. Основы символического метода расчета цепей.
3. Мощность переменного тока: полная, активная, реактивная.
4. Коэффициент мощности и его технико-экономическое значение.

Вопрос № 1. Способы изображения синусоидальных величин.

При изучении данного вопроса необходимо рассмотреть изображение синусоидального тока (напряжения) вектором; изображение вектора комплексным числом; запись синусоидальных токов и напряжений в символической форме, переход от символической записи к синусоидальной функции времени; законы Ома и Кирхгофа в символической форме; выражение сопротивлений, проводимостей и мощности в комплексной форме (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 202-217).

Вопрос № 2. Основы символического метода расчета цепей.

При изучении вопроса необходимо рассмотреть пример расчета неразветвленной электрической цепи; применение символического метода к расчету разветвленных цепей переменного тока (Данилов, И.А. Общая

электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 218-222).

Вопрос № 3. Мощность переменного тока: полная, активная, реактивная.

При изучении вопроса необходимо рассмотреть активную, реактивную, полную мощности, а именно обозначение, единицы измерения, запись полной мощности в комплексной фоме; треугольник мощностей (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 149-151).

Вопрос № 4. Коэффициент мощности и его технико-экономическое значение.

При изучении вопроса необходимо отразить обозначение коэффициента мощности, его технико-экономическое значение, способы его улучшения (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 152-153, 195-198).

Занятие № 2/3 «Резонансные явления в электрических цепях синусоидального тока»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Резонанс напряжений: условия возникновения, признаки и область применения.
2. Цепи переменного тока с параллельным соединением приемников: сдвиг фаз между током и напряжением, векторные диаграммы, треугольники проводимостей.
3. Резонанс токов: условия возникновения, признаки и область применения.
4. Цепи со смешанным соединением приемников.

Вопрос № 1. Резонанс напряжений: условия возникновения, признаки и область применения.

При изучении вопроса необходимо отразить физическую сущность и определение явления резонанса напряжения, волновые сопротивления и дробность контура, частотные характеристики контура, область применения (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 175-185, 193-194).

Вопрос № 2. Резонанс токов: условия возникновения, признаки и область применения.

При изучении вопроса необходимо отразить физическую сущность и определение явления резонанса токов, резонансную частоту, резонанс токов в идеальном контуре, использование электрического резонанса в технических

устройствах (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 187-194;).

Занятие № 2/4 «Подготовка к лабораторной работе № 1. Исследование однофазных цепей переменного тока с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов. Резонансы напряжения и тока»

При подготовки к лабораторной работе № 1 необходимо: самостоятельно проработать основные теоретические положения; заготовить отчет по предстоящей лабораторной работе; ответить письменно на контрольные вопросы, приведенные в лабораторном практикуме.

Занятие № 2/8 «Подготовка к лабораторной работе № 2. Исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» и «треугольник»»

При подготовки к лабораторной работе № 2 необходимо: самостоятельно проработать основные теоретические положения; заготовить отчет по предстоящей лабораторной работе; ответить письменно на контрольные вопросы, приведенные в лабораторном практикуме.

Занятие № 2/10 «Расчет магнитных цепей с переменными магнитными потоками»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Расчет магнитных цепей с переменными магнитными потоками.

Вопрос № 1. Расчет магнитных цепей с переменными магнитными потоками.

При рассмотрении вопроса необходимо рассмотреть расчет магнитных цепей с переменными магнитными потоками, эквивалентный синусоидальный ток (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М.: ДМК Пресс, 2015, − с. 263-268).

Занятие № 2/11 «Электрические измерения в цепях переменного тока»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Измерение в цепях переменного тока напряжения, силы тока, электрического сопротивления, энергии, мощности.

Вопрос № 1. Измерение в цепях переменного тока напряжения, силы тока, электрического сопротивления, энергии, мощности.

При рассмотрении вопроса необходимо отразить измерение в цепях

переменного тока напряжения, силы тока, электрического сопротивления, энергии, мощности; измерение мощности в трехфазных цепях, индукционный счетчик электрической энергии (назначение, устройство, принцип действия), учет энергии в однофазных и трехфазных цепях (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 423-440).

3.3. Тема № 3. «Электрические машины и трансформаторы»

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

− **знать** назначение, устройство, принцип действия, область применения трансформаторов; назначение, устройство, принцип действия, области применения электрических машин постоянного и переменного тока, электропривода, их основные параметры и характеристики;

− **уметь** составлять схемы замещения трансформаторов, строить векторные диаграммы, внешнюю и рабочую характеристики трансформаторов, определять их основные параметры расчетным и экспериментальным методами; определять их основные параметры расчетным и экспериментальным методами, строить основные характеристики, выбирать мощность, тип и вид электродвигателей для электропривода.

Занятие № 3/2 «Однофазный трансформатор»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Режимы работы трансформаторов.
2. Схемы замещения трансформаторов.
3. Экспериментальное определение параметров схемы замещения: опыты холостого хода и короткого замыкания.
4. Внешняя характеристика трансформатора.
5. Потери и КПД трансформатора. Зависимость КПД трансформатора от нагрузки.

Вопрос № 1. Режимы работы трансформаторов.

При рассмотрении вопроса необходимо отразить основные режимы работы трансформатора, а именно:

− режим холостого хода (определение, обозначение и расчеты электрических величин) (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 276-277; Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 377-382);

− режим короткого замыкания (определение, обозначение и расчеты электрических величин) (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 277);

– работа трансформатора под нагрузкой (определение, обозначение и расчеты электрических величин) (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 278; Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 383-385).

Вопрос № 2. Схемы замещения трансформаторов.

При рассмотрении вопроса необходимо отразить понятие схемы замещения трансформатора, ее назначение, уравнения электрического и магнитного состояний, приведенные параметры трансформатора и его схемы замещения (Т-образная и Г-образная схемы замещения) (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 280-283).

Вопрос № 3. Экспериментальное определение параметров схемы замещения: опыты холостого хода и короткого замыкания.

При рассмотрении вопроса необходимо отразить определение параметров схемы замещения в опытах холостого хода и короткого замыкания (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 283-284).

Вопрос № 4. Внешняя характеристика трансформатора.

При изучении вопроса необходимо дать определение и назначение внешней характеристики трансформатора (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 284-286; Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 386-388).

Вопрос № 5. Потери и КПД трансформатора. Зависимость КПД трансформатора от нагрузки.

При изучении вопроса необходимо отразить потери трансформатора (электрические и магнитные), их обозначение и единицы измерения; обозначение, единицы измерения, формулы для определения КПД трансформатора; зависимость трансформатора от нагрузки (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 286-287; Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 390-391).

Занятие № 3/3 «Расчет параметров схемы замещения трансформатора», «Подготовка к лабораторной работе № 3. Исследование режимов работы однофазного трансформатора»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Расчет параметров трансформаторов.
2. Устройство и принцип действия специальных трансформаторов

При подготовке к лабораторной работе № 3. «Исследование режимов работы однофазного трансформатора»: самостоятельно проработать основные теоретические положения, сделать краткий конспект; заготовить отчет по предстоящей лабораторной работе; ответить письменно на контрольные вопросы, приведенные в лабораторном практикуме.

Вопрос № 1. Расчет параметров трансформаторов.

При изучении вопроса необходима рассмотреть пример расчета параметров трансформатора (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 287-289).

Вопрос № 2. Устройство и принцип действия специальных трансформаторов

При изучении вопроса необходимо рассмотреть назначение, устройство, принцип действия автотрансформаторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения, сварочных трансформаторов (Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для бакалавров / И.А. Данилов. – М. : Изд-во Юрайт, 2014 – с. 396-401).

Занятие № 3/8 «Подготовка к лабораторной работе № 4. Исследование режимов работы трехфазного асинхронного электродвигателя»

При подготовке к лабораторной работе № 4 необходимо: самостоятельно проработать основные теоретические положения; заготовить отчет по предстоящей лабораторной работе; ответить письменно на контрольные вопросы, приведенные в лабораторном практикуме.

3.4. Тема № 4. «Элементная база электроники

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

– **знать** классификацию, назначение, устройство, принцип действия, характеристики, области применения электровакуумных и полупроводниковых

приборов и устройств; основы схемотехники цифровых устройств;

– **уметь** определять параметры электронных приборов и устройств экспериментальными и расчетными методами, составлять электронные цепи; применять электронные устройства для электрических измерений.

Занятие № 4/2 «Электронные лампы и газоразрядные приборы»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Общие сведения об электровакуумных электронных приборах.
2. Электровакуумные электронные лампы и индикаторы.
3. Основные разновидности электрических разрядов в газе.
4. Приборы дугового разряда.
5. Приборы тлеющего разряда.
6. Условные обозначения и маркировка газоразрядных приборов.

Вопрос № 1. Общие сведения об электровакуумных электронных приборах.

При изучении вопроса необходимо дать определения электронным и газоразрядным приборам, что понимается под электронной и термоэлектронной эмиссией (Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 323).

Вопрос № 2. Электровакуумные электронные лампы и индикаторы.

При изучении вопроса необходимо рассмотреть устройство, принцип действия, применение, вольт-амперные характеристики электровакуумных электронных ламп (диод, триод, тетрод) и электронных индикаторов (Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 323-326).

Вопрос № 3. Основные разновидности электрических разрядов в газе.

При изучении вопроса необходимо дать определение газового разряда, отразить виды газовых разрядов (самостоятельный и несамостоятельный, тлеющий, дуговой, коронный, искровой), рассмотреть вольт-амперную характеристику газового разряда (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с. 445-447).

Вопрос № 4. Приборы дугового разряда.

При изучении вопроса необходимо рассмотреть устройство, принцип действия, применение, вольт-амперную характеристику приборов дугового разряда (газотрон, тиратрон) (Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов /

А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 327-328; Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с. 448-451).

Вопрос № 5. Приборы тлеющего разряда.

При изучении вопроса необходимо рассмотреть устройство, принцип действия, применение, вольт-амперную характеристику приборов тлеющего разряда (стабилитрон, декатрон, газосветные сигнальные лампы и индикаторы) (Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 328-329; Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с. 452-454).

Вопрос № 6. Условные обозначения и маркировка газоразрядных приборов.

При изучении вопроса необходимо отразить обозначение условными знаками газоразрядные приборы различных типов, а также маркировку ионных приборов (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.455-456)

Занятие № 4/3 «Анализ работы биполярных и полевых транзисторов. Тиристоры и фотоэлектрические приборы»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Биполярные транзисторы.
2. Полевые транзисторы.
3. Тиристоры.
4. Фотоэлектрические приборы.

Вопрос № 1. Биполярные транзисторы.

При изучении вопроса необходимо дать определение биполярного транзистора, отразить устройство, принцип действия (*p-n-p* и *n-p-n* типов), область применения, условное обозначение, основные режимы работы, схемы включения (с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором), параметры биполярных транзисторов (коэффициент усиления по току, по напряжению, по мощности), характеристики биполярных транзисторов (входная, выходная, переходная) (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.481-489; Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 176-184).

Вопрос № 2. Полевые транзисторы.

При изучении вопроса необходимо дать определение полевого транзистора, отразить устройство, принцип действия, условное обозначение, вольт-амперные характеристики полевого транзистора с *p*-*n*-переходом и каналом *n*-типа (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.489-492; Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 174-175).

Вопрос № 3. Тиристоры.

При изучении вопроса необходимо дать определение тиристора, рассмотреть устройство, условное обозначение, принцип действия, применение, основные параметры, вольт-амперная характеристика тиристора (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.492-496; Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 161-162).

Вопрос № 4. Фотоэлектрические приборы.

При изучении вопроса необходимо рассмотреть назначение, устройство, условное обозначение, принцип действия фотоэлектрических приборов (фоторезистор, фотодиод, фототранзистор, светодиод) (Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 252-253; Интернет-ресерс).

Занятие № 4/5 «Анализ работы электронных усилителей»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Обратная связь в усилителях.
2. Понятие об операционном усилителе.
3. Принцип работы усилителя низких частот.

Вопрос № 1. Обратная связь в усилителях.

При изучении вопроса необходимо дать определение обратной связи, рассмотреть виды обратных связей в усилителях, а именно положительную и отрицательную, обратную связь по напряжению и по току, последовательную и параллельную; влияние последовательной отрицательной обратной связи по напряжению на параметры усилителя (коэффициент усиления, входное сопротивление, выходное сопротивление усилителя с обратной связью) (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 198-202).

Вопрос № 2. Понятие об операционном усилителе.

При изучении вопроса необходимо дать определение операционного усилителя, их условное обозначение, рассмотреть принцип действия, параметры операционного усилителя (коэффициент передачи), схемы суммарного напряжения, повторителя входного сигнала, интегрирующего усилителя и дифференцирующего усилителя(Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 206-209).

Вопрос № 3. Принцип работы усилителя низких частот.

При изучении вопроса необходимо рассмотреть:

– на примере усилительных каскадов на биполярных транзисторах принцип работы усилителя низких частот (Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 275-280);

– частотные характеристики усилителя (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 1190-194).

Занятие № 4/8 «Анализ работы электронных генераторов»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Генераторы синусоидальных колебаний.
2. Генераторы линейно-изменяющегося напряжения (ГЛИН).

Вопрос № 1. Генераторы синусоидальных колебаний.

При изучении вопроса необходимо дать определение и область применения электронного генератора, классификацию, принцип действия не примере автогенераторов типа LC и RC (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 209-213).

Вопрос № 2. Генераторы линейно-изменяющегося напряжения (ГЛИН).

При изучении вопроса необходимо рассмотреть назначение ГЛИН, их простейшую схему, принцип действия (Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 309-310)

Занятие № 4/9 «Арифметико-логические устройства»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Основы схемотехники цифровых устройств.
2. Основные логические элементы (И, ИЛИ, НЕ, ИЛИ-НЕ, И-НЕ) и их реализация на базе микросхем.
3. Триггеры.
4. Логические автоматы с памятью.
5. Логические автоматы без памяти.
6. Арифметическое устройство.

Вопрос № 1. Основы схемотехники цифровых устройств.

При изучении вопроса необходимо рассмотреть:

– что из себя представляет система счисления (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.519-520);

– перевод чисел из одной системы в другую (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.520-522);

– арифметические операции с двоичными числами (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.522-523);

– структурная схема цифровой электронной вычислительной машины (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.524-525);

– принцип действия ЦЭВМ (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.526-527).

Вопрос № 2. Основные логические элементы (И, ИЛИ, НЕ, ИЛИ-НЕ, И-НЕ) и их реализация на базе микросхем.

При изучении вопроса необходимо отразить основные логические элементы, их условное обозначение, логическая функция и таблицы истинности (*И, ИЛИ, НЕ,* запрет, исключительное *ИЛИ* (неравнозначность), равнозначность, импликация, Стрелка Пирса *(ИЛИ-НЕ),* Штрих Шеффера *(И-НЕ)* (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 218-222).

Вопрос № 3. Триггеры.

При изучении вопроса необходимо дать определение триггера, привести простейшую схему и переходную характеристику, рассмотреть принцип

действия триггера, условное обозначение, таблицу истинности, а также RS-триггер, D-триггер, T-триггер, JK-триггер (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 225-227; Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 310-313).

Вопрос № 4. Логические автоматы с памятью.

При изучении вопроса необходимо дать определение логических автоматов с памятью, на примере трехфазного счетчика и регистра рассмотреть принцип действия (Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 313-315).

Вопрос № 5. Логические автоматы без памяти.

При изучении вопроса необходимо отразить понятие логических элементов без памяти, рассмотреть такие логические автоматы как дешифратор, шифратор, мульплекс, демультиплекс (Касаткин, А.С. Электротехника: Учеб. для вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – с. 315-316)

Вопрос № 6. Арифметическое устройство.

– При изучении вопроса необходимо дать определение арифметического устройства, рассмотреть основные операции, выполняемые АУ, элементы нормализованной записи числа (мантисса, порядок), принципиальную упрощенную схему устройств умножения четырехразрядных двоичных чисел (Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И.А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2008. – с.540-542).

Занятие № 4/10 «Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи»

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП).
2. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП).

Вопрос № 1. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП).

При изучении вопроса необходимо рассмотреть назначение ЦАП, простейшую схему ЦАП, отразить коэффициенты усиления и по нвертирующего усиления по выходам (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П.,

Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 227-228).

Вопрос № 2. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП).

При изучении вопроса необходимо отразить назначение АЦП, на примере последовательного АЦП рассмотреть принцип действия, а также достоинства и недостатки последовательного и параллельного АЦП (Ермуратский, П.В., Лычкина, Г.П., Минкин, Ю.Б. Электротехника и электроника, − М. : ДМК Пресс, 2015, − с. 2228-229).

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в виде зачета. На зачет отводится 4 аудиторных часа. Зачет проходит в форме тестирования по всему курсу. Билет содержит 24 тестовых задания, в котором задания по темам распределены следующим образом:

1 блок: 10 вопросов по теме «Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи», из них 6 – по теме «Электрические цепи постоянного тока», 4 – по теме «Магнитные цепи»;

2 блок: 6 вопросов по теме «Линейные электрические цепи синусоидального тока», из них 4 – по теме «Однофазные цепи», 2 – по теме «Трехфазные цепи»;

3 блок: 4 вопроса по теме «Электрические машины и трансформаторы»;

4 блок: 4 вопроса по теме «Элементная база электроники».

Для подготовки к зачету необходимо повторить решение тестовых заданий, рекомендованных преподавателем в течение изучения курса, теоретический материал по следующим вопросам.

Перечень вопросов для подготовки к зачету

Раздел 1. Электротехника

ТЕМА 1. Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи

1. Понятие электрической цепи. Элементы электрической цепи и их назначение. Электрическая энергия, ее особенности. Условные графические обозначения элементов электрической цепи, применяемые на схемах замещения. Условные положительные направления ЭДС, токов и напряжений на схемах замещения.

2. Активные и пассивные элементы электрической цепи. Режимы работы источников тока и ЭДС. Линейные и нелинейные элементы электрической цепи, их ВАХ.

3. Классификация электрических цепей (по роду тока, по содержанию элементов, по конфигурации). Топологические понятия электрической цепи

(ветвь, узел, контур).

4. Законы электрических цепей: закон Ома для участка и всей цепи, законы Кирхгофа. Работа и мощность электрической цепи постоянного тока. Положительные и отрицательные тепловые проявления электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

5. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом эквивалентных преобразований (преобразование последовательного, параллельного, смешанного типа соединений приемников, преобразования из звезды в треугольник и наоборот).

6. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом узловых и контурных уравнений (на основе применения законов Кирхгофа).

7. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом контурных токов.

8. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом узлового напряжения.

9. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом наложения.

10. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока с последовательным соединением элементов графо-аналитическим методом.

11. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока с параллельным соединением элементов графо-аналитическим методом.

12. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением элементов графо-аналитическим методом.

13. Измерение силы тока, напряжения, сопротивления, мощности, электроэнергии в цепях постоянного тока.

14. Понятие магнитной цепи. Классификация магнитных цепей (по структуре, конфигурации).

15. Величины, определяемые в результате расчета магнитной цепи (магнитная индукция, напряженность магнитного поля, магнитный поток, магнитная проницаемость, магнитодвижущая сила, магнитное сопротивление, магнитное напряжение).

16. Законы, действующие в магнитных цепях (электромагнитной индукции, Ампера, полного тока, Ома, Кирхгофа).

17. Принцип Ленца. Индуктивность цепи. Самоиндукция. Взаимоиндукция.

18. Назначение магнитопровода. Свойства ферромагнитных материалов, используемых для изготовления магнитопроводов электромагнитных устройств.

19. Кривая намагничивания. Циклическое перемагничивание ферромагнитных материалов (петля гистерезиса). Токи Фуко. Потери на гистерезис и вихревые токи, способы их уменьшения.

20. Расчет магнитных цепей с постоянной МДС (прямая и обратная задачи).

ТЕМА 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока

21. Получение переменного тока. Принцип действия простейшего однофазного генератора синусоидальной ЭДС.

22. Основные параметры, характеризующие синусоидальную величину (мгновенное, амплитудное, среднее, действующее значения, период, угловая и циклическая частоты). Понятие начальной фазы синусоидальной величины. Сдвиг фаз.

23. Коэффициент мощности, его технико-экономическое значение и способы повышения.

24. Электротехнические устройства переменного тока: резисторы, индуктивные катушки и конденсаторы, их свойства, характеристики, условные обозначения на схемах замещения.

25. Анализ идеальных цепей однофазного синусоидального тока (с активным, индуктивным и емкостным сопротивлением). Векторные диаграммы тока и напряжения.

26. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с последовательным соединением активного и индуктивного сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники сопротивлений и мощностей.

27. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с последовательным соединением активного и емкостного сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники сопротивлений и мощностей.

28. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с последовательным соединением активного, индуктивного и емкостного сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники сопротивлений и мощностей.

29. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с параллельным соединением сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники проводимостей и мощностей.

30. Резонанс напряжений. Условия возникновения, признаки и область применения. Векторная диаграмма тока и напряжений.

31. Резонанс токов. Условия возникновения, признаки и область применения. Векторная диаграмма напряжения и токов.

32. Получение трехфазного переменного тока. Трехфазная система ЭДС. График мгновенных значений и векторная диаграмма трехфазных ЭДС.

33. Способы соединения фаз генератора и приемника в трехфазных электрических цепях.

34. Трехфазные электрические цепи с соединением фаз приемника «звездой». Соотношения фазных и линейных токов и напряжений, векторная диаграмма токов и напряжений.

35. Трехфазная электрическая цепь с соединением фаз приемника «треугольником». Соотношения фазных и линейных токов и напряжений, векторная диаграмма токов и напряжений.

36. Условия симметричного и несимметричного режимов работы трехфазной электрической цепи. Назначение нейтрального провода. Векторная диаграмма напряжений при несимметричном режиме работе приемников,

соединенных по схеме «звезда без нейтрального провода».

37. Расчет магнитных цепей с переменными магнитными потоками.

38. Измерение силы тока, напряжения, сопротивления, мощности, электроэнергии в цепях переменного тока.

ТЕМА 3. Электрические машины и трансформаторы

39. Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Коэффициент трансформации. Трансформаторная ЭДС.

40. Классификация трансформаторов. Условные обозначения трансформаторов на принципиальных схемах. Паспортные данные трансформаторов.

41. Схемы замещения трансформатора, определение их параметров.

42. Режимы работы трансформатора (холостого хода, короткого замыкания, рабочий режим).Внешняя характеристика трансформаторов. КПД и мощность потерь в трансформаторе. Зависимость КПД трансформатора от нагрузки.

43. Трехфазный силовой трансформатор: устройство и принцип действия. Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора. Пожаровзрывоопасные свойства трансформаторов.

44. Устройство, принцип действия и основные характеристики специальных трансформаторов (измерительные, сварочный, автотрансформатор).

45. Асинхронные машины. Возбуждение вращающегося магнитного поля трехфазной симметричной системой токов.

46. Назначение и области применения асинхронных машин, их достоинства и недостатки. Применение в установках противопожарной защиты.

47. Устройство трехфазной асинхронной машины с короткозамкнутым и фазным ротором.

48. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронной машины.

49. Параметры асинхронного двигателя: скольжение, ЭДС, индуцируемые в обмотках статора и ротора, частота вращения ротора, номинальный ток, ток ротора, электромагнитный момент.

50. Зависимость электромагнитного момента двигателя от скольжения и напряжения сети. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Потери энергии в двигателе. КПД и коэффициент мощности асинхронного двигателя.

51. Способы пуска асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя.

52. Синхронные машины: назначение и области применения. Достоинства и недостатки синхронных машин. Применение в пожарной технике.

53. Типы синхронных машин и их устройство. Способы возбуждения синхронных машин.

54. Режимы работы синхронной машины (принцип работы генератора и двигателя). Потери мощности и КПД синхронных машин. Способы пуска синхронных двигателей.

55. Характеристики синхронного генератора и синхронного двигателя.

56. Устройство машины постоянного тока. Способы возбуждения. Области применения машин постоянного тока, их достоинства и недостатки.

57. Режимы работы машин постоянного тока (принцип работы генератора и двигателя). Потери мощности и КПД машин постоянного тока.

58. Характеристики генераторов и двигателей постоянного тока в зависимости от схемы возбуждения.

59. Особенности пуска электродвигателей постоянного тока. Способы регулирования частоты вращения якоря.

60. Коммутация в машинах постоянного тока, ее пожароопасность.

61. Обобщенная функциональная схема привода. Назначение электромеханического привода. Номинальные режимы работы электропривода.

62. Основные типы рабочих механизмов, их механические характеристики. Номинальные режимы работы электропривода.

63. Методика выбора мощности электродвигателей при продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.

64. Выбор типа и вида электродвигателей для электропривода.

Раздел 2. Основы электроники

ТЕМА 4. Элементная база электроники

65. Устройство и принцип действия электровакуумных и газоразрядных ламп. Область применения в электронных устройствах.

66. Устройство и принцип действия полупроводникового диода, его характеристики.

67. Назначение и область применения стабилитрона, варикапа, фотодиода, светодиода.

68. Биполярные транзисторы: устройство, принцип работы, режимы работы, схемы включения, коэффициенты усиления. Область применения.

69. Устройство и принцип действия полевых транзисторов(с управляющим *p*-*n*-переходом и с изолированным затвором). Область применения.

70. Тиристоры: разновидности, схемы, режимы работы.

71. Интегральные микросхемы и микроминиатюризация приборов и устройств современной электроники.

72. Источники вторичного электропитания. Схемы и принцип действия выпрямителей (однополупериодного, двухполупериодного, трехфазного, выпрямителя на тиристоре). Внешние характеристики выпрямителей.

73. Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения и тока и его стабилизация. Инверторы.

74. Электронные усилители: классификация, основные параметры, классы усиления. Основные технические характеристики усилителей. Амплитудно-

частотные характеристики усилителей.

75. Принцип работы усилителя низких частот.

76. Принцип работы логических элементов И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Область применения.

77. Электронные генераторы: классификация, назначение, область применения.

78. Принцип действия генератора типов LC и RC, ГЛИН.

79. Виды триггеров, принцип их работы.

80. Логические автоматы с памятью и без памяти.

81. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.

Перечень тем практических заданий, выносимых на зачет:

1. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока с одним источником ЭДС.
2. Расчет сложных линейных электрических цепей постоянного тока.
3. Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока графо-аналитическим методом.
4. Расчет магнитных цепей.
5. Расчет электрических цепей однофазного синусоидального тока.
6. Расчет электрических цепей трехфазного тока.
7. Расчет параметров трансформаторов.
8. Расчет параметров электрических машин.
9. Расчет параметров электронных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Данилов, И. А. Общая электротехника с основами электроники [Текст]: учеб пособие / И. А. Данилов, П. М. Иванов. – М. : Высш. шк., 2008. – 663 с.

2. 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.

3. 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.

Дополнительная литература

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

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

6. Бутырин, П. А. Основы электротехники [Электронный ресурс]: учебник для студентов средних и высших учебных заведений профессионального образования по направлениям электротехники и электроэнергетики/ Бутырин П. А., Толчеев О. В., Шакирзянов Ф. Н.— Электрон. текстовые данные.— М. : Издательский дом МЭИ, 2014.— 360 с. Режим доступа http://www.iprbookshop.ru/33220.html.— ЭБС «IPRbooks»

7. Данилов, И. А. Общая электротехника [Текст]: учеб. пособие для бакалавров / И. А. Данилов. – М. : Изд. Юрайт, 2014. – 673 с.

8. Касаткин, А. С. Электротехника [Текст]: учеб. для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. – 9-е изд., стер. − М. : Издательский центр «Академия», 2005. − 544 с.

9. Князева, Т. О. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: курс лекций / Т. О. Князева. – Режим доступа : http://www.school-knyazkova.ru.

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

11. Мыльников, М. Т. Общая электротехника и пожарная профилактика в электроустановках [Текст]: учеб. для пожарно-техн. училищ / М.Т. Мыльников. М. : Стройиздат, 1985. – 311 с.

12. Тексты книг по электротехническим дисциплинам в формате .pdf [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.kodges.ru.

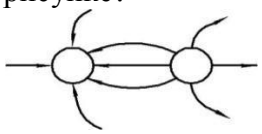
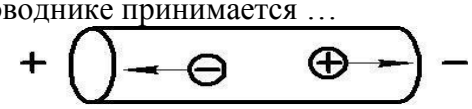
13. Щука, А. А. Электроника [Текст]: учеб. пособие / А. А. Щука. – СПб : БХВ–Петербург, 2005. – 800 с.

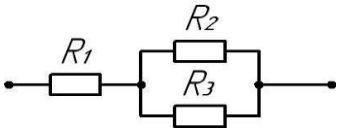
14. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: Методические рекомендации по подготовке к зачету (специальность 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях) / Сост. Сушкевич А.А., Борисенко А.В., Курочкин А.Р. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 89 с.

15. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: Методические рекомендации по изучению дисциплины (специальность 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях) / Сост. Борисенко А.В., Сушкевич А.А. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 30 с.

Приложение 1

Примеры тестовых заданий для входного контроля по теме «Электричество и магнетизм» из курса «Физика»

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный)
Электрическое поле каких зарядов изображено на рисунке? 	1.Двух одноименных зарядов. 2.Двух разноименных зарядов. 3.Для ответа недостаточно данных
Разность потенциалов двух точек электрического поля называется …	1.Электрическим напряжением. 2.Напряженностью электрического поля. 3.Электрическим смещением. 4.Энергией электрического поля
Электрический ток – это …	1. Ток, значение которого не изменяется во времени. 2. Ток, который периодически меняет свое направление и значение. 3. Упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц под действием электрическогополя. 4.Количество электричества, проходящего через поперечное сечение проводника в единицу времени.
За направление электрического тока в проводнике принимается … 	1.Направление движения отрицательных зарядов (электронов). 2.Направление движения положительных зарядов (ионов). 3.Направление движения атомов. 4.Направление движения молекул
Сила постоянного тока определяется по формуле …	1. $I = \frac{Q}{t}$. 2. $I = \frac{U}{t}$. 3. $I = Qt$. 4. $I = Ut$.
Совокупность всех препятствий, которое встречает направленное движение заряженных частиц по проводнику, называется …	1. Электрическим смещением. 2. Электрическим сопротивлением. 3. Электродвижущей силой. 4. Работой электрического тока
Закон Ома для участка цепи соответствует выражению …	1. $I = \frac{U}{R}$. 2. $I = \frac{R}{U}$. 3. $I = UR$. 4. $I = \frac{E}{R + r_0}$.

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный)
Закон Ома для полной цепи соответствует выражению …	1. $I = \frac{U}{R}$. 2. $I = \frac{R}{U}$. 3. $I = UR$. 4. $I = \frac{E}{R + r_0}$.
Какое из приведенных выражений является неправильным для описания закона Джоуля-Ленца?	1. $Q = UIt$. 2. $Q = I^2Rt$. 3. $Q = \frac{U}{I}t$. 4. $Q = \frac{U^2}{R}$.
Сила тока измеряется в …	1. Амперах. 2. Вольтах. 3. Омах. 4. Ваттах.
Единица измерения потенциала φ …	1. Ампер. 2. Вольт. 3. Ом. 4. Сименс.
Электродвигатель включен в сеть напряжением 220 В и потребляет ток 10 А. Определите мощность электродвигателя	1. P=22 Вт. 2. P=0,045 Вт. 3. P=2200 Вт. 4.Для ответа недостаточно данных
Найдите эквивалентное сопротивление цепи, изображенной на рисунке, если $R_1=R_2=R_3=2$ Ом? 	1. Rэкв=3 Ом. 2. Rэкв=2,5 Ом. 3. Rэкв=0. 4. Rэкв=1 Ом
При описании магнитного поля используется величина…	1. напряженности магнитного поля H. 2. напряженность электрического поля E. 3. электрическое смещение D. 4. диэлектрическая постоянная $\square_0$
Магнитная индукция определяется по формуле …	1. $B = \mu_a H$. 2. $B = \frac{H}{\mu_a}$. 3. $B = \frac{\mu_a}{H}$. 4. $B = \mu_a \Phi$
Магнитный поток определяется по формуле …	1. $\Phi = \mu_a H$. 2. $\Phi = BS$. 3. $\Phi = \frac{B}{S}$. 4. $\Phi = \frac{S}{B}$

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный)
Формулировка «В проводнике, который при движении в магнитном поле пересекает магнитные линии, возбуждается ЭДС электромагнитной индукции» описывает …	1. Закон полного тока. 2. Закон Ампера. 3. Закон электромагнитной индукции. 4. Принцип Ленца
Формулировка «На всякий проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует электромагнитная сила» описывает …	1. Закон полного тока. 2. Закон Ампера. 3. Закон электромагнитной индукции. 4. Принцип Ленца

Приложение 2

Перечень рекомендуемых тем рефератов и проектов

1. Аварийные режимы в электрических цепях.
2. Асинхронные трехфазные двигатели и их применение.
3. Атомные электрические станции и их техногенная опасность.
4. Виды биполярных транзисторов и их практическое применение.
5. Виды и области использования магнитоэлектрических преобразователей.
6. Виды и характеристики электродвигателей постоянного тока.
7. Виды нелинейных элементов и их характеристики.
8. Виды полевых транзисторов и их практическое применение.
9. Влияние электромагнитных полей на человека.
10. Генераторы электрических напряжений.
11. Гидроэлектростанции и их техногенная опасность.
12. Измерение неэлектрических величин электрическими методами.
13. История развития электротехники в лицах.
14. Как запасти электрическую энергию?
15. Кинетическая гидроэнергетика.
16. Лампы накаливания: как получили свет?
17. Магнитные явления, применяемые в практических приборах.
18. Машины постоянного тока.
19. Механизмы воздействия электрического тока на человека.
20. Микроэлектроника вчера и сегодня.
21. Отечественные ученые, внесшие вклад в развитие электротехники.
22. Пожароопасные свойства электрического тока.
23. Постоянные магниты и их применение.
24. Практическое применение трехфазных цепей в системах электроснабжения.
25. Применение интегральных микросхем в современной технике.
26. Принцип действия и применение электростатического вольтметра.
27. Причины и источники появления статического электричества.
28. Программируемые устройства. Микропроцессоры.
29. Развитие электроники: исторический аспект.
30. Резонансы тока и напряжения: практический аспект.
31. Сверхпроводимость: как ее достичь?
32. Синхронные трехфазные генераторы и их применение.
33. Современные проблемы энергетики.
34. Современные проводниковые (изолирующие, магнитные) материалы и области их использования.
35. Солнечная энергия на службе у человека.
36. Специальные трансформаторы.
37. Статическое электричество и полимеры.
38. Тепловые электрические станции и их техногенная опасность.

39. Технологии производства полупроводниковых приборов.
40. Типы и конструкции конденсаторов.
41. Типы и характеристики полупроводниковых приборов.
42. Фотоэлектрические приборы.
43. Характеристики и применения датчиков Холла.
44. Характеристики магнитных материалов и области их использования.
45. Электрическая альтернатива бензину: литий-ионные батареи.
46. Электрические генераторы постоянного тока и их применение.
47. Электрические машины и их практическое использование в пожарно-спасательной технике.
48. Электромагнитные волны: наши друзья или враги?
49. Электронно-ионные приборы.
50. Электронно-лучевая трубка: от телевизора до самолета.
51. Электронные аналоговые и цифровые измерительные приборы.
52. Электронные помощники человека.
53. Электростатическое электричество и его пожароопасные свойства.
54. Электротехнические материалы.

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

Электротехника и электроника

Методические рекомендации по изучению дисциплины

Специальность 20.02.05
Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях

Екатеринбург
2021 г.

Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: методические рекомендации по изучению дисциплины. Специальность 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях / сост. А.В. Борисенко, А.А. Сушкевич – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 30 с.

Составители:

Борисенко А.В., к.ф.-м.н., доцент кафедры физико-технических основ безопасности ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России.

Сушкевич А.А., к.т.н., заведующий кафедрой физико-технических основ безопасности ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России.

Методические рекомендации предназначены для обучающихся в Уральском институте ГПС МЧС России по специальности 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях. Приведены общие методические указания по изучению дисциплины «Электротехника и электроника».

© ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. Характеристика дисциплины «Электротехника и электроника» …. 3
2. Методические подходы к изучению дисциплины 14
3. Методические рекомендации по изучению тем дисциплины «Электротехника и электроника»…… 17
3.1. Тема 1. Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи.. 17
3.2. Тема 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока.. 18
3.3. Тема 3. Трансформаторы ……. 19
3.4. Тема 4. Электрические машины ……. 20
3.5. Тема 5. Элементная база электроники …… 21
3.6. Тема 6. Основы аналоговой и цифровой электроники ..……... 21
4. Методические указания по подготовке к зачету ……..…. 22
Приложение 1 …… 25
Приложение 2 ……..…….. 28
Литература ……. 30

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

Электротехническая подготовка является одним из неотъемлемых аспектов профессионального образования специалистов. Дисциплина раскрывает законы и методы электрических и магнитных явлений для преобразования энергии, получения веществ, обработки материалов, передачи информации. Специалисты в области приема и обработки экстренных вызовов используют в своей профессиональной деятельности различные электротехнические и электронные устройства, многие из которых составляют основу функционирования техники и автоматики. Отрицательные проявления свойств электрической энергии зачастую являются причиной возникновения чрезвычайных ситуаций. В связи с вышеизложенным дисциплина «Электротехника и электроника» играет важную роль в профессиональной подготовке будущих специалистов в области приема и обработки экстренных вызовов.

Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины «Электротехника и электроника» 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 в области электротехники и электроники в такой степени, чтобы грамотно выбирать и применять необходимые электротехнические и электронные приборы и устройства.

Для достижения данных 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.

Формируемые компетенции:

ОК-1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам;

ОК-2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК-3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК-4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК-5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК-6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения;

ОК-7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК-8. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;

ОК-9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК-10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;

ОК-11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

Междисциплинарные связи с обеспечивающими(предыдущими) дисциплинами

Базовыми для освоения дисциплины «Электроника и электротехника» являются знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения:

– математики (темы: Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии. Дифференциальные исчисления функции одной переменной. Теория функции комплексного переменного. Интегральные исчисления функции одной переменной. Обыкновенные дифференциальные уравнения);

– информатики: простейшие навыки работы на компьютере и в сети

Интернет, умение использовать прикладное программное обеспечение, в частности: пакеты универсальных математических программ, текстовый и табличный редакторы, редактор формул;

– информационных технологий в профессиональной деятельности: умение интегрировать знания возможностей программного обеспечения с применением в вопросах профессиональной деятельности.

Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми(последующими) дисциплинами

Результаты освоения дисциплины положены в основу изучения таких курсов, как:

- Системы связи и оповещения;
- Автоматизированные системы управления и связь;
- Технические средства приема и обработки вызовов.

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– основные законы электротехники, области их практического применения, границы применимости;

– физические основы процессов, протекающих в электрических и магнитных цепях, электронных приборах;

– методы анализа электрических и магнитных цепей, в том числе с использованием ПЭВМ;

– электротехническую терминологию и символику, правила чтения и составления электрических и электронных схем;

– назначение, область применения и принципы функционирования электрических машин, цепей и электронных схем;

– методы расчета параметров и выбора основных электротехнических и электронных устройств;

– электротехническую терминологию и символику, правила чтения и составления электрических и электронных схем;

– особенности экспериментального определения основных электрических величин и характеристик типовых электротехнических, электронных приборов и устройств, в том числе с использованием ПЭВМ;

– правила техники безопасности при работе с электротехническими и электронными устройствами;

уметь:

– анализировать, описывать и объяснять явления и процессы, происходящие в электрических и магнитных цепях, электротехнических и электронных устройствах;

– анализировать научную, нормативную, патентную информацию

по обеспечению безопасности в процессе выбора, монтажа и эксплуатации электротехнических и электронных устройств;

– 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 назначение, устройством, применением и принципами функционирования электрических машин, цепей и электронных схем;

– применять основные методы расчета электрических цепей постоянного и синусоидального переменного тока;

– определять параметры и характеристики типовых электротехнических, электронных приборов и устройств;

– применять для измерений электрических величин разнообразные электроизмерительные приборы;

– 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 электротехнике и электронике.

Виды учебной работы при изучении дисциплины

Общее количество часов, отводимых на изучение дисциплины – 66 ч, из них 58 ч – контактная работа с преподавателем, 8 ч– самостоятельная работа. Тематический план дисциплины включает 6 тем.

Таблица 1.1

Тематический план

№ темы п/п	Наименование тем
1	Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи
2	Линейные электрические цепи синусоидального тока
3	Трансформаторы
4	Электрические машины
5	Элементная база электроники
6	Основы аналоговой и цифровой электроники
	Итоговый контроль – зачет

Таблица 1.2

Виды и количество аудиторных занятий и форм контроля

Период	Виды аудиторных занятий, кол-во			Формы контроля, кол-во
	Лекции	ЛР	Практические занятия	Зачет
семестр	**24**	**16**	**16**	**1 (4 ч.)**

Примечание: ЛР – лабораторная работа.

Таблица 1.3

Виды внеаудиторной работы и ее трудоемкость

Виды внеаудиторной работы	Трудоемкость самостоятельной работы, ч
Самоподготовка (самостоятельное изучение вопросов дисциплины, проработка и повторение лекционного материала, учебного материала учебников и учебных пособий, выполнение заданий)	8
Выполнение проекта или реферата	
Подготовка к аудиторным занятиям (подготовка к лабораторным и практическим занятиям, тестированию, зачету)	

В ходе изучения курса необходимо освоить не только теоретический материал, но и научиться решать разнообразные электротехнические задачи аналитическим и экспериментальным методами. Овладение данными методами осуществляется посредством решения задач, выполнением лабораторных работ, решением тестов.

В ходе изучения дисциплины обучаемым предстоит выполнить:

Лабораторные работы

ЛР№1: Исследование однофазных цепей переменного тока с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов. Резонанс напряжений и токов;

ЛР№2: Исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» и «треугольник»;

ЛР№3: Исследование режимов работы однофазного трансформатора;

ЛР№4: Исследование работы трехфазного асинхронного электродвигателя.

Тестирование

Входной контроль по теме: «Электромагнетизм» из курса физики.

Тест №1: Электрические цепи постоянного тока.

Тест №2: Магнитные цепи.

Тест №3: Линейные электрические цепи синусоидального тока.

Тест №4: Трехфазные цепи.

Тест №5: Электрические машины и трансформаторы.

Тест №6: Элементная база электроники.

Итоговый контроль

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в виде зачета. На зачет отводится 4 аудиторных часа. Зачет проходит в форме тестирования по всему курсу либо ответа на 2 теоретические вопроса и решение задачи. Билет в виде теста содержит 24 тестовых задания, в котором задания по темам распределены следующим образом:

1 блок: 10 вопросов – по теме «Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи

2 блок: 6 вопросов по теме «Линейные электрические цепи синусоидального тока», из них 4 – по теме «Однофазные цепи», 2 – по теме «Трехфазные цепи»;

3 блок: 2 вопроса по теме «Трансформаторы»;

4 блок: 2 вопроса по теме «Электрические машины»;

5 блок: 2 вопроса по теме «Элементная база электроники»;

6 блок: 2 вопроса по теме «Основы аналоговой и цифровой электроники».

Для подготовки к зачету необходимо повторить решение тестовых заданий, рекомендованных преподавателем в течение изучения курса, теоретический материал по следующим вопросам.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

ТЕМА 1. Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи

1. Понятие электрической цепи. Элементы электрической цепи и их назначение. Электрическая энергия, ее особенности.
2. Условные графические обозначения элементов электрической цепи, применяемые на схемах замещения.
3. Активные и пассивные элементы электрической цепи. Режимы работы источников тока и ЭДС.
4. Линейные и нелинейные элементы электрической цепи, их ВАХ.
5. Классификация электрических цепей (по роду тока, содержанию элементов, конфигурации). Топологические понятия электрической цепи (ветвь, узел, контур).
6. Законы электрических цепей: закон Ома для участка и всей цепи, законы Кирхгофа. Работа и мощность электрической цепи постоянного тока. Положительные и отрицательные тепловые проявления электрического тока (закон Джоуля-Ленца).
7. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом узловых и контурных уравнений (на основе применения законов Кирхгофа).
8. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом эквивалентных преобразований (преобразование последовательного, параллельного, смешанного типа соединений приемников, преобразования иззвезды в треугольник и наоборот).

9. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом контурных токов.

10. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом узлового напряжения.

11. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом наложения.

12. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока с последовательным соединением элементов графоаналитическим методом.

13. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока с параллельным соединением элементов графоаналитическим методом.

14. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением элементов графоаналитическим методом.

15. Измерение силы тока, напряжения, сопротивления, мощности, электроэнергии в цепях постоянного тока.

16. Понятие магнитной цепи. Классификация магнитных цепей (по структуре, конфигурации).

17. Величины, определяемые в результате расчета магнитной цепи (магнитная индукция, напряженность магнитного поля, магнитный поток, магнитная проницаемость, магнитодвижущая сила, магнитное сопротивление, магнитное напряжение).

18. Законы, действующие в магнитных цепях (электромагнитной индукции, Ампера, полного тока, Ома, Кирхгофа).

19. Принцип Ленца. Индуктивность цепи. Самоиндукция. Взаимоиндукция.

20. Назначение магнитопровода. Свойства ферромагнитных материалов, используемых для изготовления магнитопроводов электромагнитных устройств (кривая намагничивания, циклическое перемагничивание ферромагнитных материалов (петля гистерезиса)).

21. Токи Фуко или вихревые токи. Потери на гистерезис и вихревые токи, способы их уменьшения.

22. Расчет магнитных цепей с постоянными магнитными потоками (прямая и обратная задачи).

ТЕМА 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока

23. Получение переменного тока. Принцип действия простейшего однофазного генератора синусоидальной ЭДС.

24. Основные параметры, характеризующие синусоидальную величину (мгновенное, амплитудное, действующее значения, период, угловая и циклическая частоты). Понятие начальной фазы синусоидальной величины. Сдвиг фаз.

25. Коэффициент мощности, его технико-экономическое значение и способы повышения.

26. Анализ идеальных цепей однофазного синусоидального тока (с активным, индуктивным и емкостным сопротивлением). Векторные

диаграммы тока и напряжения.

27. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с последовательным соединением активного и индуктивного сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники сопротивлений и мощностей.

28. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с последовательным соединением активного и емкостного сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники сопротивлений и мощностей.

29. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с последовательным соединением активного, индуктивного и емкостного сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники сопротивленийи мощностей.

30. Резонанс напряжений. Условия возникновения, признаки и область применения. Векторная диаграмма тока и напряжений.

31. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с параллельным соединением сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники проводимостей и мощностей.

32. Резонанс токов. Условия возникновения, признаки и область применения. Векторная диаграмма напряжения и токов.

33. Расчет магнитных цепей с переменными магнитными потоками.

34. Получение трехфазного переменного тока. Трехфазная система ЭДС. График мгновенных значений и векторная диаграмма трехфазных ЭДС.

35. Способы соединения фаз генератора и приемника в трехфазных электрических цепях.

36. Трехфазные электрические цепи с соединением фаз приемника «звездой». Соотношения фазных и линейных токов и напряжений, векторная диаграмма токов и напряжений.

37. Трехфазная электрическая цепь с соединением фаз приемника «треугольником». Соотношения фазных и линейных токов и напряжений, векторная диаграмма токов и напряжений.

38. Условия симметричного и несимметричного режимов работы трехфазной электрической цепи. Назначение нейтрального провода. Векторная диаграмма напряжений при несимметричном режиме работе приемников, соединенных по схеме «звезда без нейтрального провода».

39. Измерение силы тока, напряжения, мощности, электроэнергии в цепях переменного тока.

ТЕМА 3. Трансформаторы

40. Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Коэффициент трансформации. Трансформаторная ЭДС.

41. Классификация трансформаторов. Условные обозначения

трансформаторов на принципиальных схемах. Паспортные данные трансформаторов.

42. Схемы замещения трансформатора, определение их параметров.

43. Режимы работы трансформатора (холостого хода, короткого замыкания, рабочий режим). КПД и мощность потерь в трансформаторе. Зависимость КПД трансформатора от нагрузки. Внешняя характеристика трансформатора.

44. Трехфазный силовой трансформатор: устройство и принцип действия. Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора. Пожаровзрывоопасные свойства трансформаторов.

45. Устройство, принцип действия и основные характеристики специальных трансформаторов (измерительные, сварочный, автотрансформатор).

ТЕМА 4. Электрические машины

46. Асинхронные машины. Возбуждение вращающегося магнитного поля трехфазной симметричной системой токов.

47. Назначение и области применения асинхронных машин, их достоинства и недостатки. Применение в установках противопожарной защиты.

48. Устройство трехфазной асинхронной машины с короткозамкнутым и фазным ротором.

49. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронной машины.

50. Параметры асинхронного двигателя: скольжение, ЭДС, индуцируемые в обмотках статора и ротора, частота вращения ротора, номинальный ток, ток ротора, электромагнитный момент.

51. Зависимость электромагнитного момента двигателя от скольжения и напряжения сети. Механическая характеристика асинхронного двигателя.

52. Потери энергии в двигателе. КПД и коэффициент мощности асинхронного двигателя.

53. Способы пуска асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя.

54. Синхронные машины: назначение и области применения.

55. Типы синхронных машин и их устройство. Способы возбуждения синхронных машин. Достоинства и недостатки синхронных машин. Применение в пожарной технике.

56. Режимы работы синхронной машины (принцип работы генератора и двигателя). Потери мощности и КПД синхронных машин.

57. Способы пуска синхронных двигателей.

58. Характеристики синхронного генератора и синхронного двигателя.

59. Устройство машины постоянного тока. Способы возбуждения. Области применения машин постоянного тока, их достоинства и

недостатки.

60. Режимы работы машин постоянного тока (принцип работы генератора и двигателя). Потери мощности и КПД машин постоянного тока.

61. Особенности пуска электродвигателей постоянного тока. Способы регулирования частоты вращения якоря.

62. Характеристики генераторов и двигателей постоянного тока в зависимости от схемы возбуждения.

63. Коммутация в машинах постоянного тока.

64. Обобщенная функциональная схема привода. Назначение электромеханического привода. Номинальные режимы работы электропривода.Основные типы рабочих механизмов.

65. Методика выбора мощности электродвигателей при продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.

66. Выбор типа и вида электродвигателей для электропривода.

ТЕМА 5. Элементная база электроники

67. Устройство и принцип действия электровакуумных и газоразрядных ламп. Область применения в электронных устройствах.

68. Устройство и принцип действия выпрямительного диода, его характеристики.

69. Назначение, область применения и принцип действия стабилитрона, варикапа, фотодиода, светодиода.

70. Биполярные транзисторы: устройство, принцип работы, режимы работы, схемы включения, коэффициенты усиления. Область применения.

71. Устройство и принцип действия полевых транзисторов (с управляющим *p-n* и с изолированным затвором). Область применения.

72. Тиристоры: разновидности, схемы, режимы работы.

ТЕМА 6. Основы аналоговой и цифровой электроники

73. Источники вторичного электропитания. Схемы и принцип действия выпрямителей (однополупериодного, двухполупериодного, трехфазного, выпрямителя на тиристоре). Внешние характеристики выпрямителей.

74. Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения и тока и его стабилизация. Инверторы.

75. Электронные усилители: классификация, основные параметры, классы усиления. Основные технические характеристики усилителей. Амплитудно-частотные характеристики усилителей.

76. Принцип работы усилителей низких частот. Графический анализ работы схемы с общим эмиттером.

77. Электронные генераторы: классификация, назначение, область применения.

78. Принцип действия генератора типов LC и RC, ГЛИН.

79. Принцип работы логических элементов И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Область применения.

80. Виды триггеров, принцип их работы.

81. Логические автоматы с памятью и без памяти.

82. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.

Примерный перечень задач, выносимых на зачет:

1. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока с одним источником ЭДС.

2. Расчет сложных линейных электрических цепей постоянного тока.

3. Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока графо-аналитическим методом.

4. Расчет магнитных цепей.

5. Расчет электрических цепей однофазного синусоидального тока.

6. Расчет трехфазных цепей.

7. Расчет параметров трансформаторов.

8. Расчет параметров электрических машин.

9. Расчет параметров полупроводниковых устройств.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Электротехника и электроника» базируется на знаниях, полученных в ходе освоения физики. Изложение отдельных вопросов как в учебной литературе по дисциплине, так и на лекционных занятиях предполагает хорошее знание учебного материала по теме «Электричество и магнетизм». Поэтому перед началом изучения данной дисциплины важно восстановить в памяти основные понятия, определения, законы и формулы, относящиеся к этой области знаний. В случае непонимания отдельных вопросов, особенно в начале изучения электроники и электротехники, следует не просто запоминать те или иные положения, а разобраться в них, обращаясь к учебникам по базовым дисциплинам. В том случае, когда и это не приводит к нужному результату, необходимо обратиться за консультацией к преподавателям. Проверка уровня сформированности знаний по теме «Электричество и магнетизм» из курса физики осуществляется на первом практическом занятии в виде тестирования (прил. 1).

Перед изучением курса необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, графиком ее прохождения, контрольными мероприятиями.

Изучение дисциплины осуществляется на лекционных, лабораторных и практических 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 занятиям необходимо самостоятельно проработать вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение посредством работы над научной, учебной и учебно-методической литературой, электронным учебным пособием, базами данных и Интернет-ресурсами. Уровень сформированности знаний по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение, осуществляется на практическом занятии, посвященном контролю самостоятельной работы, в виде тестирования. Самостоятельная работа должна иметь систематический характер.

Также самостоятельная работа обучающихся предполагает подготовку к лабораторной работе, оформление результатов ее проведения; подготовку к олимпиадам, научно-практическим и учебным конференциям; выполнение проектов и рефератов; подготовку к тестированию, зачету.

Таким образом, при изучении отдельных тем дисциплины, в том числе и самостоятельно, рекомендуется тщательная проработка соответствующей темы по рекомендованной литературе и Интернет-ресурсам.

Необходимо систематически конспектировать основные определения, формулы, а также воспроизводить рисунки; здесь же необходимо отмечать неясные вопросы, чтобы выяснить их затем с помощью дополнительной литературы или у преподавателя. 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, т.к. вопросы по электротехнике и электронике вынесены на ежегодный Интернет-экзамен.

После изучения теории предполагается обязательное решение задач и тестовых заданий из рекомендованных сборников задач или контрольных материалов.

В процессе изучения дисциплины целесообразно выполнить проект или реферат (прил. 2).

Метод проектов – это способ достижения целей обучения через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться практическим результатом, оформленным тем или иным способом. Проект может быть информационным или практико-ориентированным.

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 может быть выполнен индивидуально, так и в составе группы.

Тематика проектов

1. Профессиональный проект – исследовать применение электротехнических и электронных устройств в профессиональной деятельности специалистов приема и обработки экстренных вызовов, в современной технике, отрицательные проявления электрических и магнитных явлений, способы их устранения.

2. Исторический проект – исследовать историю развития электротехники и электроники в России и за рубежом.

3. Методический проект – разработать по любой из тем дисциплины учебно-методические или контрольные материалы (тесты, кроссворды, мини-лекции).

4. Информационный проект – разработать по любой из тем дисциплины электронный ресурс (компьютерный тест, анимационное сопровождение учебного материала, раздел электронного учебника, учебный видеофильм, минивидеолекцию).

Более подробно методические указания по самостоятельному изуче-

нию каждой темы дисциплины приведены в методических рекомендациях по самостоятельному изучению дисциплины «Электротехника и электроника», методические указания по подготовке к зачету приведены в методических рекомендациях по подготовке к зачету по дисциплине «Электротехника и электроника», методические рекомендации по подготовке и выполнению лабораторных работ приведены в лабораторном практикуме «Электротехника и электроника». С примерами оценочных средств можно ознакомиться в фондах оценочных средств. Все вышеуказанные материалы размещены в электронной информационно-образовательной среде института, библиотеке кафедры.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

3.1. Тема 1. Электрические цепи постоянного тока и магнитные цепи

Электрические цепи постоянного тока

Содержанием данной темы являются сведения по составлению эквивалентных электрических схем замещения реальных электротехнических устройств схемам замещения источников электрической энергии, основным элементам цепи.

Основной целью изучения темы является знакомство с основными параметрами электрических цепей, схемами замещения источников электрической энергии, изучение закономерностей перехода от реальной электрической цепи к расчетной электрической схеме, принципов формирования уравнения состояний электрической цепи. При изучении данной темы следует опираться на знания из курсов физики об электрическом поле, законах электрических цепей постоянного тока, параметрах электрических цепей, методах измерения в электрических цепях постоянного тока.

Также в ходе изучения темы осваиваются навыки расчета простой и сложной электрических цепей, применения наиболее рациональных методов расчета сложной электрической цепи, расчета электрических цепей методами наложения и эквивалентного генератора, расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока и количественных оценок этих процессов.

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

– знать классификацию электрических цепей, назначение элементов электрической цепи и их условные обозначения, параметры режимов работы электрической цепи и электротехнические законы, действующие в ней, положительные и отрицательные проявления электрического тока, его пожарную опасность, методы расчета простых и сложных линейных электрических цепей постоянного тока, нелинейных электрических цепей;

– уметь составлять схемы электрических цепей, производить эквивалентные преобразования электрических цепей постоянного тока с одним и несколькими источниками электродвижущей силы (ЭДС), определять параметры линейных электрических цепей постоянного тока теоретическими (с помощью методов узловых и контурных уравнений, контурных токов, узлового напряжения, наложения токов) и экспериментальными методами.

При изучении данной темы на первом практическом занятии прово-

дится входной контроль уровня сформированности знаний по теме «Электричество и магнетизм» из курса физики. После изучения темы проводится контроль усвоения материала посредством тестирования по теме «Электрические цепи постоянного тока». Примеры тестовых заданий приведены в методических рекомендациях по подготовке к зачету. Примеры тестовых заданий для входного контроля приведены в прил. 1.

Магнитные цепи

Содержанием данной темы являются сведения по магнитным цепям, характеристикам и параметрам магнитных цепей, классификации, методам расчета простейших магнитных цепей.

Основными целями изучения являются: изучение аналогии между электрическими и магнитными цепями, составление расчетных соотношений в магнитных цепях, приобретение общих понятий по расчету неразветвленных и разветвленных симметричных и несимметричных магнитных цепей с постоянными и переменными магнитами.

При изучении следует опираться на знания из курса физики о магнитном поле прямого проводника, соленоида, магнитных свойствах вещества, постоянного магнита, ферромагнетиков.

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

– знать назначение и классификацию магнитных цепей, параметры, характеризующие магнитную цепь, законы, действующие в ней, особенности магнитных цепей с постоянной и переменной магнитодвижущей силой (МДС);

– уметь рассчитывать параметры магнитных цепей на основе применения соответствующих методов.

После изучения темы проводится контроль усвоения материала посредством тестирования по теме «Магнитные цепи». Примеры тестовых заданий приведены в методических рекомендациях по подготовке к зачету.

Основные типы занятия – лекция, практическое занятие.

3.2. Тема 2. Линейные электрические цеписинусоидального тока

Содержанием данной темы являются сведения по электрическим цепям синусоидального переменного тока, электрическим цепям с магнитосвязанными элементами, комплексному методу расчета электрических цепей переменного тока, трехфазным электрическим цепям.

Основными целями изучения данной темы являются: изучение электрических цепей переменного тока, основных параметров и соотношений в

этих цепях, физических процессов в электрических цепях с магнитосвязанными элементами, комплексного метода расчета электрических цепей переменного тока, трехфазных электрических цепей, их параметров, методов расчета.

При изучении данной темы следует опираться на знания из курса физики о действующих значениях величин, активного и реактивного сопротивлений, их зависимости от частоты, основных соотношениях между работой, мощностью и энергией, гармонических колебаниях в колебательном контуре, магнитном взаимодействии катушек с током; из курса высшей математики: о тригонометрических функциях, основных понятиях о векторных величинах, системе нелинейных уравнений, графическом методе их решения, методах измерения в электрических цепях переменного тока.

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

– знать способы получения однофазного и трехфазного переменного тока, назначение и классификацию электрических цепей синусоидального тока, их параметры, условия возникновения явления резонанса и переходных процессов в электрических цепях;

– уметь собирать линейные электрические цепи синусоидального тока с целью экспериментального определения их параметров, рассчитывать параметры электрических цепей синусоидального тока на основе символического метода, строить векторные диаграммы токов и напряжений при различных схемах соединения приемников электроэнергии и их характере, режимах работы электрических цепей синусоидального тока.

После изучения темы проводится контроль усвоения материала посредством тестирования по темам «Однофазные цепи» и «Трехфазные цепи». Примеры тестовых заданий приведены в методических рекомендациях по подготовке к зачету.

Закрепление материала по данной теме также проводится посредством выполнения лабораторных работ.

3.3. Тема 3. Трансформаторы

Содержанием данной темы являются сведения о назначении, устройстве, принципе действия, области применения трансформаторов; их основных параметрах и характеристиках.

Основными целями изучения данной темы являются: изучение назначения, устройства и принцип действия трансформатора, изучение принципа действия однофазного трансформатора, режимов холостого хода и короткого замыкания, нагрузки, усвоение понятия коэффициента полезного действия, параметров трансформаторов.

При изучении данной темы следует опираться на знания, полученные в ходе освоения тем «Магнитные цепи», «Линейные электрические цепи синусоидального тока», о законах, действующих в магнитных цепях, явлениях взаимоиндукции, самоиндукции, ферромагнитных материалах.

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

– знать назначение, устройство, принцип действия, область применения трансформаторов; их основные параметры и характеристики;

– уметь составлять схемы замещения трансформаторов, строить векторные диаграммы, внешнюю и рабочую характеристики трансформаторов, определять их основные параметры расчетным и экспериментальным методами.

Закрепление материала по данной теме также проводится посредством выполнения лабораторной работы.

3.4. Тема 4. Электрические машины

Содержанием данной темы являются сведения о назначении, устройстве, принципе действия, области применения синхронных и асинхронных машин, машин постоянного тока, электропривода; их основных параметрах и характеристиках.

Основными целями изучения данной темы являются: изучение назначения, устройства и принцип действия электрических машин, электропривода, изучение режимов работы, нагрузки, способов возбуждения, параметров, рассмотрение их пожарной опасности.

При изучении данной темы следует опираться на знания, полученные в ходе освоения тем «Магнитные цепи», «Линейные электрические цепи синусоидального тока», о законах, действующих в магнитных цепях, явлениях взаимоиндукции, самоиндукции, ферромагнитных материалах.

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

– знать назначение, устройство, принцип действия, области применения электрических машин постоянного и переменного тока, электропривода, их основные параметры и характеристики;

– уметь определять основные параметры электродвигателей расчетным и экспериментальным методами, строить основные характеристики, выбирать мощность, тип и вид электродвигателей для электропривода.

После изучения данной темы и темы «Трансформаторы» проводится контроль усвоения материала посредством тестирования по теме «Электрические машины и трансформаторы». Примеры тестовых заданий приведены в методических рекомендациях по подготовке к зачету.

3.5. Тема 5. Элементная база электроники

Содержанием данной темы являются сведения об ионных и полупроводниковых приборах.

Основными целями изучения темы являются: изучение современных полупроводниковых приборов, физических процессов, положенных в их основу, их принципов действия, основных параметров и характеристик, области применения.

При изучении данной темы следует опираться на знания из курса физики о процессах протеканиях электрического тока в газах, вакууме и полупроводниках, о термоэлектронной эмиссии, видах разрядов в газах, вспомнить сущность односторонней проводимости полупроводниковых диодов и принцип усиления тока транзисторами на основе электронно-дырочных переходов.

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

– знать классификацию, назначение, устройство, принцип действия, характеристики, области применения электровакуумных и полупроводниковых приборов и устройств;

– уметь определять параметры электронных приборов и устройств экспериментальными и расчетными методами, составлять электронные цепи; применять электронные устройства для электрических измерений.

3.6. Тема 6. Основы аналоговой и цифровой электроники

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы. В результате изучения данной темы обучающиеся должны:

– знать классификацию, назначение, устройство, принцип действия, характеристики, области применения и основы схемотехники цифровых устройств;

– уметь определять параметры электронных приборов и устройств экспериментальными и расчетными методами, составлять электронные цепи; применять электронные устройства для электрических измерений.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ

При подготовке к зачету необходимо актуализировать знания и умения по всем темам курса, обратиться к отчетам по лабораторным работам, проработать материал, изложенныйв контрольных материалах по электротехнике и электронике.

Критерии оценки зачета в виде тестирования:

Зачтено – правильно выполнено от 60 % до 100 % тестовых заданий.

Незачтено – правильно выполнено менее 60 % тестовых заданий.

Критерии оценки зачета в виде ответа на билет:

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.

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

Для подготовки к зачету следует использовать следующую литературу:

1. Основная литература:

1. Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники [Текст]: учеб. пособие / И.А. Данилов. М.: Высш. шк., 2008. 663 с.

2. Миловзоров, О.В., Панков, И.Г. Электроника [Текст]: учеб. для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. 2-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2006. 228 с.

3. Рекус, Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах с решениями [Текст]: учеб. пособие / Г.Г. Рекус. М.: Высш. шк., 2008. 343 с.

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: учеб пособие / И. М. Бондарь. - М.: ИКЦ "Март", 2003. 336 с.

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

4. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: Методические рекомендации по подготовке к зачету (специальность 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях) / Сост. Сушкевич А.А., Борисенко А.В., Курочкин А.Р. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 89 с.

5. Контобойцева, М.Г., Мансуров, Т.Х. Контрольные материалы по электротехнике и электронике: Часть 1. Электрические цепи постоянного тока. Электромагнетизм [Текст]: учеб. пособие / М.Г. Контобойцева, Т.Х. Мансуров. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012 171 с

6. Контобойцева, М.Г., Мансуров, Т.Х. Контрольные материалы по электротехнике и электронике: Часть 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока [Текст]: учеб. пособие / М.Г. Контобойцева, Т.Х. Мансуров. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014 188 с

7. Контобойцева М.Г., Мансуров Т.Х., Сафронова И.Г. Контрольные материалы по электротехнике и электронике: Часть 3. Электрические машины и трансформаторы [Текст]: учеб. пособие / М.Г. Контобойцева, Т.Х. Мансуров, И.Г. Сафронова. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014 184 с.

8. Алиев, И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию [Текст]: учеб. пособие для вузов / И.И. Алиев. 3-е изд. М.: Высш. шк., 2002. 255 с.

9. Данилов, И.А., Иванов, П.М. Общая электротехника с основами электроники: учеб пособие / И.А. Данилов, П.М. Иванов. М.: Высш. шк., 2005. 752 с.

10. Кацман, М.М. Электрические машины [Текст]: учеб. для учащихся электротехн. спец. техникумов / М.М. Кацман. 2-е изд., перераб и доп. М.: Высш. шк., 1990. 463 с.

11. Мыльников, М.Т. Общая электротехника и пожарная профилактика в электроустановках [Текст]: учеб. для пожарно-техн. училищ / М.Т. Мыльников. М.: Стройиздат, 1985. 311 с.

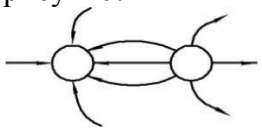
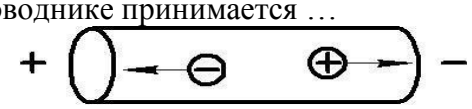
12. Щука, А.А. Электроника [Текст]: учеб. пособие / А.А. Щука. СПб: БХВ–Петербург, 2005. 800 с.

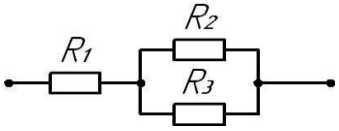
Для подготовки к экзамену следует использовать следующий перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. http://e.lanbook.com/search/result.php?in[]=1&media[]=2725&year_from=1&year_to=&vak=0&q=Электротехника [Электронный ресурс] (Издательство «Лань», электронно-библиотечная система, книги по электротехнике и электронике).
2. http://fn.bmstu.ru/ electro/new site/lectures/lec%201/konspect.htm (Электротехника и промышленная электроника: конспекты лекций, МГТУ им. Н.Э. Баумана) [Электронный ресурс].
3. http://www.shat.ru (Электронные учебные материалы по электротехнике, МАНиГ) [Электронный ресурс].
4. http://toe.stf.mrsu.ru/ (Общая электротехника и электроника: электронный учебник, Мордовский государственный университет) [Электронный ресурс].
5. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=45110 (Тесты и контрольные вопросы по электротехнике и электронике, ДВГТУ) [Электронный ресурс].
6. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40524 (Электрические машины: лекции и примеры решения задач) [Электронный ресурс].
7. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470 (Электротехника и электроника: учебное пособие) [Электронный ресурс].
8. http://www.kodges.ru/ (тексты книг по электротехническим дисциплинам в формате .pdf) [Электронный ресурс].
9. http://www.electrolibrary.info (электронная электротехническая библиотека) [Электронный ресурс].
10. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. В. Шнайдер, А. В. Вдовин. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2010. – 57 с. – Режим доступа : Интранет: elib.mchs.ru (ip-адрес: http://10.46.0.45)
11. Контрольные материалы по электротехнике и электронике. Ч. 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока [Электронный ресурс]: учеб. пособ. / М. Г. Контобойцева, Т. Х. Мансуров. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2013. – 189 с. – Режим доступа : Интранет: elib.mchs.ru (ip-адрес: http://10.46.0.45)
12. Контрольные материалы по электротехнике и электронике [Электронный ресурс]: учеб. пособие в 3-х ч. Ч. 3. Электротехнические машины и трансформаторы / М. Г. Контобойцева, Т. Х. Мансуров, И. Г. Сафронова. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014. – 184 с. – Режим доступа : Интранет: elib.mchs.ru (ip-адрес: http://10.46.0.45)

Приложение 1

Примеры тестовых заданий для входного контроля по теме «Электричество и магнетизм» из курса «Физика»

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный)
Электрическое поле каких зарядов изображено на рисунке? 	1.Двух одноименных зарядов. 2.Двух разноименных зарядов. 3.Для ответа недостаточно данных
Разность потенциалов двух точек электрического поля называется …	1.Электрическим напряжением. 2.Напряженностью электрического поля. 3.Электрическим смещением. 4.Энергией электрического поля
Электрический ток – это …	1. Ток, значение которого не изменяется во времени. 2. Ток, который периодически меняет свое направление и значение. 3. Упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц под действием электрическогополя. 4.Количество электричества, проходящего через поперечное сечение проводника в единицу времени.
За направление электрического тока в проводнике принимается … 	1.Направление движения отрицательных зарядов (электронов). 2.Направление движения положительных зарядов (ионов). 3.Направление движения атомов. 4.Направление движения молекул
Сила постоянного тока определяется по формуле …	1. $I = \frac{Q}{t}$. 2. $I = \frac{U}{t}$. 3. $I = Qt$. 4. $I = Ut$.
Совокупность всех препятствий, которое встречает направленное движение заряженных частиц по проводнику, называется …	1. Электрическим смещением. 2. Электрическим сопротивлением. 3. Электродвижущей силой. 4. Работой электрического тока
Закон Ома для участка цепи соответствует выражению …	1. $I = \frac{U}{R}$. 2. $I = \frac{R}{U}$. 3. $I = UR$. 4. $I = \frac{E}{R + r_0}$.

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный)
Закон Ома для полной цепи соответствует выражению …	1. $I = \frac{U}{R}$. 2. $I = \frac{R}{U}$. 3. $I = UR$. 4. $I = \frac{E}{R + r_0}$.
Какое из приведенных выражений является неправильным для описания закона Джоуля-Ленца?	1. $Q = UIt$. 2. $Q = I^2Rt$. 3. $Q = \frac{U}{I}t$. 4. $Q = \frac{U^2}{R}$.
Сила тока измеряется в …	1. Амперах. 2. Вольтах. 3. Омах. 4. Ваттах.
Единица измерения потенциала φ …	1. Ампер. 2. Вольт. 3. Ом. 4. Сименс.
Электродвигатель включен в сеть напряжением 220 В и потребляет ток 10 А. Определите мощность электродвигателя	1. P=22 Вт. 2. P=0,045 Вт. 3. P=2200 Вт. 4. Для ответа недостаточно данных
Найдите эквивалентное сопротивление цепи, изображенной на рисунке, если $R_1=R_2=R_3=2$ Ом? 	1. Rэкв=3 Ом. 2. Rэкв=2,5 Ом. 3. Rэкв=0. 4. Rэкв=1 Ом
При описании магнитного поля используется величина…	1. напряженности магнитного поля H. 2. напряженность электрического поля E. 3. электрическое смещение D. 4. диэлектрическая постоянная ε_0
Магнитная индукция определяется по формуле …	1. $B = \mu_a H$. 2. $B = \frac{H}{\mu_a}$. 3. $B = \frac{\mu_a}{H}$. 4. $B = \mu_a \Phi$
Магнитный поток определяется по формуле …	1. $\Phi = \mu_a H$. 2. $\Phi = BS$. 3. $\Phi = \frac{B}{S}$. 4. $\Phi = \frac{S}{B}$

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный)
Формулировка «В проводнике, который при движении в магнитном поле пересекает магнитные линии, возбуждается ЭДС электромагнитной индукции» описывает …	1. Закон полного тока. 2. Закон Ампера. 3. Закон электромагнитной индукции. 4. Принцип Ленца
Формулировка «На всякий проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует электромагнитная сила» описывает …	1. Закон полного тока. 2. Закон Ампера. 3. Закон электромагнитной индукции. 4. Принцип Ленца

Приложение 2

Перечень рекомендуемых тем рефератов и проектов

1. Аварийные режимы в электрических цепях.
2. Асинхронные трехфазные двигатели и их применение.
3. Атомные электрические станции и их техногенная опасность.
4. Беспроводная передача энергии.
5. Виды биполярных транзисторов и их практическое применение.
6. Виды и области использования магнитоэлектрических преобразователей.
7. Виды и характеристики электродвигателей постоянного тока.
8. Виды нелинейных элементов и их характеристики.
9. Виды полевых транзисторов и их практическое применение.
10. Влияние электромагнитных полей на человека.
11. Генераторы электрических напряжений.
12. Гидроэлектростанции и их техногенная опасность.
13. Зарубежные ученые, внесшие вклад в развитие электротехники (Н. Тесла, Т. Эдисон, А. Ампер, М. Фарадей, Г.Ом, Дж. Генри и др.).
14. Измерение неэлектрических величин электрическими методами.
15. Интегральные микросхемы.
16. История развития электроники в лицах (Т.А. Эдисон, Б.Л. Розинг, О.Б. Лосев, Н.Ф. Алексеев, Шокли, Браттейн и Бардин и др.).
17. Как запасти электрическую энергию?
18. Кинетическая гидроэнергетика.
19. Лампы накаливания: как получили свет?
20. Современные источники света.
21. Магнитные явления, применяемые в практических приборах.
22. Машины постоянного тока.
23. Механизмы воздействия электрического тока на человека.
24. Микроэлектроника вчера и сегодня.
25. Модульная робототехника (электронная глина).
26. Отечественные ученые, внесшие вклад в развитие электротехники (В. Петров, Э. Ленц, Б. Якоби, П. Яблочков, М. Доливо-Добровольский и др.).
27. Петля Лофстрома.
28. Пожароопасные свойства электрического тока.
29. Пожарная опасность электрических машин и трансформаторов.
30. Практическое применение трехфазных цепей в системах электроснабжения.
31. Применение интегральных микросхем в современной технике.
32. Принцип действия и применение электростатического вольтметра.
33. Причины и источники появления статического электричества.
34. Программируемые устройства. Микропроцессоры.

35. Развитие электроники: исторический аспект.
36. Резонансы тока и напряжения: практический аспект.
37. Сверхпроводимость: как ее достичь?
38. Синхронные трехфазные генераторы и их применение.
39. Современные проблемы энергетики.
40. Современные проводниковые (изолирующие, магнитные) материалы и области их использования.
41. Солнечная энергия на службе у человека.
42. Специальные трансформаторы.
43. Статическое электричество и полимеры.
44. Тепловые электрические станции и их техногенная опасность.
45. Термоядерные реакторы.
46. Типы и конструкции конденсаторов.
47. Типы и характеристики полупроводниковых приборов.
48. Тушение пожаров с помощью электричества и магнетизма.
49. Умный дом.
50. Фотоэлектрические приборы и устройства.
51. Характеристики и применения датчиков Холла.
52. Характеристики магнитных материалов и области их использования.
53. Электрическая альтернатива бензину: литий-ионные батареи.
54. Электрические генераторы постоянного тока и их применение.
55. Электрические машины и их практическое использование в пожарно-спасательной технике.
56. Электрические ракетные двигатели.
57. Электромагнитные волны: наши друзья или враги?
58. Электромагнитное оружие.
59. Электронно-ионные приборы.
60. Электронно-лучевая трубка: от телевизора до самолета.
61. Электронные аналоговые и цифровые измерительные приборы.
62. Электронные помощники человека.
63. Электронные устройства и робототехника на службе МЧС.
64. Статическое электричество и его пожароопасные свойства.
65. Электротехнические материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники [Текст]: учеб. пособие / И.А. Данилов. М.: Высш. шк., 2008. 663 с.
2. Данилов, И.А., Иванов, П.М. Общая электротехника с основами электроники [Текст]: учеб пособие / И.А. Данилов, П.М. Иванов. М.: Высш. шк., 2005. 752 с.
3. Бобровников, Л.З. Электроника [Текст]: учеб. для вузов / Л.З. Бобровников. 5-е изд., перераб. и доп. СПб.: Питер, 2004. 560 с.
4. 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.
5. Миловзоров, О.В., Панков, И.Г. Электроника [Текст]: учеб. для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. 2-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2006. 228 с.
6. Рекус, Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах с решениями [Текст]: учеб. пособие / Г.Г. Рекус. М.: Высш. шк., 2008. 343 с.
7. Щука, А.А. Электроника [Текст]: учеб. пособие / А.А. Щука. СПб: БХВ–Петербург, 2005. 800 с.
8. Контобойцева, М.Г., Мансуров, Т.Х. Контрольные материалы по электротехнике и электронике: Часть 1. Электрические цепи постоянного тока. Электромагнетизм [Текст]: учеб. пособие / М.Г. Контобойцева, Т.Х. Мансуров. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. 171 с.
9. Контобойцева, М.Г., Мансуров, Т.Х. Контрольные материалы по электротехнике и электронике: Часть 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока [Текст]: учеб. пособие / М.Г. Контобойцева, Т.Х. Мансуров. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014. 188 с.
10. Контобойцева М.Г., Мансуров Т.Х., Сафронова И.Г. Контрольные материалы по электротехнике и электронике: Часть 3. Электрические машины и трансформаторы [Текст]: учеб. пособие / М.Г. Контобойцева, Т.Х. Мансуров, И.Г. Сафронова. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014. 184 с.
11. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: Методические рекомендации по подготовке к зачету (специальность 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях) / Сост. Сушкевич А.А., Борисенко А.В., Курочкин А.Р. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 89 с.
12. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: Методические рекомендации для организации самостоятельной работы по изучению дисциплины (специальность 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях) / Сост. Борисенко А.В., Сушкевич А.А. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 40 с.



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»

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Методические рекомендации

по подготовке к зачету

20.02.05 Организация оперативного (экстренного)

реагирования в чрезвычайных ситуациях

Квалификация: специалист по приему и обработке экстренных вызовов

Екатеринбург

2021

Электротехника и электроника [Текст]: методические рекомендации по подготовке к зачету. Специальность 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях. Квалификация: специалист по приему и обработке экстренных вызовов / сост. А. А. Сушкевич, А. В. Борисенко, А. Р. Курочкин, – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 89 с.

Составители:
Сушкевич А. А., заведующий кафедрой физико-технических основ безопаности Уральского института ГПС МЧС России, кандидат технических наук, доцент;

Борисенко А.В., доцент кафедры физико-технических основ безопаности Уральского института ГПС МЧС России, кандидат физико-математических наук;

Курочкин А.Р., старший преподаватель кафедры физико-технических основ безопаности Уральского института ГПС МЧС России, кандидат физико-математических наук.

Методические рекомендации по подготовке к зачету по дисциплине «Электротехника и электроника» предназначены для студентов, обучающихся по специальности 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях, квалификация: специалист по приему и обработке экстренных вызовов и составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях, согласно рабочей (учебной) программе дисциплины ««Электротехника и электроника»».

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физико-технических основ безопасности от 09.12.2021 г. протокол № 4.

© Сушкевич А. А., Борисенко А. В., Курочкин А. Р., 2021
© Уральский институт ГПС МЧС России», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие рекомендации по подготовке к зачету …… 3
2. Перечень теоретических вопросов, выносимых на зачет …… 6
3. Примеры типовых задач и тестовых заданий, выносимых на зачет …….. 21
Литература …….. 89

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ

Дисциплина «Электротехника и электроника» закладывает основы любого технического образования, так как в ходе ее изучения рассматриваются вопросы получения, преобразования и использования электроэнергии в практической деятельности человека. Отрицательные проявления свойств электрической энергии зачастую являются причиной возникнове-ния чрезвычайных ситуаций, поэтому данная дисциплина играет важную роль в профессиональной подготовке будущих специалистов в области организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуация.

В качестве формы итогового контроля по результатам освоения дисциплины «Электротехника и электроника» на дневной форме обучения по специальности 20.02.05 Организация оперативного (экстренного) реагирования в чрезвычайных ситуациях, квалификация: специалист по приему и обработке экстренных вызовов предусмотрен зачет.

Зачет является формой итогового контроля знаний и умений, полученных на лекциях, практических и лабораторных занятиях, в процессе самостоятельной работы.

В период подготовки к зачету обучающиеся должны вновь обратиться к пройденному учебному материалу. Подготовка к зачету включает в себя самостоятельную работу в течение семестра и подготовку к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах, в дни, предшествующие зачету. Литература, рекомендуемая для подготовки к зачету, приведена в данных методических рекомендациях в следующем разделе.

Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. Также следует использовать результаты выполнения лабораторных работ. Для более качественной подготовки необходимо проработать учебную литературу по дисциплине, имеющуюся в библиотеке как в печатном варианте, так и в электронном – в базах данных и интернет-ресурсах.

При подготовке к вопросам, выносимым на зачет, для обеспечения полноты ответа на вопрос и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на конкретный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки непосредственно перед зачетом за счет обращения не к литературе, а к своим записям. Работу над темой можно считать завершенной, если вы сможете ответить на все контрольные вопросы и дать определение понятий по изучаемой теме.

При подготовке необходимо выявлять наиболее сложные, дискуссионные вопросы, с тем, чтобы обсудить их с преподавателем на консультации.

В ходе подготовки к зачету обучающимся необходимо обратить внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем, умении использовать теоретический материал при решении практических задач.

При подготовке к зачету в качестве ориентира обучаемый может использовать перечень контрольных вопросов для самопроверки, приведенный в следующем разделе данных методических рекомендаций.

Зачет может проводиться в двух вариантах. Зачет проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал, либо в виде ответа на билет, содержащий два теоретических вопроса и задачу, либо в тестовой форме.

Рассмотрим первую форму зачета. Билет включает два теоретических вопроса по разным темам курса и практическое задание в виде типовой задачи по одной из тем дисциплины.

На подготовку к ответу по вопросам билета обучающемуся дается 40 минут с момента получения им билета. В качестве вспомогательных материалов при подготовке ответа на билет на зачете допускается использование миниплакатов по некоторым темам дисциплины (см. п. 2). Зачет проводится в традиционной форме собеседования, в процессе которого обучаемый отвечает на вопросы преподавателя и приводит решение задачи, представленной в билете. По окончании ответа зачета преподаватель может задать отвечающему дополнительные и уточняющие вопросы. Результаты зачета объявляются обучающемуся после окончания ответа в день сдачи.

Оценка знаний обучающихся опирается на строго объективные критерии, научно обоснованные педагогикой и обязательные для выполнения всех преподавателей. Среди таких критериев важнейшими являются принципы подхода к оценке. В наиболее общем виде эти принципы можно представить следующим образом:

– глубокие знания и понимание существа вопроса, но не всех его деталей, а лишь основных;

– степень сознательного и творческого усвоения изучаемых наук как базы личных убеждений и полезных обществу действий;

– понимание сущности науки, места каждой темы в общем курсе и её связи с предыдущими и последующими темами;

– выделение коренных проблем науки и умение правильно использовать это знание в самостоятельной научной деятельности или практической работе по специальности.

Рассмотрим форму зачета в виде решение билета, содержащего тесты. Билет в виде теста содержит 24 тестовых задания, в котором задания по темам распределены следующим образом:

1 блок: 6 вопросов – по теме «Электрические цепи постоянного тока»;

2 блок: 4 вопроса – по теме «Магнитные цепи»;

3 блок: 6 вопросов по теме «Линейные электрические цепи синусоидального тока», из них 4 – по теме «Однофазные цепи», 2 – по теме «Трехфазные цепи»;

4 блок: 1 вопрос по теме «Трансформаторы»;

5 блок: 3 вопроса по теме «Электрические машины»;

6 блок: 2 вопроса по теме «Элементная база электроники»;

7 блок: 2 вопроса по теме «Основы аналоговой и цифровой электроники».

Для подготовки к зачету необходимо повторить решение тестовых заданий, рекомендованных преподавателем в течение изучения курса.

Критерии оценок на зачете с использованием изложенной системы принципов могут выглядеть следующим образом:

«Зачет» - полный и правильный ответ на теоретические вопросы, успешное решение задач с необходимыми пояснениями, возможны несущественные ошибки в использовании терминологии и формул при решении задач. Допущенные ошибки при решении задач, исправлены после наводящих вопросов.

«Незачет» - ответы на теоретические вопросы констатируют незнание обучающимся тем, выносимых на проверку. Обучающийся не владеет умениями и навыками применения формул, алгоритмов и методик решения задач по дисциплине.

Критерии оценивания зачета, проводимого в тестовой форме:

«Зачет» – правильно выполнено тестовых заданий в диапазоне от 60 % до 100 % тестовых заданий, при этом по каждому из блоков должно быть выполнено не менее 50% заданий.

«Незачет» – правильно выполнено менее 60 % тестовых заданий.

2. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЗАЧЕТ

В данном разделе приведен примерный перечень теоретических вопросов, выносимых на зачет, обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения каждой темы дисциплины, список литературных источников, рекомендуемых для использования при подготовке вопросов.

РАЗДЕЛ №1. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ТЕМА 1. Электрические цепи постоянного тока

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы: в результате изучения данной темы обучающиеся должны знать классификацию электрических цепей, назначение элементов электрической цепи и их условные обозначения, параметры режимов работы электрической цепи и электротехнические законы, действующие в ней, положительные и отрицательные проявления электрического тока, его пожарную опасность, методы расчета простых и сложных линейных электрических цепей постоянного тока, нелинейных электрических цепей постоянного тока; уметь составлять схемы электрических цепей, производить эквивалентные преобразования электрических цепей постоянного тока с одним и несколькими источниками электродвижущей силы (ЭДС), определять параметры линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока.

Перечень вопросов для подготовки к зачету по данной теме:

1. Понятие электрической цепи. Элементы электрической цепи и их назначение. Электрическая энергия, ее особенности.

2. Условные графические обозначения элементов электрической цепи, применяемые на схемах замещения.

3. Активные и пассивные элементы электрической цепи. Режимы работы источников тока и ЭДС.

4. Линейные и нелинейные элементы электрической цепи, их ВАХ.

5. Классификация электрических цепей (по роду тока, содержанию элементов, конфигурации). Топологические понятия электрической цепи (ветвь, узел, контур).

6. Законы электрических цепей: закон Ома для участков и всей цепи, законы Кирхгофа. Работа и мощность электрической цепи постоянного тока. Положительные и отрицательные тепловые проявления электрического тока (закон Джоуля-Ленца).

7. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом узловых и контурных уравнений (на основе применения законов Кирхгофа).

8. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом эквивалентных преобразований (преобразование последовательного, параллельного, смешанного типа соединений приемников, преобразования из звезды в треугольник и наоборот).

9. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом контурных токов.

10. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом узлового напряжения.

11. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом наложения.

12. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока с последовательным соединением элементов графо-аналитическим методом.

13. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока с параллельным соединением элементов графо-аналитическим методом.

14. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением элементов графо-аналитическим методом.

15. Измерение силы тока, напряжения, сопротивления, мощности, электроэнергии в цепях постоянного тока.

Литература, рекомендуемая для подготовки вопросов по данной теме:

1.Контобойцева, М.Г., Мансуров, Т.Х. Контрольные материалы по электротехнике и электронике. Часть 1. Электрические цепи постоянного тока. Электромагнетизм. Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2013. С.33-107.

2. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника: учеб. для вузов. 9-е изд. М.: Академия, 2005. С. 4-34.

3. Рекус Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах с решениями: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 4-50.

4. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 50-75.

ТЕМА 2. Магнитные цепи

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы: в результате изучения данной темы обучающиеся должны знать назначение и классификацию магнитных цепей, параметры, характеризующие магнитную цепь, законы, действующие в ней, особенности магнитных цепей с постоянной и переменной магнитодвижущей силой (МДС), иметь представление об устройстве, принципе действия и области применения основных электромагнитных устройств постоянного и переменного тока, свойствах магнитных материалов, уметь рассчитывать параметры магнитных цепей на основе применения соответствующих методов.

Перечень вопросов для подготовки к зачету по данной теме:

1. Понятие магнитной цепи. Классификация магнитных цепей (по структуре, конфигурации).

2. Параметры магнитной цепи (магнитная индукция, напряженность магнитного поля, магнитный поток, магнитная проницаемость, магнитодвижущая сила, магнитное сопротивление, магнитное напряжение).

3. Законы, действующие в магнитных цепях (электромагнитной индукции, Ампера, полного тока, Ома, Кирхгофа).

4. Принцип Ленца. Индуктивность цепи. Самоиндукция. Взаимоиндукция.

5. Свойства магнитных материалов. Ферромагнетики. Кривая намагничивания, циклическое перемагничивание ферромагнитных материалов (петля гистерезиса).

6. Токи Фуко или вихревые токи. Потери на гистерезис и вихревые токи, способы их уменьшения.

7. Расчет магнитных цепей с постоянными магнитными потоками (прямая и обратная задачи).

8. Расчет магнитных цепей с переменными магнитными потоками.

Литература, рекомендуемая для подготовки вопросов по данной теме:

1.Контобойцева, М.Г., Мансуров, Т.Х. Контрольные материалы по электротехнике и электронике. Часть 1. Электрические цепи постоянного тока. Электромагнетизм. Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2013, С.128-168.

2. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника: учеб. для вузов. 9-е изд. М.: Академия, 2005. С. 165-192.

3. Рекус Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах с решениями: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 217-227.

4. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 25-49.

ТЕМА 3. Линейные электрические цепи синусоидального тока

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы: в результате изучения данной темы обучающиеся должны знать принципы получения однофазного и трехфазного переменного тока, назначение и классификацию электрических цепей синусоидального тока, их параметры, условия возникновения явления резонанса в электрических цепях, уметь собирать линейные электрические цепи синусоидального тока с целью экспериментального определения их параметров, рассчитывать параметры электрических цепей синусоидального тока на основе символического метода, строить векторные диаграммы

токов и напряжений при различных схемах соединения приемников электроэнергии и их характере, режимах работы электрических цепей синусоидального тока.

Перечень вопросов для подготовки к зачету по данной теме:

1. Получение переменного тока. Принцип действия простейшего однофазного генератора синусоидальной ЭДС.

2. Основные параметры, характеризующие синусоидальную величину (мгновенное, амплитудное, действующее значения, период, угловая и циклическая частоты). Понятие начальной фазы синусоидальной величины. Сдвиг фаз.

3. Коэффициент мощности, его технико-экономическое значение и способы повышения.

4. Анализ идеальных цепей однофазного синусоидального тока (с активным, индуктивным и емкостным сопротивлением). Векторные диаграммы тока и напряжения.

5. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с последовательным соединением активного и индуктивного сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники сопротивлений и мощностей.

6. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с последовательным соединением активного и емкостного сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники сопротивлений и мощностей.

7. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с последовательным соединением активного, индуктивного и емкостного сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники сопротивлений и мощностей.

8. Резонанс напряжений. Условия возникновения, признаки и область применения. Векторная диаграмма тока и напряжений.

9. Анализ цепи однофазного синусоидального тока с параллельным соединением сопротивлений. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники проводимостей и мощностей.

10. Резонанс токов. Условия возникновения, признаки и область применения. Векторная диаграмма напряжения и токов.

11. Получение трехфазного переменного тока. Трехфазная система ЭДС. График мгновенных значений и векторная диаграмма трехфазных ЭДС.

12. Способы соединения фаз генератора и приемника в трехфазных электрических цепях.

13. Трехфазные электрические цепи с соединением фаз приемника «звездой». Соотношения фазных и линейных токов и напряжений, векторная диаграмма токов и напряжений.

14. Трехфазная электрическая цепь с соединением фаз приемника «треугольником». Соотношения фазных и линейных токов и напряжений, векторная диаграмма токов и напряжений.

15. Условия симметричного и несимметричного режимов работы трехфазной электрической цепи. Назначение нейтрального провода. Векторная диаграмма напряжений при несимметричном режиме работе приемников, соединенных по схеме «звезда без нейтрального провода».

16. Измерение силы тока, напряжения, мощности, электроэнергии в цепях переменного тока.

Литература, рекомендуемая для подготовки вопросов по данной теме:

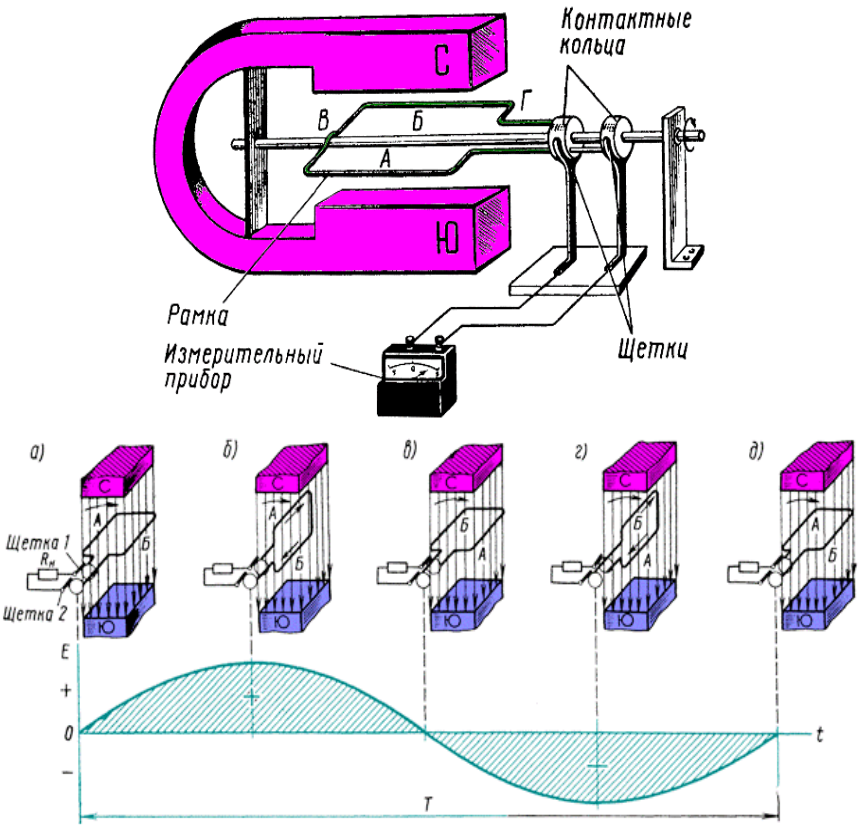
1. Контобойцева, М.Г., Мансуров, Т.Х. Контрольные материалы по электротехнике и электронике. Часть 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока. Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2013.

2. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника: учеб. для вузов. 9-е изд.. М.: Академия, 2005. С. 36-119, 129-155.

3. Рекус Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах с решениями: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 62-149, 173-203.

4. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 80-194.

Миниплакат по теме:



Принцип действия простейшего однофазного генератора

ТЕМА 4. Трансформаторы

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы: в результате изучения данной темы обучающиеся должны знать назначение, устройство, принцип действия, область применения трансформаторов, уметь составлять схемы замещения трансформаторов, определять их основные параметры расчетным и экспериментальным методами.

Перечень вопросов для подготовки к зачету по данной теме:

1. Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Коэффициент трансформации. Трансформаторная ЭДС.

2. Классификация трансформаторов. Условные обозначения трансформаторов на принципиальных схемах. Паспортные данные трансформаторов.

3. Схемы замещения трансформатора, определение их параметров.

4. Режимы работы трансформатора (холостого хода, короткого замыкания, рабочий режим). КПД и мощность потерь в трансформаторе.

5. Трехфазный силовой трансформатор: устройство и принцип действия. Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора. Пожаровзрывоопасные свойства трансформаторов.

Литература, рекомендуемая для подготовки вопросов по данной теме:

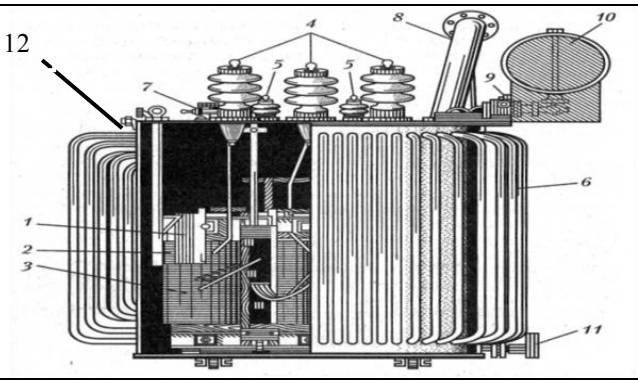
1.Контобойцева, М.Г., Мансуров, Т.Х. Контрольные материалы по электротехнике и электронике. Часть 3. Электрические машины и трансформаторы. Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2014.

2. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника: учеб. для вузов. 9-е изд. М.: Академия, 2005. С. 193-232.

3. Рекус Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах с решениями: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 228-249.

4. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 195-209.

Миниплакат по теме:



Устройство трехфазного силового трансформатора

ТЕМА 5. Электрические машины

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы: в результате изучения данной темы обучающиеся должны знать назначение, устройство, принцип действия, области применения электрических машин постоянного и переменного тока, электропривода, их основные параметры и характеристики, уметь определять их основные параметры расчетным и экспериментальным методами, строить основные характеристики, выбирать мощность, тип и вид электродвигателей для электропривода.

Перечень вопросов для подготовки к зачету по данной теме:

1. Асинхронные машины. Возбуждение вращающегося магнитного поля трехфазной симметричной системой токов.

2. Назначение и области применения асинхронных машин, их достоинства и недостатки.

3. Устройство трехфазной асинхронной машины с короткозамкнутым и фазным ротором.

4. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронной машины.

5. Параметры асинхронного двигателя: скольжение, ЭДС, индуцируемые в обмотках статора и ротора, частота вращения ротора, номинальный ток, ток ротора, электромагнитный момент.

6. Зависимость электромагнитного момента двигателя от скольжения и напряжения сети. Механическая характеристика асинхронного двигателя.

7. Способы пуска асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя.

8. Синхронные машины: назначение и области применения.

9. Типы синхронных машин и их устройство. Способы возбуждения синхронных машин. Достоинства и недостатки синхронных машин.

10. Режимы работы синхронной машины (принцип работы генератора и двигателя).

11. Способы пуска синхронных двигателей.

12. Характеристики синхронного генератора и синхронного двигателя.

13. Устройство машины постоянного тока. Способы возбуждения. Области применения машин постоянного тока, их достоинства и недостатки.

14. Режимы работы машин постоянного тока (принцип работы генератора и двигателя).

15. Особенности пуска электродвигателей постоянного тока. Способы регулирования частоты вращения якоря.

16. Характеристики генераторов и двигателей постоянного тока в зависимости от схемы возбуждения.

17.Коммутация в машинах постоянного тока, ее пожароопасность.

18.Обобщенная функциональная схема привода. Назначение электромеханического привода. Номинальные режимы работы электропривода. Основные типы рабочих механизмов.

19.Методика выбора мощности электродвигателей при продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.

20.Выбор типа и вида электродвигателей для электропривода.

Литература, рекомендуемая для подготовки вопросов по данной теме:

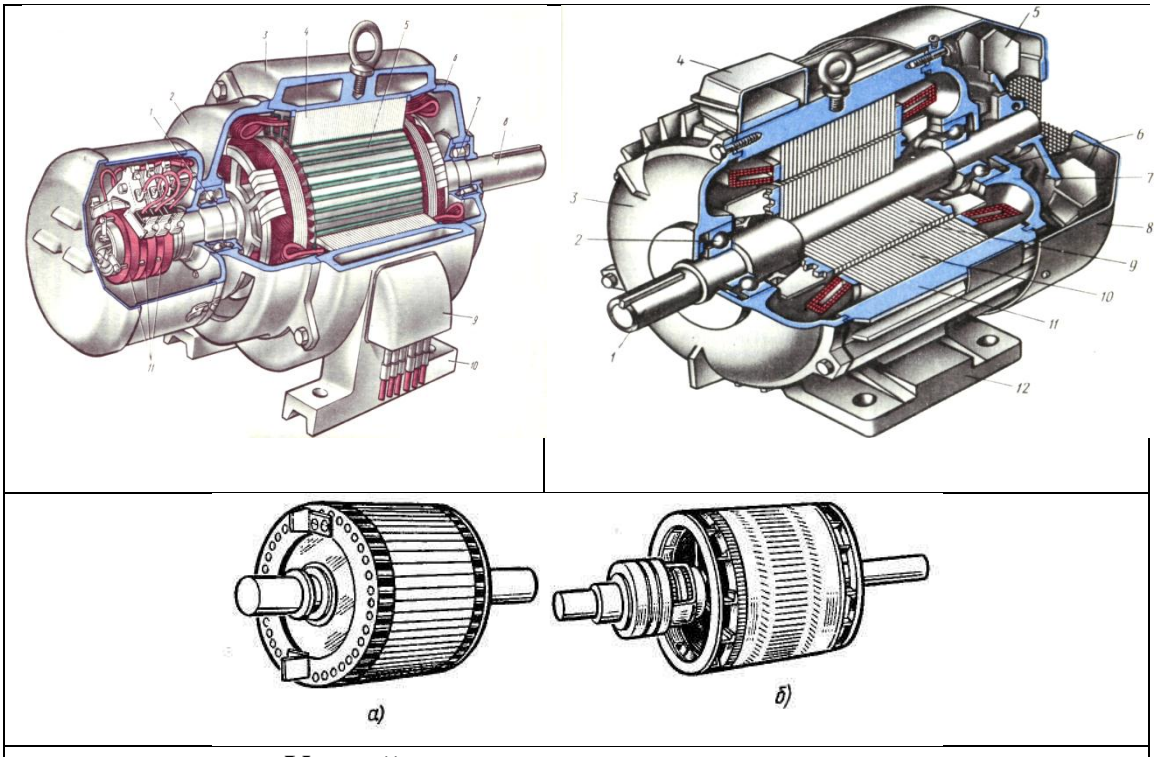
1.Контобойцева, М.Г., Мансуров, Т.Х. Контрольные материалы по электротехнике и электронике. Часть 3. Электрические машины и трансформаторы. Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2014.

2. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника: учеб. для вузов. 9-е изд.. М.: Академия, 2005. С. 371-482.

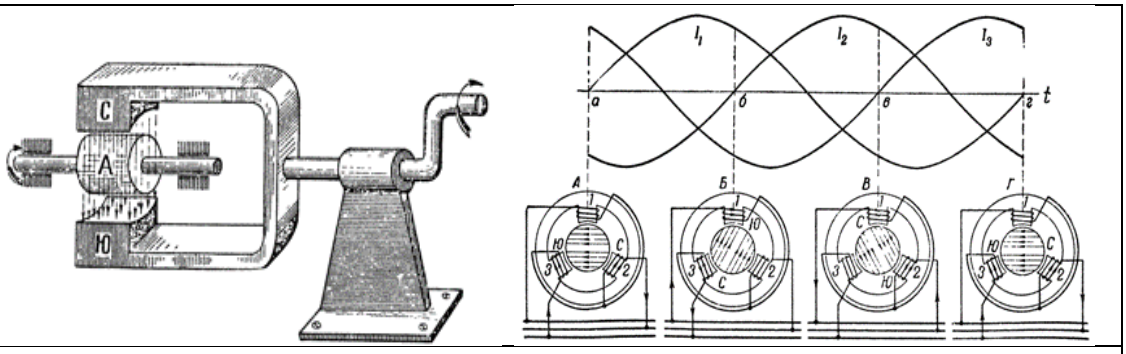
3. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: учеб. пособие / И.А. Данилов. М.: Высш. шк., 2008. С. 210-277.

4. Рекус Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах с решениями: учеб. пособие / Г.Г. Рекус. М.: Высш. шк., 2008. С. 250-299.

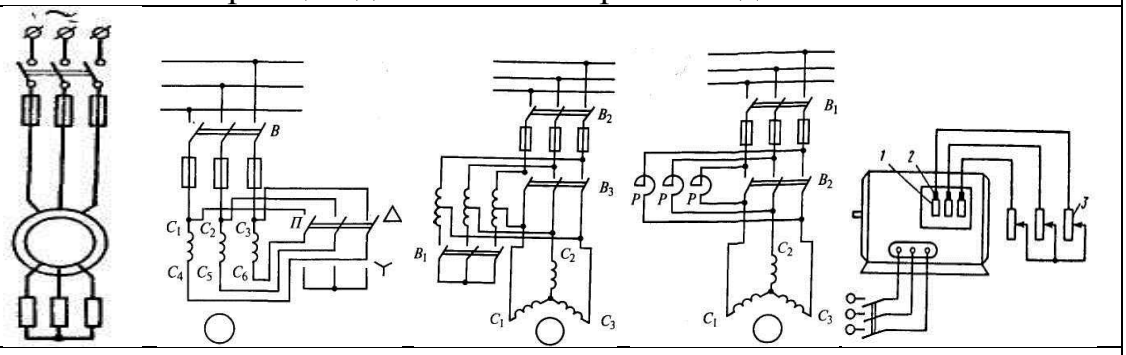
Миниплакаты по теме:



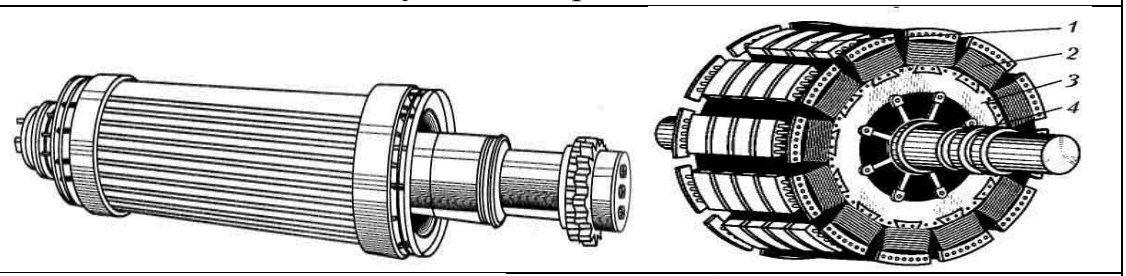
Устройство асинхронного двигателя



Принцип действия асинхронного двигателя



Способы пуска асинхронного двигателя



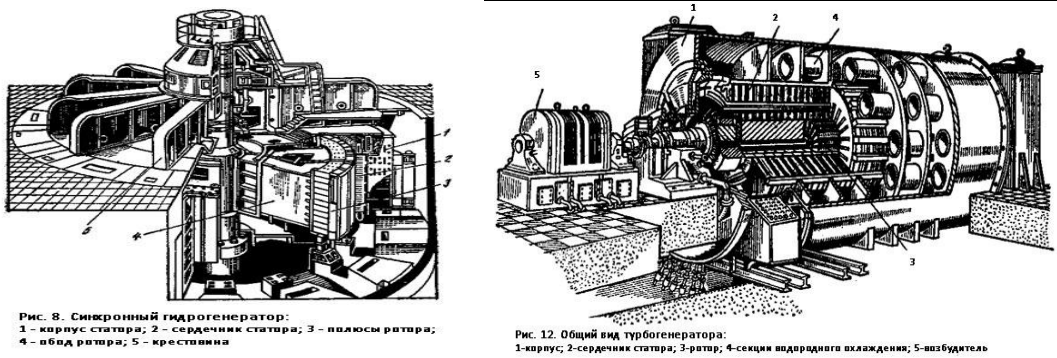
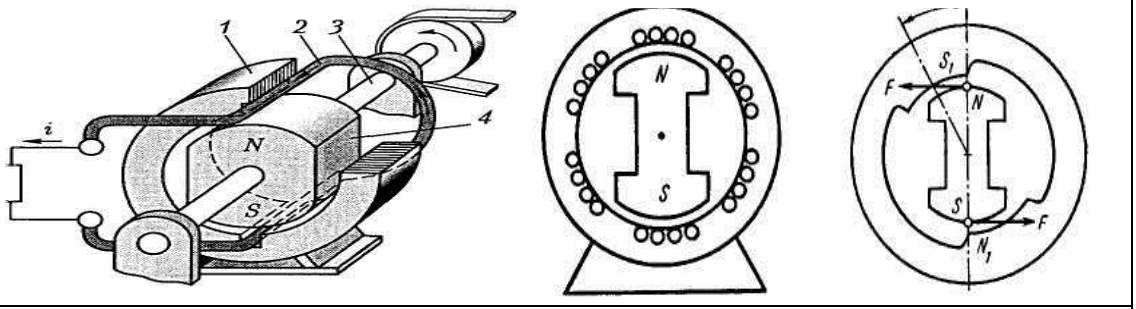


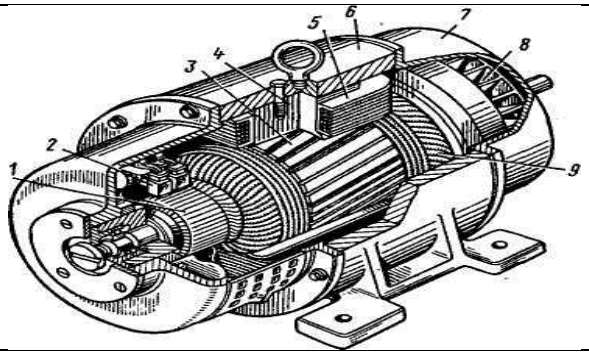
Рис. 8. Синхронный гидрогенератор:
1 – корпус статора; 2 – сердечник статора; 3 – полюсы ротора;
4 – вал ротора; 5 – крестовина

Рис. 12. Общий вид турбогенератора:
1-корпус; 2-сердечник статора; 3-ротор; 4-секции водородного охлаждения; 5-возбудитель

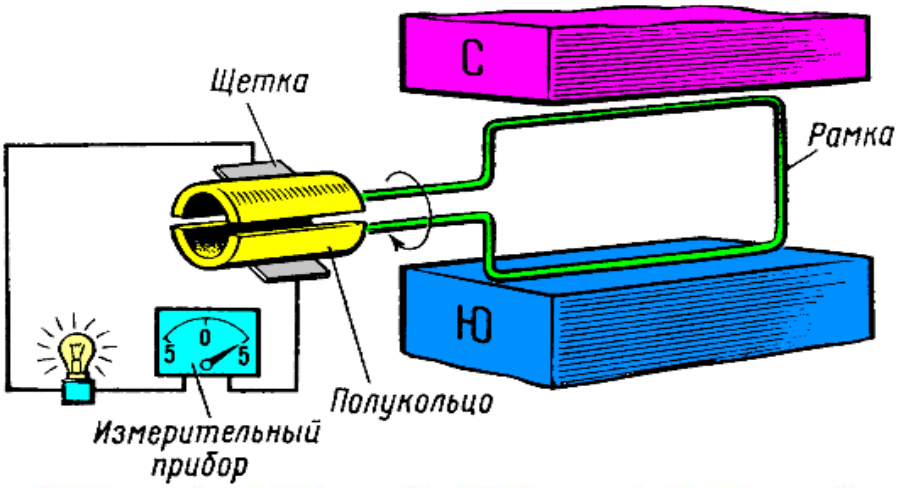
син

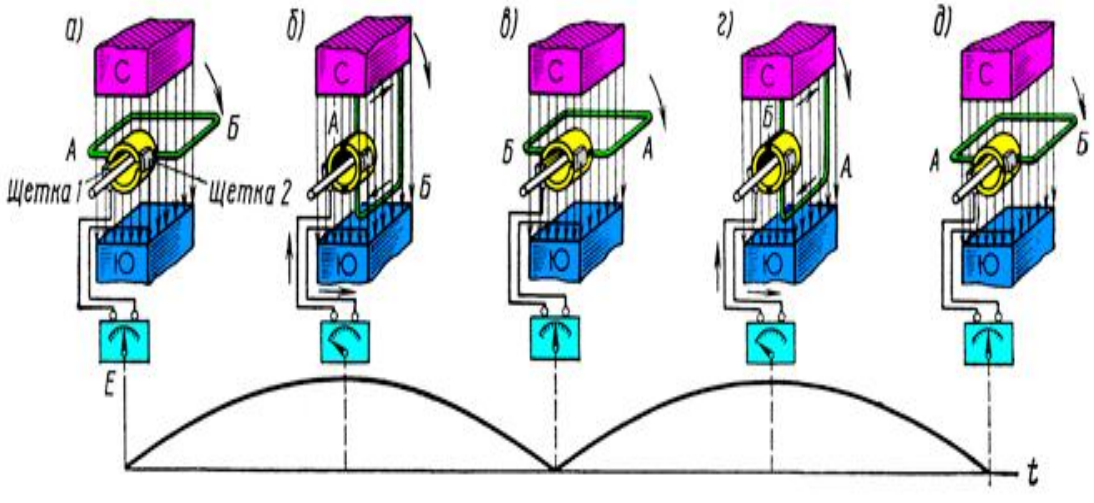


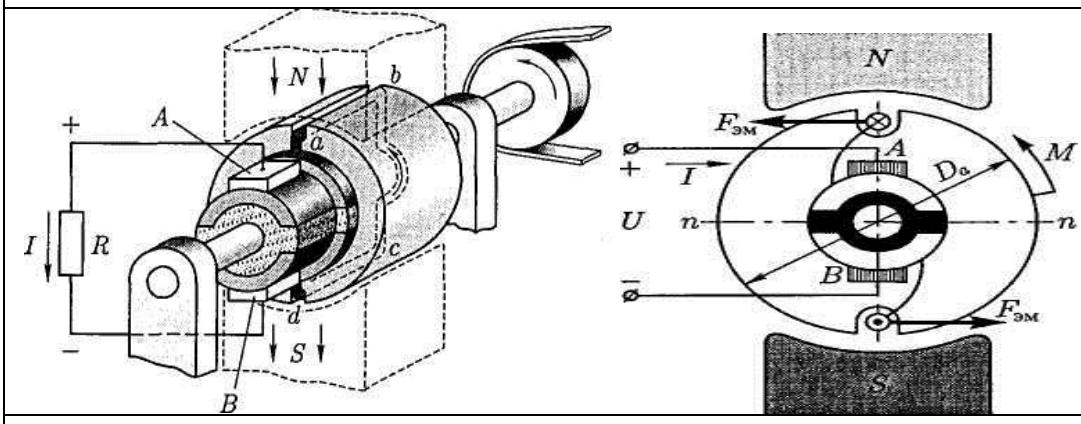
Принцип действия синхронной машины



Устройство машины постоянного тока







Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока

РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕКТРОНИКА

ТЕМА 6. Элементная база электроники

Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы: в результате изучения данной темы обучающиеся должны знать классификацию, назначение, устройство, принцип действия, характеристики, области применения электровакуумных и полупроводниковых приборов и устройств, уметь определять их параметры экспериментальными и расчетными методами.

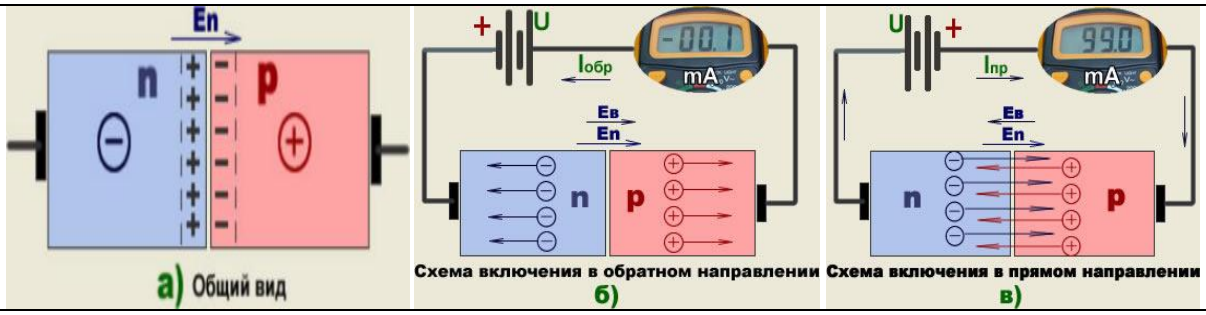
Перечень вопросов для подготовки к зачету по данной теме:

1. Устройство и принцип действия газоразрядных ламп. Область применения в электронных устройствах.
2. Устройство и принцип действия выпрямительного диода, его характеристики.
3. Назначение, область применения и принцип действия стабилитрона, варикапа, фотодиода, светодиода.
4. Биполярные транзисторы: устройство, принцип работы, режимы работы, схемы включения, коэффициенты усиления. Область применения.
5. Устройство и принцип действия полевых транзисторов (с управляющим *p-n* и с изолированным затвором). Область применения.
6. Тиристоры: разновидности, схемы, режимы работы.

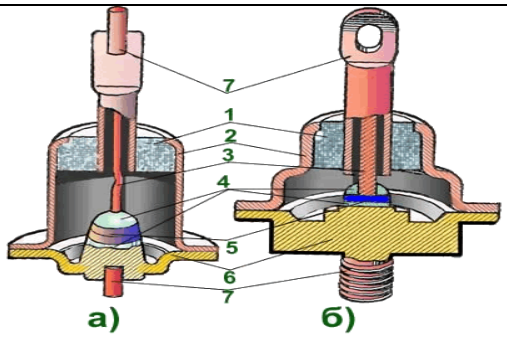
Литература, рекомендуемая для подготовки вопросов по данной теме:

1. Бобровников Л.З. Электроника: учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. СПб.: Питер, 2004.
2. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 442-518.
3. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника: учеб. для вузов. 9-е изд. М.: Академия, 2005. С. 233-331.
4. Миловзоров О.В., Панков И.Г. Электроника: учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2005. 228 с.
5. Рекус Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах с решениями: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. С. 149-172.

Миниплакаты по теме:



Принцип работы полупроводникового диода



Устройство полупроводникового диода

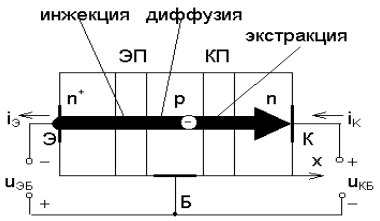
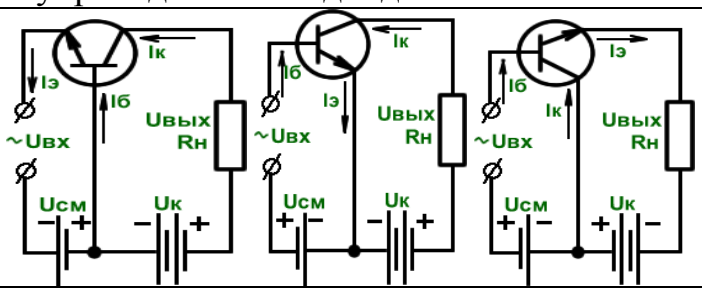
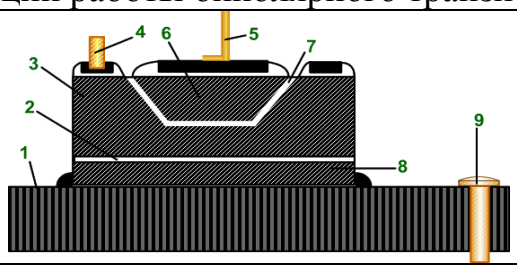


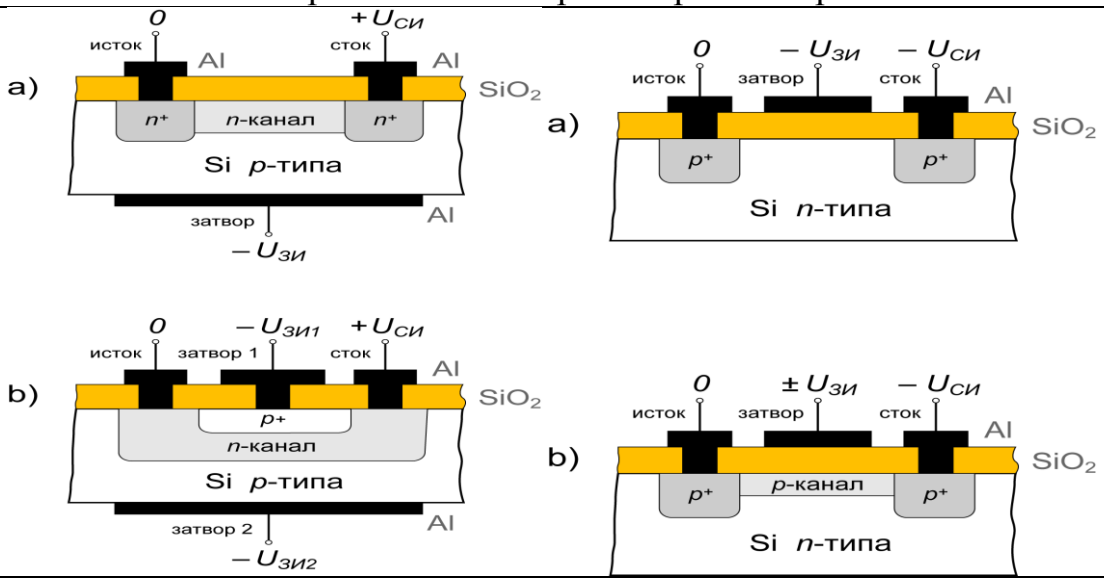
Рис. 3.4



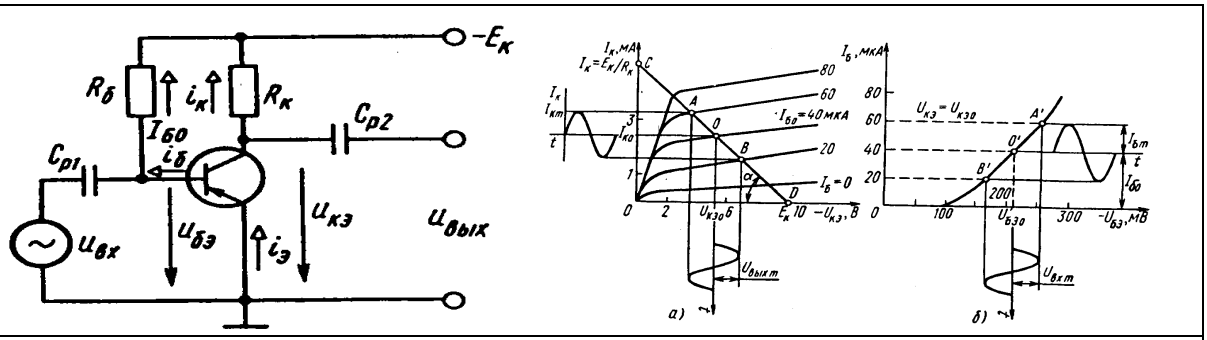
Принцип работы биполярного транзистора



Устройство биполярного транзистора



Принцип работы полевых транзисторов



Предварительный каскад УНЧ

ТЕМА 7. Основы аналоговой и цифровой электроники

❖ *Обобщенные требования к знаниям и умениям обучающихся по результатам освоения данной темы:* в результате изучения данной темы обучающиеся должны знать классификацию, назначение, устройство, принцип действия, характеристики, области применения и основы схемотехники цифровых устройств; уметь определять параметры электронных приборов и устройств экспериментальными и расчетными методами, составлять электронные цепи; применять электронные устройства для электрических измерений.

Перечень вопросов для подготовки к зачету по данной теме:

1. Источники вторичного электропитания. Схемы и принцип действия выпрямителей (однополупериодного, двухполупериодного, трехфазного, выпрямителя на тиристоре). Внешние характеристики выпрямителей.

2. Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения и тока и его стабилизация. Инверторы.

3. Электронные усилители: классификация, основные параметры, классы усиления. Основные технические характеристики усилителей. Амплитудно-частотные характеристики усилителей.

4. Принцип работы усилителей низких частот. Графический анализ работы схемы с общим эмиттером.

5. Электронные генераторы: классификация, назначение, область применения.

6. Принцип действия генератора типов LC и RC, ГЛИН.

7. Принцип работы логических элементов И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Область применения.

8. Виды триггеров, принцип их работы.

9. Логические автоматы с памятью и без памяти.

10.Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.

Литература, рекомендуемая для подготовки вопросов по данной теме:

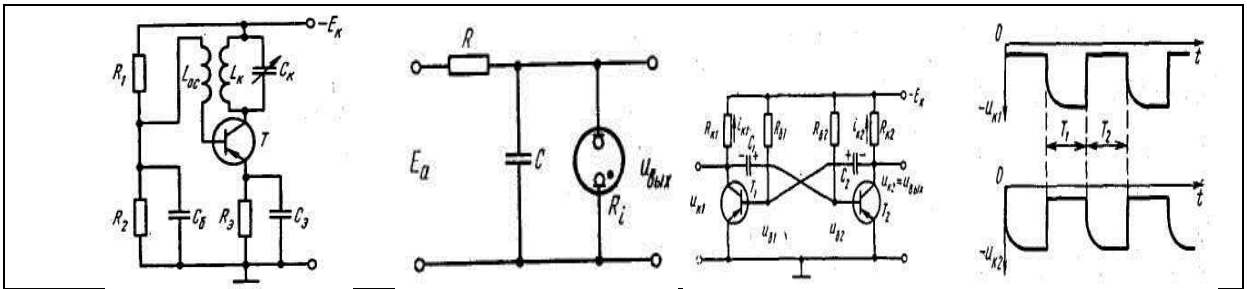
1. Бобровников Л.З. Электроника: учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. СПб.: Питер, 2004.

2. Миловзоров О.В., Панков И.Г. Электроника: учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2005.

3. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника: учеб. для вузов. 9-е изд. М.: Академия, 2005. С.

4. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: учеб. пособие / И.А. Данилов. М.: Высш. шк., 2008. С. 519-539.

Миниплакаты по теме:



Схемы автогенераторов

3. ПРИМЕРЫ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ И ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ, ВЫНОСИМЫХ НА ЗАЧЕТ

РАЗДЕЛ 1. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ТЕМА 1. Электрические цепи постоянного тока

Практические вопросы билетов по данной теме включают задачи на применение методов эквивалентного преобразования, узловых и контурных уравнений (законов Кирхгофа), контурных токов, наложения токов и узлового напряжения с целью упрощения схемы замещения линейной электрической цепи постоянного тока и определения ее основных параметров: тока, напряжения и мощности, расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока.

Рассмотрим примеры решения ряда задач по данной теме.

Применение метода эквивалентных преобразований.

Задача №1. При заданных сопротивлениях всех потребителей и напряжении U определить эквивалентное сопротивление $\boldsymbol{R_{экв}}$ цепи и ток I в неразветвленной части цепи, приведенной на рис. 1. Задачу решить в общем виде.

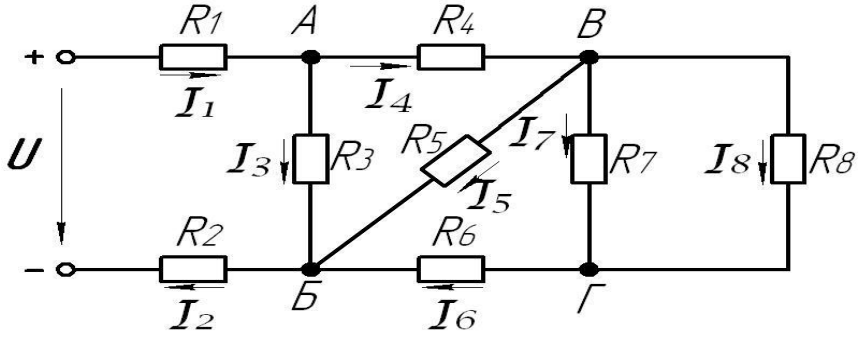


Рис. 1

Решение.

В рассматриваемой цепи (рис. 1) в первую очередь определяются группы потребителей, соединенных последовательно или параллельно. Определяются эквивалентные сопротивления участков, а схема при этом свертывается (рис. 2).

Как правило, свертывание схемы целесообразно начинать слева направо, постепенно приближаясь к источнику питания. Очевидно, что резисторы $\boldsymbol{R_7}$ и $\boldsymbol{R_8}$ соединены параллельно, так как напряжение на них одинаковое. Следовательно, их общее сопротивление (рис. 2, *а)*: $\boldsymbol{R_{78} = \frac{R_7 \cdot R_8}{R_7 + R_8}}$.

Сопротивление этой группы ($\boldsymbol{R_{78}}$) соединено последовательно с резистором $\boldsymbol{R_6}$, следовательно, общее сопротивление $\boldsymbol{R_{6\text{-}8}} = \boldsymbol{R_6} + \boldsymbol{R_{78}}$ (рис. 2, *б)*.

Сопротивление $\boldsymbol{R_{6\text{-}8}}$ соединено параллельно с резистором $\boldsymbol{R_5}$ (в точках ***ВБ),*** следовательно, общее сопротивление (рис. 2, *в)*:

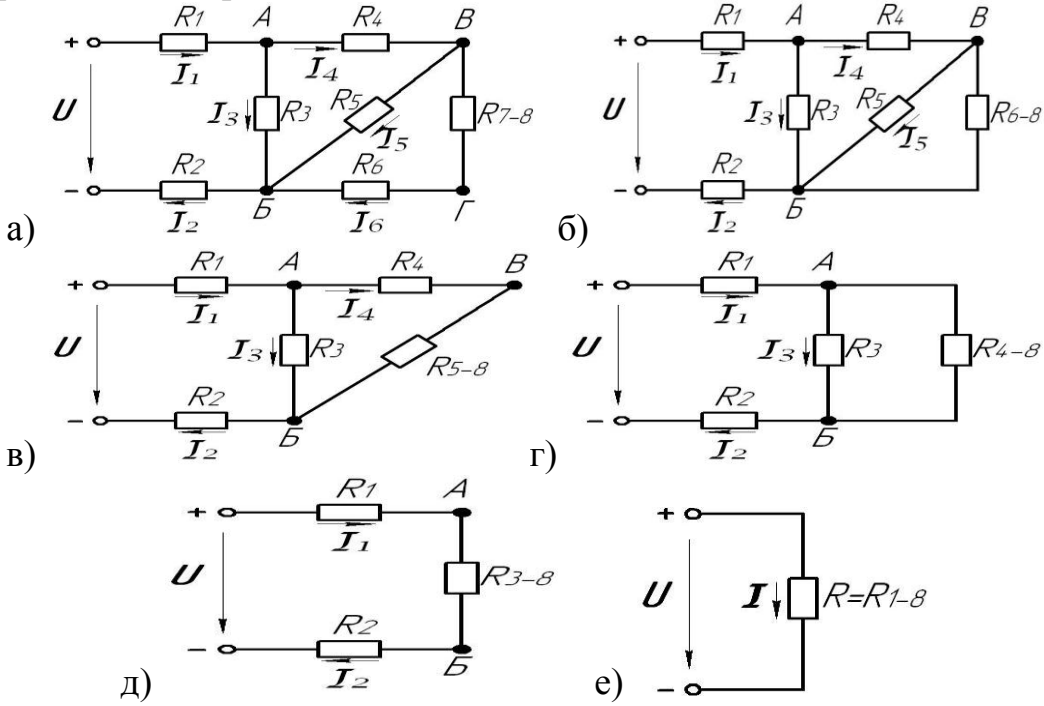
$$\boldsymbol{R_{5-8}} = (\boldsymbol{R_5} \cdot \boldsymbol{R_{6-8}})/(R_5 + R_{6-8}).$$

Сопротивление $\boldsymbol{R_{5\text{-}8}}$ соединено последовательно с резистором $\boldsymbol{R_4}$, следовательно, общее сопротивление $\boldsymbol{R_{4\text{-}8}}=\boldsymbol{R_4}+\boldsymbol{R_{5\text{-}8}}$ (рис. 2, *г)*.

Это сопротивление подключено к резистору $\boldsymbol{R_3}$ (в точках АБ), следовательно, общее сопротивление (рис. 2, д):

$$\boldsymbol{R_{3-8}} = (\boldsymbol{R_3} \cdot \boldsymbol{R_{4-8}})/(R_3 + R_{4-8}).$$

Сопротивление $\boldsymbol{R_{6\text{-}8}}$ соединено последовательно с резисторами $\boldsymbol{R_7}$ и $\boldsymbol{R_8}$, следовательно, общее (эквивалентное) сопротивление цепи $\boldsymbol{R_{экв}}$ (рис. 2, *е*) определяется выражением: $\boldsymbol{R_{экв}}= \boldsymbol{R_1}+\boldsymbol{R_{3\text{-}8}}+\boldsymbol{R_7}$.



Тогда по закону Ома ток в неразветвленной части цепи определяется выражением:

$$I = \frac{U}{R_{\text{экв}}}.$$

Задача №2. В электрической схеме (рис. 3) известны I_1, R_1, R_2, R_3, R_4, R_5. Определить ЭДС источника Е, напряжение на элементах цепи (U_{AB}, U_{BC}, U_{AC}, U_1) и токи во всех ветвях схемы (I_2, I_3, I_4, I_5), а также мощность каждого резистора. Задачу решить в общем виде.

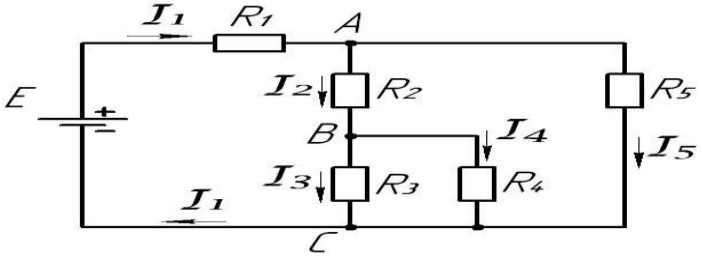


Рис. 3

Решение.

На схеме изображено смешанное соединение элементов. Ток I_0 проходит через источник и создает падение напряжения на резисторе R_1, т.е. $U_1=I_1R_1$. Тот же ток создает падение напряжения между точками АС, т.е. $U_{AC}=I_1R_{AC}$. Таким образом, ЭДС источника складывается из падений напряжения, т.е.:

$$E= U_1+U_{AC.}$$

Напряжение U_1 мы уже знаем, как находить. Для нахождения напряжения между точками АВ и токов I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 произведем свертывание схемы и определим общее сопротивление $R_{AC.}$

Первый шаг: заменяем параллельно соединенные сопротивления R_3 и R_4 эквивалентным сопротивлением R_{34}:

$$R_{34} = \frac{R_4 \cdot R_3}{R_4 + R_3}.$$

Получаем следующую схему:

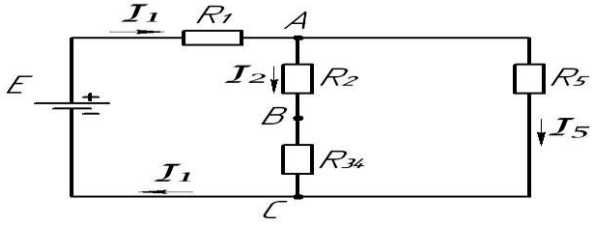


Рис. 4

Второй этап: сопротивления R_2 и R_{34} соединены последовательно (рис. 4), поэтому их можно преобразовать в сопротивление R_{234}:

$$R_{234} = R_2 + R_{34}.$$

Получаем схему (рис. 5):

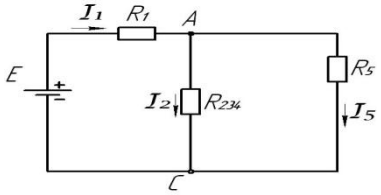


Рис. 5

Третий этап: заменяем параллельно соединенные сопротивления R_{234} и R_5 эквивалентным сопротивлением R_{AC}:

$$R_{AC} = \frac{R_{234} \cdot R_5}{R_{234} + R_5}.$$

Определяем напряжение U_{AC}:

$$U_{AC}=I_1R_{AC}.$$

Определяем ЭДС источника:

$$E= U_1+U_{AC.}$$

Искомые токи находим, используя закон Ома:

$$I_2 = \frac{U_{AC}}{R_{234}};$$

$$I_5 = \frac{U_{AC}}{R_5}; U_{BC} = I_2 \cdot R_{34} \text{ или } U_{BC} = U_{AC} - I_2 \cdot R_2.$$

$$I_3 = \frac{U_{BC}}{R_3};$$

$$I_4 = \frac{U_{BC}}{R_4}.$$

$$U_{BC} = I_2 \cdot R_{34} \text{ или } U_{BC} = U_{AC} - I_2 \cdot R_2.$$

$$I_3 = \frac{U_{BC}}{R_3};$$

$$I_4 = \frac{U_{BC}}{R_4}.$$

Мощность каждого участка определяется выражением $P = U \cdot I = I^2 \cdot R$, следовательно, $P_1 = I_1^2 \cdot R_1, P_2 = I_2^2 \cdot R_2$ и т. д.

Задача №3. В электрической схеме (рис. 8) $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 2$ Ом, $R_3 = 4$ Ом, ЭДС источника E=10 В. Определить эквивалентное сопротивление цепи и ток в неразветвленной части цепи, путем преобразования «звезды» в «треугольник».

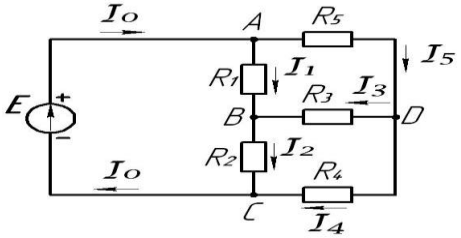


Рис. 6

Схема содержит два вида соединения приемников: две звезды (сопротивления R_1, R_2, R_3 и сопротивления R_3, R_4, R_5) и два треугольника (сопротивления R_1, R_3, R_5 и сопротивления R_2, R_3, R_4). В данной схеме целесообразно преобразовать звезду в треугольник (рис. 7). Это эквивалентное преобразование позволит преобразовать схему до простейшего вида в меньшее количество этапов за счет появления в схеме параллельного соединения элементов.

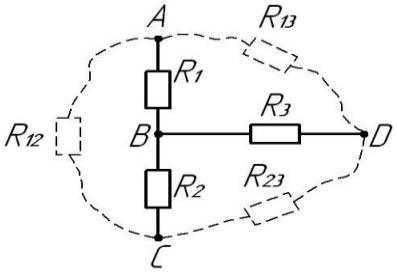


Рис. 7

Прежде, чем приступить к решению задачи, необходимо произвольно нанести на схему направление токов во всех ветвях схемы.

Решение:

1. Заменяем звезду, включающую сопротивления R_1, R_2, R_3 в треугольник, включающий сопротивления R_{12}, R_{23}, R_{31}:

$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_3} = 2 + 2 + \frac{2 \cdot 2}{4} = 4 + 1 = 5\ Ом;$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1} = 2 + 4 + \frac{2 \cdot 4}{2} = 6 + 4 = 10\ Ом;$$

$$R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2} = 2 + 4 + \frac{2 \cdot 4}{2} = 6 + 4 = 10\ Ом;$$

Получаем схему (рис. 8):

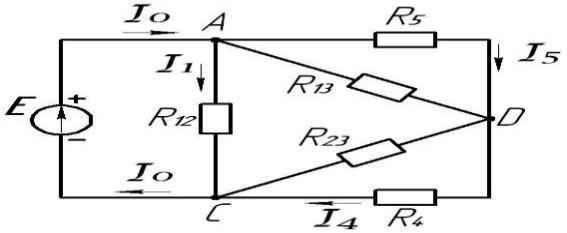


Рис. 8

2. Продолжаем дальнейшее упрощение схемы. После эквивалентного преобразования звезды в треугольник мы получили схему, в которой сопротивления R_{13} и R_5 соединены параллельно, как и сопротивления R_{23} и R_4. Следовательно, мы можем произвести соответствующие преобразования в целях дальнейшего упрощения схемы:

$$R_{315} = \frac{R_5 \cdot R_{31}}{R_5 + R_{31}} = \frac{2 \cdot 10}{2 + 10} = 1{,}7\ Ом;$$

$$R_{234} = R_{315} = \frac{R_4 \cdot R_{23}}{R_4 + R_{23}} = \frac{2 \cdot 10}{2 + 10} = 1{,}7\ Ом.$$

Получаем схему (рис. 9):

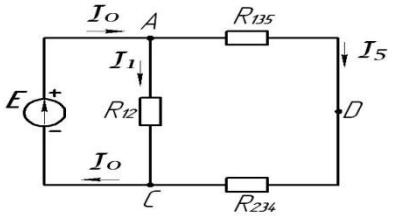


Рис. 9

3. Теперь сопротивления R_{315} и R_{234} соединены последовательно (см. рис. 9), поэтому их можно преобразовать в сопротивление $R_{1\text{-}5}$:

$$R_{1-5} = R_{234} + R_{315} = 1{,}7 + 1{,}7 = 3{,}4\ Ом.$$

Получаем схему (рис. 10):

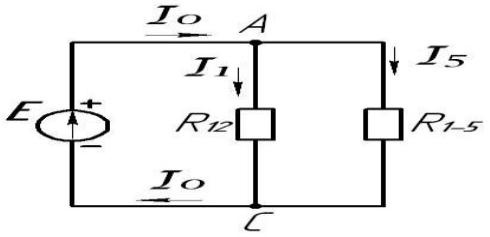


Рис. 10

4. Заменяем параллельно соединенные сопротивления R_{12} и R_{1-5} эквивалентным сопротивлением $R_{общ}$:

$$R_{общ} = \frac{R_{12} \cdot R_{1-5}}{R_{12} + R_{1-5}} = \frac{5 \cdot 3{,}4}{5 + 3{,}4} = 2\ Ом.$$

Получаем схему (рис. 11):

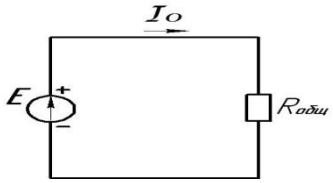


Рис. 11

5. По закону Ома:

$$I_0 = \frac{E}{R_{общ}} = \frac{10}{2} = 5\ A.$$

Задача №4. В электрической схеме (рис. 12) R_1 =10 Ом, R_2 = 30 Ом, R_3 = 60 Ом, R_4 = 4 Ом, R_5 =22 Ом, ЭДС источника E=2,2 В. Определить ток в неразветвленной части цепи путем преобразования «треугольника» в «звезду».

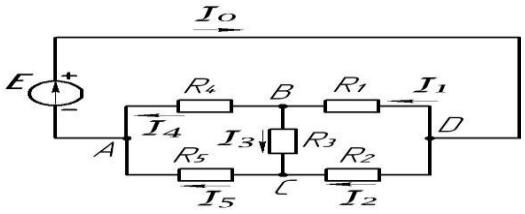


Рис. 12

Схема содержит два вида соединения приемников: две звезды (сопротивления R_1, R_3, R_4 и сопротивления R_2, R_3, R_5) и два треугольника (сопротивления R_3, R_4, R_5 и сопротивления R_1, R_2, R_3). В данной схеме целесообразно преобразовать любой из треугольников в звезду. Это эквивалентное преобразование позволит преобразовать схему до простейшего вида в меньшее количество этапов за счет появления в схеме последовательного и параллельного соединения элементов. Прежде, чем приступить к решению задачи, необходимо произвольно нанести на схему направление токов во всех ветвях схемы.

Решение:

1. Заменяем треугольник, включающий сопротивления R_1, R_2, R_3 в звезду, включающий сопротивления R_{12}, R_{23}, R_{31}:

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1+R_2+R_3} = \frac{10 \cdot 30}{10+30+60} = \frac{300}{100} = 3\ Ом;$$

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1+R_2+R_3} = \frac{30 \cdot 60}{10+30+60} = \frac{1800}{100} = 18\ Ом;$$

$$R_{31} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1+R_2+R_3} = \frac{10 \cdot 60}{10+30+60} = \frac{600}{100} = 6\ Ом.$$

Получаем схему (рис. 13):

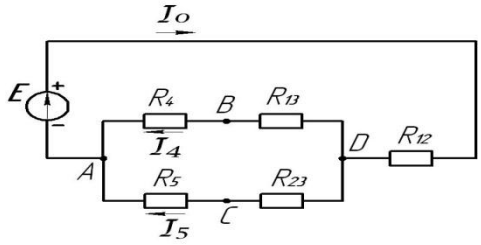


Рис. 13

2. Продолжаем дальнейшее упрощение схемы. После эквивалентного преобразования треугольника в звезду мы получили схему, в которой сопротивления R_{31} и R_4, R_{23} и R_5 соединены последовательно. Следовательно, мы можем произвести соответствующие преобразования в целях дальнейшего упрощения схемы (рис. 14):

$$R_{314} = R_{31} + R_4 = 6 + 4 = 10\ Ом;$$

$$R_{235} = R_{23} + R_5 = 18 + 22 = 40\ Ом.$$

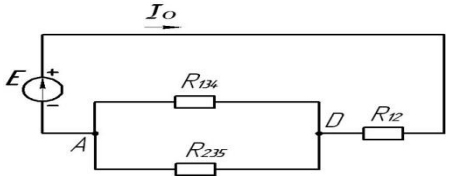


Рис. 14

3. Определим общее сопротивление цепи $R_{1-5} = \frac{R_{314} \cdot R_{235}}{R_{314}+R_{235}} = \frac{10 \cdot 40}{10+40} = \frac{400}{50} = 8\ Ом.$

Получаем схему (рис. 15):

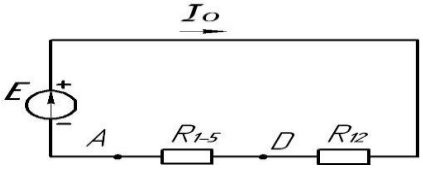


Рис. 15

4. Теперь сопротивления R_{12} и $R_{1\text{-}5}$ соединены последовательно (см. рис. 15), поэтому их можно преобразовать в сопротивление $R_{общ}$:

$$R_{общ} = R_{1-5} + R_{12} = 3 + 8 = 11\ Ом.$$

Получаем схему (рис. 16):

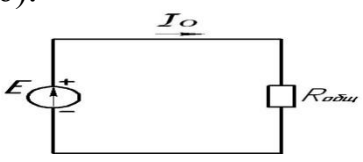


Рис. 16

5. По закону Ома ток в неразветвленной части цепи:

$$I_0 = \frac{E}{R_{общ}} = \frac{2{,}2}{11} = 0{,}2\ A.$$

Применение метода узловых и контурных уравнений (законов Кирхгофа).

Задача №5. В цепи постоянного тока (рис. 17) определить токи I_1 и I_2, величину ЭДС E_2 методом узловых и контурных уравнений (законов Кирхгофа), если известны: E_1=130 В, R_3= 20 Ом, R_1=R_2=1 Ом, I=6 А.

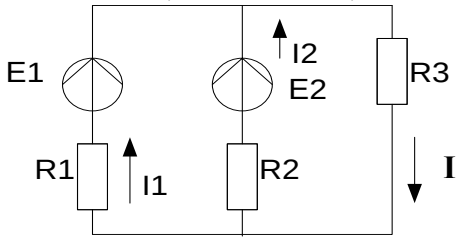


Рис. 17

Решение.

Зададим направления обхода контуров для составления узловых и контурных уравнений (рис. 18). Так как нам известна величина ЭДС источника E_1, одно из уравнений составим для неэлементарного контура, включающего ветви с током I_1 и током I.

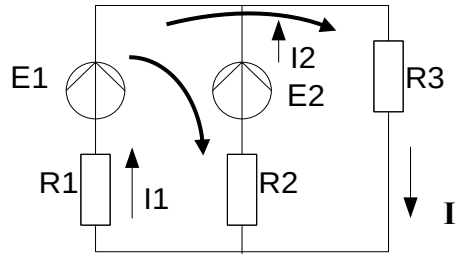


Рис. 18

Используя первый и второй законы Кирхгофа, составим уравнения: узловое (по первому закону Кирхгофа):

$$I_1 + I_2 - I = 0;$$

контурные (по второму закону Кирхгофа):

$$E_1 - E_2 = R_1 I_1 - R_2 I_2;$$

$$E_1 = R_1 I_1 + RI.$$

Решая эти уравнения, находим: I_1=10 А, I_2=-4 А, E_2=116 В.

Применение метода контурных токов.

Задача №6. Для электрической цепи, изображенной на рис. 19, задайте направление обхода контуров рядом с обозначением контурных токов и предположительное направление токов в ветвях схемы. Обозначьте все узлы и контуры. Составьте необходимое и достаточное количество уравнений для нахождения токов во всех ветвях схемы, используя метод контурных токов. Составьте баланс мощностей для данной цепи в общем виде при условии заданного направления токов в ветвях схемы.

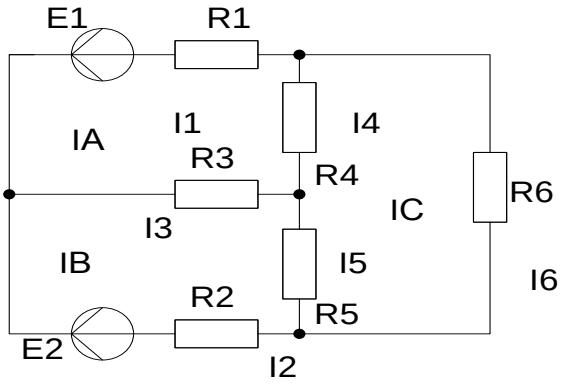


Рис. 19

Решение.

1. Обозначим узлы и контуры схемы. Зададим направление обхода элементарных контуров и предположительное направление токов в ветвях схемы (рис. 20).

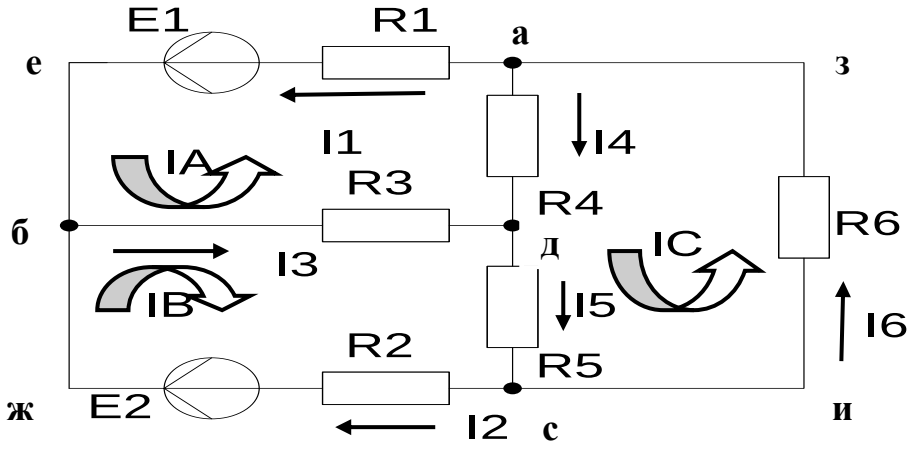


Рис. 20

2. Составим уравнения, используя метод контурных токов:

для контура *адбе*: $E_1 = I_A(R_1 + R_3 + R_4) + I_B R_3 - I_C R_4$.

для контура *бдсж*: $E_2 = I_A(R_2 + R_3 + R_5) + I_A R_3 - I_C R_5$.

для контура *apbc*: $0 = I_C(R_4 + R_5 + R_6) - I_A R_4 - I_B R_5$.

3. Составим баланс мощностей:

$$E_1 I_1 + E_2 I_2 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_6^2 R_6.$$

Задача №7. Известны контурные токи I_A=3 А, I_B=4 А, I_C=5 А (рис. 21). Задайте направления контурных токов и определите реальные токи во всех ветвях схемы. Проверьте правильность их нахождения, используя первый закон Кирхгофа. Составьте уравнение баланса мощностей в общем виде.

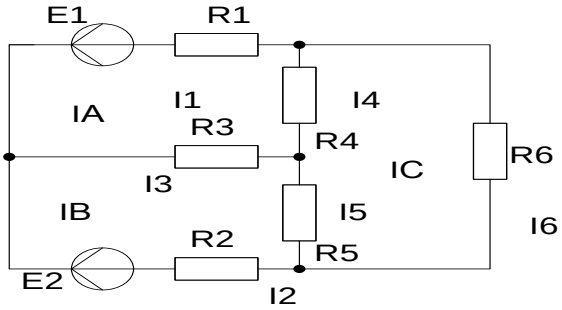


Рис. 21

Решение.

1. Зададим направление обхода элементарных контуров (рис. 22).

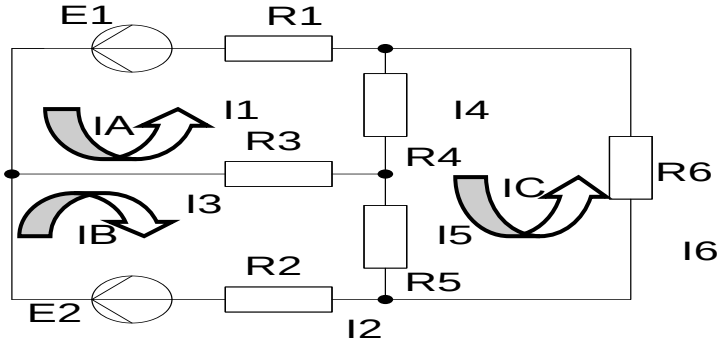


Рис. 22

2. Определим токи во всех ветвях схемы и зададим их направление в ветвях схемы согласно расчетам:

$I_1 = I_A = 3$ А.

$I_2 = I_B = 4$ А.

$I_6 = I_C = 5$ А.

$I_4 = I_C - I_A = 5 - 3 = 2$ А.

$I_3 = I_B + I_A = 4 + 3 = 7$ А.

$I_5 = I_C - I_B = 5 - 4 = 1$ А.

Получаем схему со следующими направлениями токов в ветвях схемы (рис. 23):

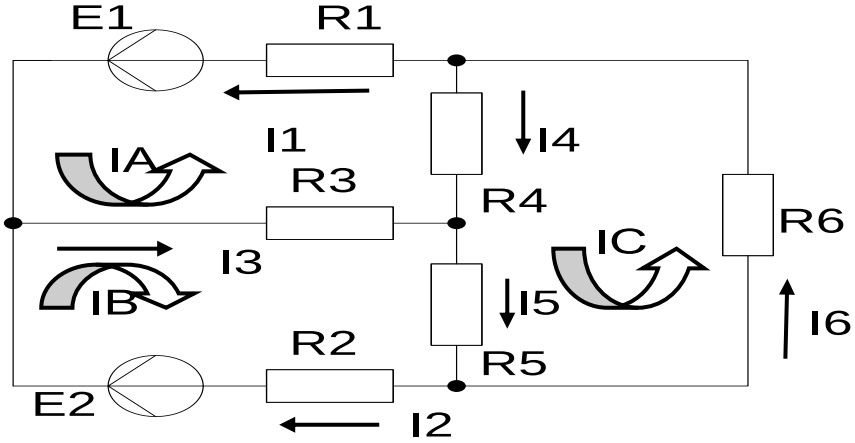


Рис. 23

3. Проверку правильности нахождения токов в ветвях схемы осуществляем, используя первый закон Кирхгофа, например,

$$I_1 = I_6 - I_4 = 5 - 2 = 3.$$

4. Составим баланс мощностей в общем виде при условии полученного направления токов в ветвях схемы:

$$E_1 I_1 + E_2 I_2 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_6^2 R_6.$$

Применение метода наложения токов.

Задача №8. Определить методом наложения ток I в электрической цепи постоянного тока (рис. 24), если сопротивление резистора R=4 Ом, ЭДС генератора E_1=36 В, внутреннее сопротивление R_{01}=0,3 Ом, ЭДС аккумуляторной батареи E_2=12 В, внутреннее сопротивление R_{02}=0,01 Ом.

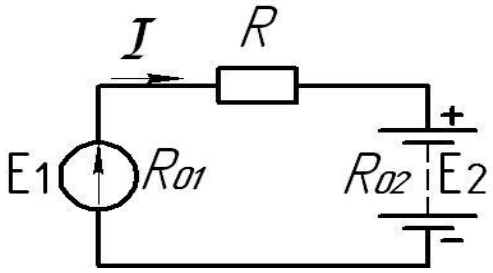


Рис. 24

Решение.

Ток в цепи резистора R при ЭДС E_2=0 (рис. 25, а) по закону Ома для всей цепи:

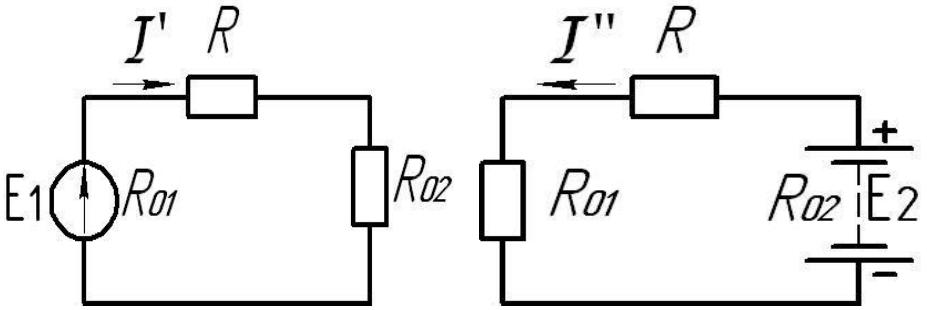
$$I' = \frac{E_1}{R_{01} + R + R_{02}} = \frac{36}{0{,}3 + 4 + 0{,}01} = 8{,}35 \text{ А}.$$

Ток в цепи резистора R при ЭДС E_1=0 (рис. 25,б) по закону Ома для всей цепи:

$$I'' = \frac{E_2}{R_{01} + R + R_{02}} = \frac{12}{0{,}3 + 4 + 0{,}01} = 2{,}09 \text{ А}.$$

Ток в электрической цепи при наличии обоих источников питания:

$$I = I' - I''$$=8,35-2,09=6,26 А.



а б

Рис. 25

Задача №9. Определить методом узлового напряжения (рис. 26) токи I, I_1, I_2 в ветвях электрической цепи и составить баланс мощностей, если два

источника постоянного тока с ЭДС E_1=E_2=115В и внутренними сопротивлениями R_{01}=0,2 Ом и R_{02}=0,4 Ом включены параллельно на нагрузку $R_н$=5 Ом.

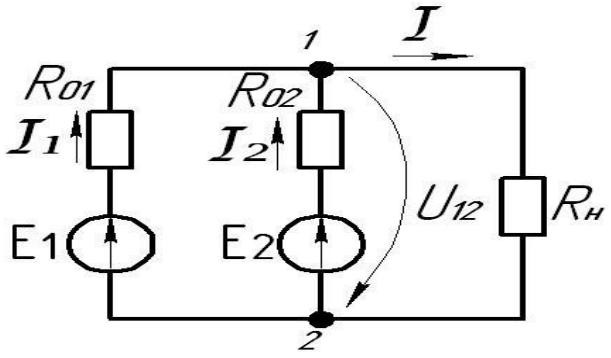


Рис. 26

Решение. Проводимости ветвей электрической цепи:

$$G_1 = \frac{1}{R_{01}} = \frac{1}{0{,}2} = 0{,}5 \text{ Ом}, G_\text{Н} = \frac{1}{R_\text{Н}} = \frac{1}{5} = 0{,}2 \text{ Ом},$$

$$G_3 = \frac{1}{R_{02}} = \frac{1}{0{,}4} = 2{,}5 \text{ Ом}.$$

Узловое напряжение, действующее между узлами 1 и 2 цепи:

$$U_{12} = \frac{E_1 G_1 + E_2 G_2}{G_1 + G_2 + G_3} = \frac{115 \cdot 5 + 115 \cdot 2{,}5}{0{,}5 + 0{,}2 + 2{,}5} = 112 \text{ В}.$$

Принимаем положительные направления токов в ветвях в соответствии с рис. 26. По второму закону Кирхгофа для ветви генератора с ЭДС можно записать следующее уравнение электрического равновесия: $U_{12} + R_{01} I_1 = E_1$, откуда

$$I_1 = \frac{E_1 - U_{12}}{R_{01}} = (E_1 - U_{12}) G_1 = (115 - 112)5 = 15 \text{ А}.$$

Аналогично записывают уравнение для ветви с ЭДС E_2 для определения тока:

$$I_2 = \frac{E_{12} - U_{12}}{R_{02}} = (E_2 - U_{12}) G_2 = (115 - 112)2{,}5 = 7{,}5 \text{ А}.$$

Ток в цепи резистора $R_н$ в соответствии с законом Ома:

$$I_3 = \frac{U_{12}}{R_\text{Н}} = \frac{112}{5} = 22{,}4 \text{ А}.$$

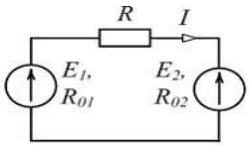
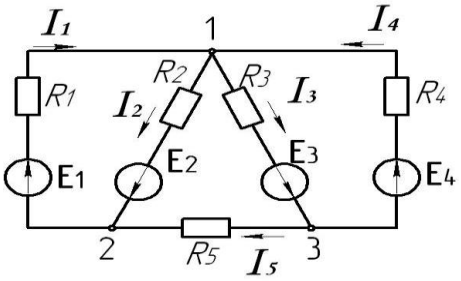
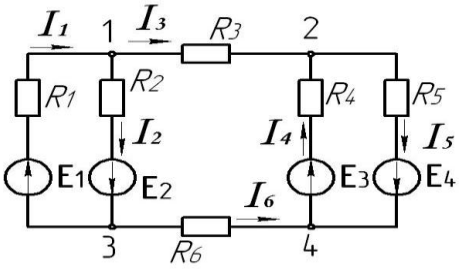
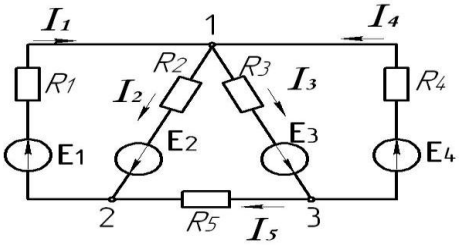
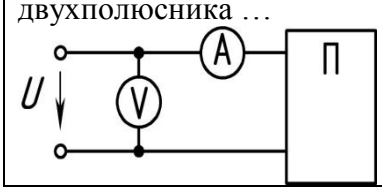
Составляем баланс мощностей:

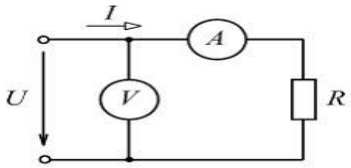
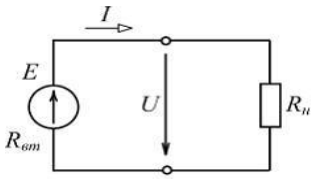
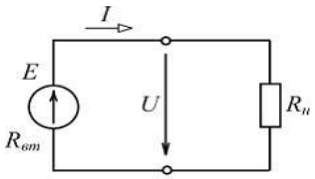
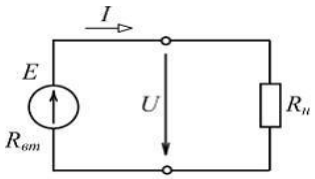
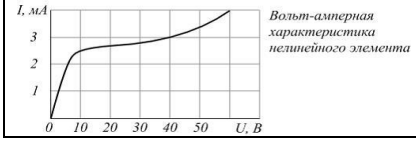
$$E_1 I_1 + E_2 I_2 = I_1^2 R_{01} + I_2^2 R_{02} + I_3^2 R_\text{н}.$$

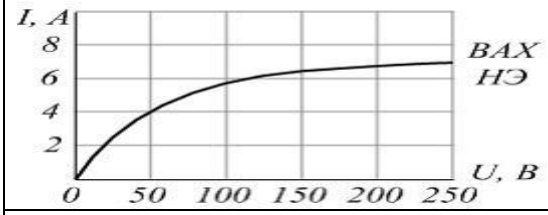
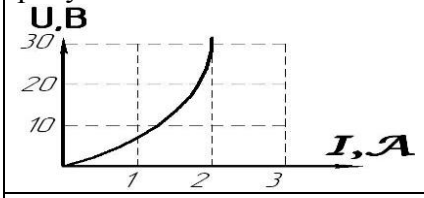
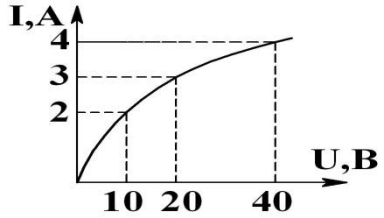
Подстановка числовых значений позволяет сделать вывод, что баланс мощностей сошелся, т.к. 2587,5 Вт=2587,5 Вт.

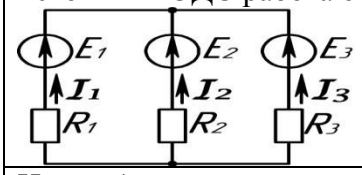
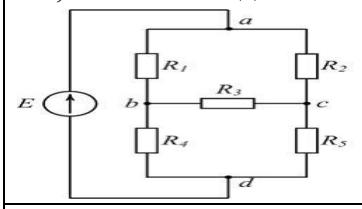
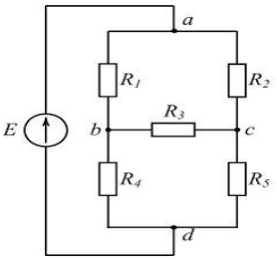
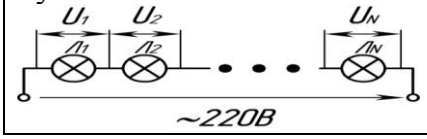
Примеры тестовых зданий

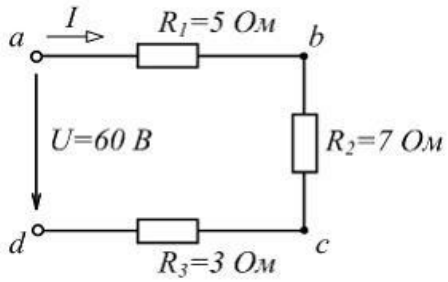
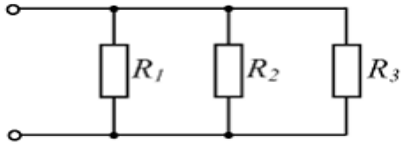
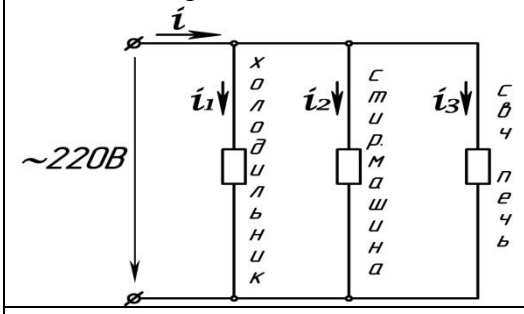
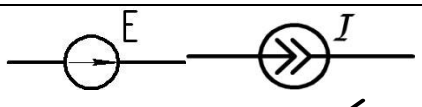
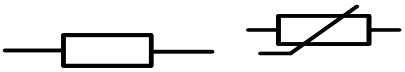
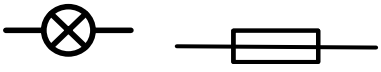
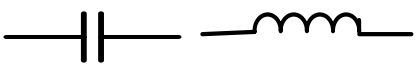
Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Место соединения трех и более ветвей называется …	контуром полюсом узлом деревом
Контуром электрической цепи называют …	часть цепи с двумя выделенными зажимами замкнутый путь, проходящий через несколько ветвей и узлов совокупность ветвей, соединяющих все узлы участок цепи с одним и тем же током
По закону Ома для участка цепи	$I = RU$ $P = RI^2$ $P = \frac{U^2}{R}$ $I = U/R$
Первому закону Кирхгофа соответствует уравнение …	$\sum U = 0$ $\sum EI = \sum RI^2$ $\sum RI = \sum E$ $\sum I = 0$
Второму закону Кирхгофа соответствует уравнение …	$\sum U = 0$ $\sum EI = \sum RI^2$ $\sum RI = \sum E$ $\sum I = 0$
Балансу мощностей соответствует уравнение …	$\sum U = 0$ $\sum EI = \sum RI^2$ $\sum RI = \sum E$ $\sum I = 0$
При увеличении напряжения на концах проводника в 2 раза сила тока в проводнике …	Уменьшится 2 раза Увеличится в 2 раза Увеличится в 4 раза Уменьшится в 4 раза
Если E=60 В, R=10 Ом, то ток *I* источника равен ___ *A*.	2 3 4 6

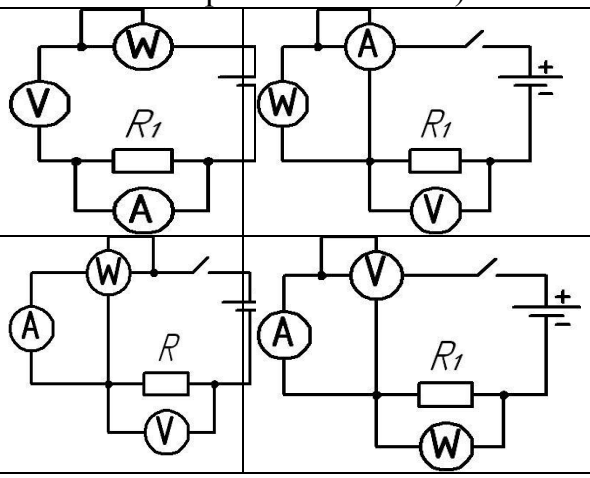
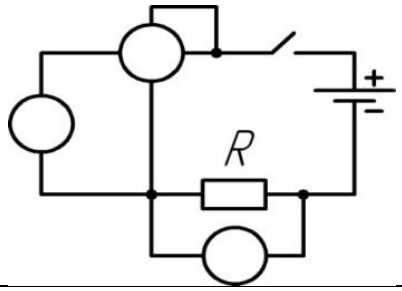
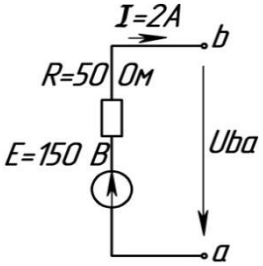
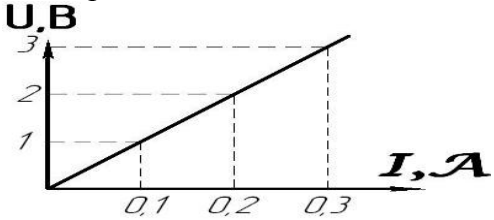
Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Уравнение баланса мощностей имеет вид … 	$-E_1I + E_2I = R_{01}I^2 + RI^2 + R_{02}I^2$ $E_1I + E_2I = R_{01}I^2 + RI^2 + R_{02}I^2$ $E_1I - E_2I = R_{01}I^2 + RI^2 + R_{02}I^2$ $E_1I + E_2I = R_{01}I + RI + R_{02}I$
Для одного из контуров справедливо уравнение по второму закону Кирхгофа? 	$E_3 + E_4 = I_3R_3 + I_4R_4$ $E_3 - E_4 = I_1R_1 + I_2R_2$ $E_2 + E_3 - E_4 = I_2R_2 + I_3R_3 - E_4R_4$ $E_1 + E_2 = I_1R_1 - I_2R_2$
Для одного из узлов справедливо уравнение по первому закону Кирхгофа 	$I_6 + I_5 - I_4 = 0$ $I_1 + I_4 - I_5 = 0$ $I_1 + I_2 - I_3 = 0$ $I_4 + I_5 + I_6 = 0$
Определите ток I_2 в приведенной схеме, если I_1=8 А, I_5=3 А. 	I_2=11 А. I_2=24 А. I_2=5 А. I_2=2,6 А.
Если показания приборов U=20 В, I=5А, то входное сопротивление пассивного двухполюсника … 	____ Ом.

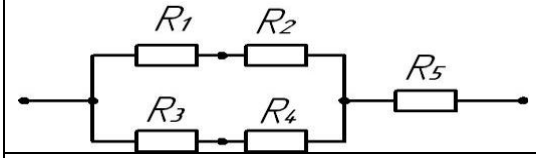
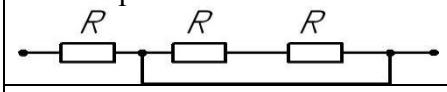
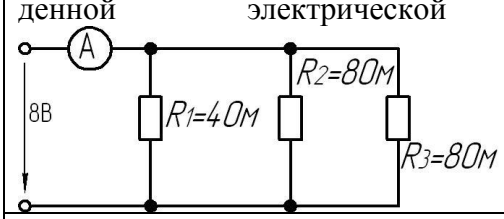
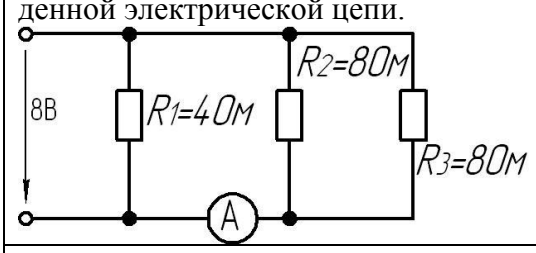
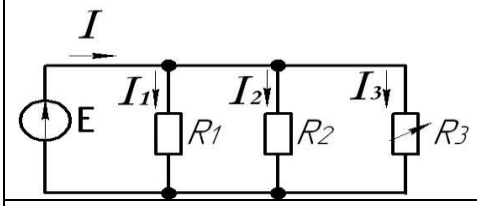
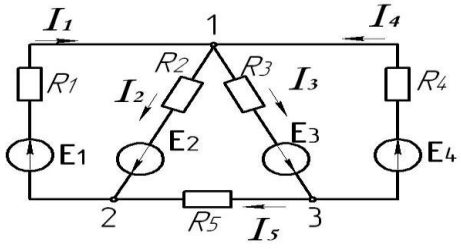
Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Если амперметр показывает значение тока I=4 А, то при R=0,2 кОм показание вольтметра равно …. 	_____ В.
ЭДС источника E=100 В, напряжение на резисторе $R_Н$ U=90 В, тогда на резисторе $R_{вт}$ источника тратится ____% энергии 	___ %.
Неоновая лампа мощностью P=5 Вт, рассчитанная на напряжение U=100 В, потребляет в номинальном режиме ток I=____ мА.	500 0,5 0,02 50
ЭДС источника E=100 В, $R_{вт}$ =2 Ом, ток в цепи I=10 А. Тогда напряжение на резисторе $R_Н$ U равно ….. 	___ В.
В пассивной цепи E=130 В, $R_{ВТ}$=5 Ом, $R_Н$=20 Ом. Определить КПД источника. 	_____ %.
При напряжении U=40 В статическое сопротивление нелинейного элемента с заданной ВАХ равно … 	_____ Ом.

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Вольт-амперная характеристика *U=f(I)* нелинейного элемента имеет максимум при токе 5 А и напряжении 350 В. Дифференциальное сопротивление элемента при этом равно …	нулю 70 *Ом* – 70 *Ом* бесконечности
Нелинейный элемент с заданной ВАХ и линейный элемент с сопротивлением R=20 Ом соединены последовательно. Если напряжение на нелинейном элементе равно 100 *В*, то напряжение, приложенное к цепи, равно ___ *В*. 	4 100 160 220
При токе I=5 А напряжение на нелинейном элементе равно 55 В. При возрастании тока на 1 А напряжение становится равным 50 В. Дифференциальное сопротивление элемента при напряжении 55 В приблизительно равно …	5 Ом – 5 Ом 1 Ом нулю
Найдите значение статического сопротивления при токе 2 А для нелинейного элемента, ВАХ которого приведена на рисунке. 	15 Ом. 30 Ом. 0,13 Ом. 0,06 Ом.
Два нелинейных резистивных элемента, имеющих одинаковые вольт-амперные характеристики, соединены последовательно. Если напряжение на входе цепи U_{BX}=20 В, ток в цепи равен … 	____ А.

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Вольт-амперная характеристика нелинейного элемента задана уравнением $U = 2I^2 + 4I + 2$. Тогда при токе $I=4\ A$ дифференциальное сопротивление элемента равно …	_____ Ом.
Заполните таблицу числовыми значениями тока и напряжения, если в электрической цепи присутствует нелинейный элемент. Каково будет его статическое сопротивление в последней точке ВАХ? U | | | | | I | | | | |	**____ Ом.**
Если I_1=3 А, I_2=2 А, I_3=−5А, то источники ЭДС работают … 	все в режиме генератора все в режиме активного приемника E_1, E_2 – в режиме активного приемника, E_3 – в режиме генератора E_1, E_2 – в режиме генератора, E_3 – в режиме активного приемника
На изображенной схеме сопротивления R1, R2 и R3 соединены … 	звездой треугольником последовательно параллельно
На изображенной схеме сопротивления R2, R3 и R5 соединены … 	звездой треугольником последовательно параллельно
Требуется изготовить новогоднюю гирлянду из одинаковых ламп напряжением 3,5 В. Сколько потребуется ламп? 	_____ ламп

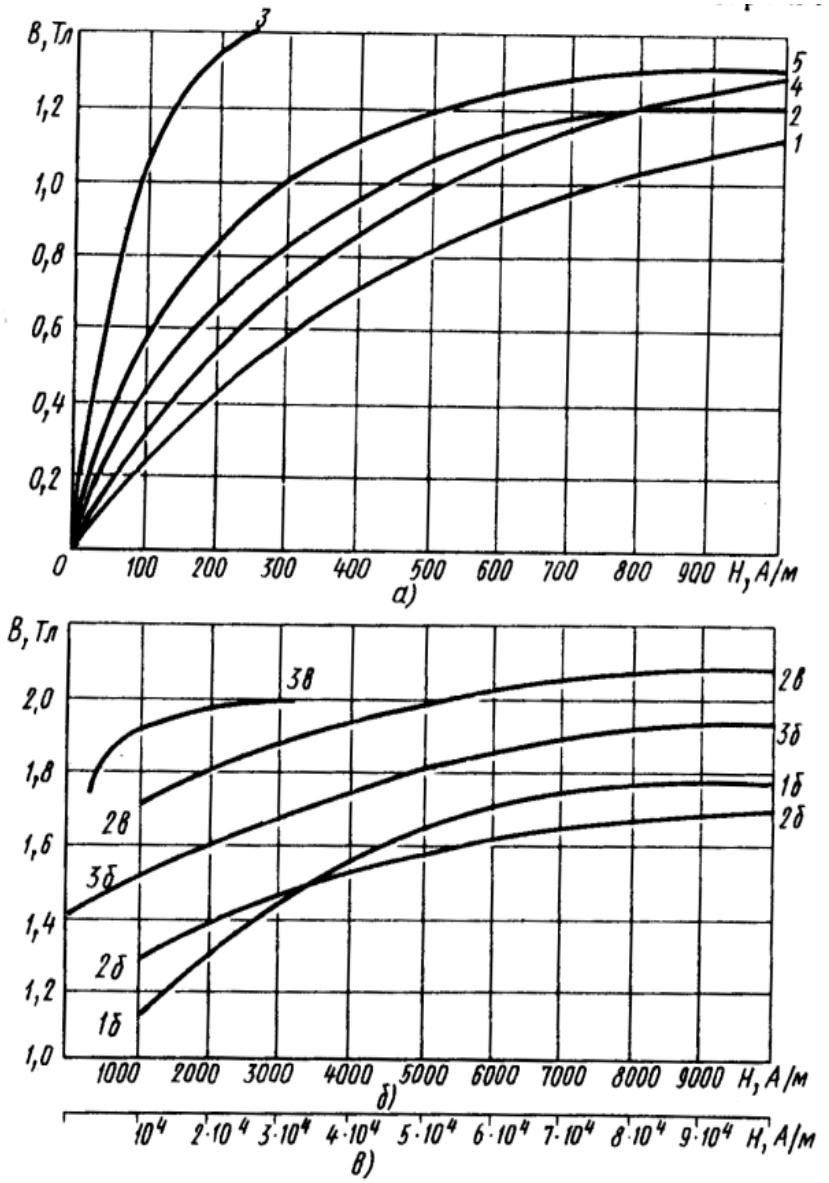
Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Падение напряжения на участке *bc* равно ____ *В*. 	20 28 48 60
Эквивалентное входное сопротивление Rэ цепи равно … 	$\frac{R_1R_2R_3}{R_1+R_2+R_3}$ $\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}$ $R_1+R_2+R_3$ $\frac{1}{R_1+R_2+R_3}$
В домашнюю розетку через удлинитель включены холодильник мощностью 300 Вт, стиральная машина мощностью 2,5 кВТ и СВЧ-печь мощностью 1,5 кВт. Определить общий ток в цепи и ток каждого потребителя. 	I=_____. I1=_____. I2=_____. I3=_____.
Активные элементы электрической цепи обозначены условными обозначениями …	1.  2.  3.  4. 

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
На каком рисунке изображено правильное подключение всех трех измерительных приборов: амперметра, вольтметра и ваттметра?	
Дополните схему электрической цепи условными обозначениями измерительных приборов. Какие показания будут на вольтметре и ваттметре, если аккумуляторная батарея, обладает внутренним сопротивлением r_0=0,5 Ом при ЭДС E=60 В, а показание амперметра составляет 4 А. Указать звездочками расположение генераторных зажимов у ваттметра	____ В, ____ Вт. 
Напряжение между зажимами ветвей для приведенной схемы равно … 	_____ В.
При заданной ВАХ приемника его сопротивление равно … 	___ Ом.

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Определите эквивалентное сопротивление цепи, изображенной на рисунке, если R1=R2=R3=R4= R5=5 Ом. 	____ Ом.
Определите эквивалентное сопротивление электрической цепи, изображенной на рисунке, если все резисторы в ней имеют одинаковое сопротивление R. 	Rэкв=R. Rэкв=R/3. Rэкв=3R/2. Rэкв=3R.
Определите показание амперметра, в приведенной электрической цепи. 	___ А.
Определите показание амперметра, в приведенной электрической цепи. 	____ А.
Определите ток в неразветвленной части цепи I, если U=10 В, R1=4 Ом, R2=4 Ом, R3=2 Ом. 	____ А.
Сколько узловых и контурных уравнений необходимо составить для определения неизвестных токов в этой схеме? 	1 узловое, 2 контурных. 2 узловых, 2 контурных. 2 узловых, 3 контурных. 3 узловых, 3 контурных

ТЕМА 2. Магнитные цепи

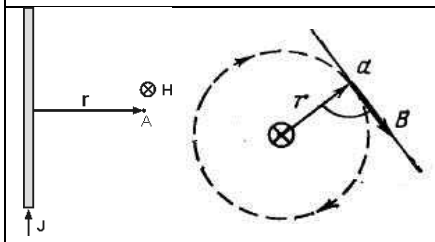
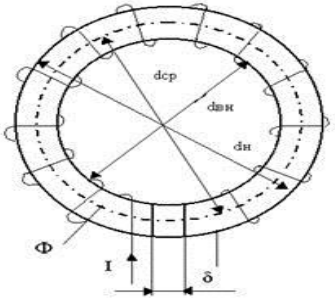
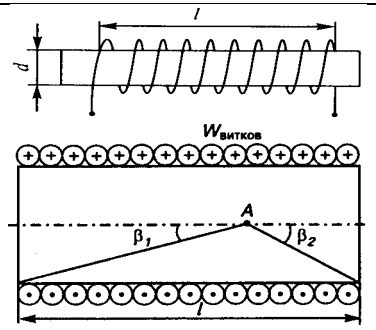
Задачи, предусмотренные в билетах по данной теме, направлены на проверку уровня сформированности умений обучающихся рассчитывать однородные и неоднородные неразветвленные магнитные цепи с постоянными и переменными магнитными потоками. Формулы для расчета основных параметров магнитной цепи приведены в таблице 1. При решении этих задач в качестве приложения используются кривые намагничивания, приведенные на рис. 27.



ПРИМЕЧАНИЕ: 1 - литая сталь, 2 - листовая электротехническая сталь 1512 (горячекатаная), 3 - листовая электротехническая сталь 3411 (холоднокатаная), 4 - листовая электротехническая сталь 1212 (горячекатаная), 5 - листовая электротехническая сталь 1410 (горячекатаная).

Рис. 27

Таблица 11

	Провод с током	Тороид	Цилиндрическая катушка (соленоид)
Характеристика магнитного поля			
Магнитная индукция	В точке, лежащей на окружности вокруг провода: $$B = \mu_a \frac{I}{2\pi r}.$$ Внутри провода на расстоянии a от оси провода: $$B = \mu_a \frac{I}{2\pi a^2} r$$	Внутри магнитопровода в любой точке окружности: $B = \mu_a \frac{I \cdot w}{l}$, где l – длина контура, м. На средней линии тороида: $B = \mu_0 \mu_r \frac{I \cdot w}{2\pi d_{ср}}$, где $d_{ср}=(d_н+d_{вн})/2$.	Внутри магнитопровода: $B = \mu_a \frac{I \cdot w}{l}$, где l – длина сердечника, м. В точке на осевой линии: $$B = \mu_a \frac{I \cdot w}{2l}(\cos\beta_1 + \cos\beta_2)$$
Напряженность магнитного поля	В точке, лежащей на окружности вокруг провода: $$H = \frac{I}{l} = \frac{I}{2\pi r}.$$ Внутри провода на расстоянии a от оси провода: $$H = \frac{I}{2\pi a^2} r$$	$H = \frac{I \cdot w}{l}$, где l – длина контура, м. $l = 2\pi d_{ср} = \pi(d_н + d_{вн})$	На осевой линии катушки в ее центральной части $H = \frac{I \cdot w}{l}$, где l – длина сердечника, м. В точке на осевой линии: $$H = \frac{I \cdot w}{2l}(\cos\beta_1 + \cos\beta_2)$$

Рассмотрим примеры решения задач.

Задача №10. Кольцевой сердечник из литой стали (рис. 28) с равномерно распределенной катушкой имеет размеры: внутренний диаметр d=20 см, наружный диаметр D=24 см и воздушный зазор δ=2 мм. Определить магнитодвижущую силу *F*, необходимую для создания в воздушном зазоре магнитной индукции B=1 Вб/м^2.

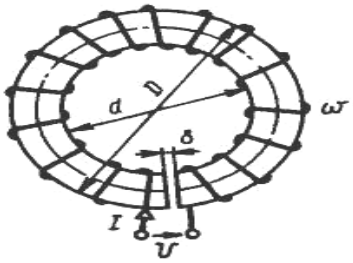


Рис. 28

Напряженность магнитного поля в сердечнике магнитопровода определяется по кривой намагничивания *B (H)* для литой стали (см. рис. 27). Пренебрегая потоками рассеяния, принимаем, что магнитная индукция в воздушном зазоре и в стали одинакова:

$B_0=B_c$=1 Вб/м^2=1 Тл, чему соответствует H_c=700 А/м.

Средняя длина магнитной силовой линии кольцевого магнитопровода:

$$l_{\text{ср}} = \pi D_{\text{ср}} = \frac{\pi(D+d)}{2} = 3{,}14\frac{(24+20)}{2} = 69{,}2 \text{ см}.$$

Напряженность магнитного поля в воздушном зазоре:

$H_0 = B_0 / \mu_a = B_0 / \mu_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 0{,}8 \cdot 10^6 \, A/м$ (так как абсолютная магнитная проницаемость $\mu_{\text{a}} = \mu_r \mu_0$, а для воздуха μ=1, то $\mu_{\text{a}} = \mu_0$.

Определяем магнитодвижущую силу катушки исходя из закона полного тока:

$Iw = H_c l'_{\text{ср}} + \text{H}_0\delta = 700 \cdot 0{,}69 + 0{,}8 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2083$ А, где *lcp' =l–δ=69,2–0,2=69 см* – средняя длина магнитопровода без воздушного зазора.

Задача №11. В неразветвленной магнитной цепи с длиной средней линии 0,4 м и воздушным зазором δ_0 = 2 мм необходимо создать магнитную индукцию *B*= 1,6 Тл. Магнитопровод выполнен из электротехнической стали 1512 (рис. 29). Определить напряженность поля в магнитопроводе и воздушном зазоре, ток намагничивающей обмотки с числом витков *w* = 300.

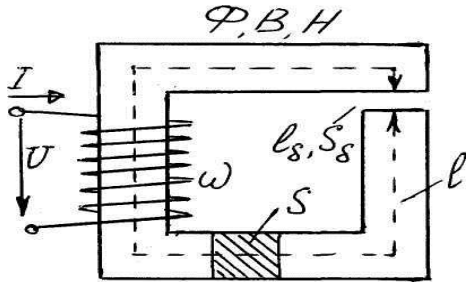


Рис. 29

Определяем напряженность магнитного поля в воздушном зазоре

$$Í_0 = \hat{A}_0 / \mu_à = \hat{A}_0 / \mu_0 = \frac{1{,}6}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 1{,}27 \cdot 10^6\, À/ ì .$$

По приложению (см. рис. 27) находим напряженность поля магнитопровода H=6000 А/м.

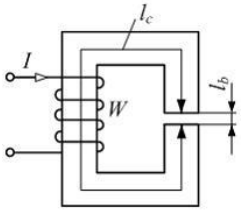
Намагничивающая сила обмотки по закону полного тока

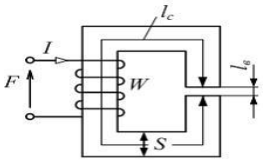
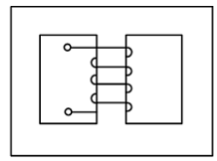
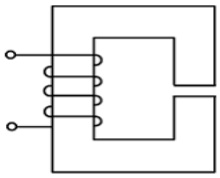
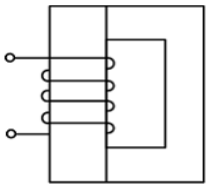
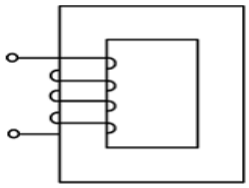
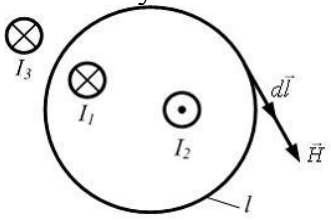
$$I\omega = 6000 \cdot 0{,}4 + 1{,}27 \cdot 10^6 \cdot 0{,}002 = 4928\ A.$$

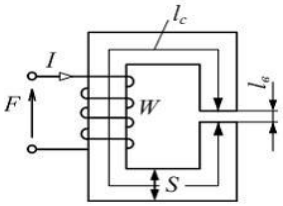
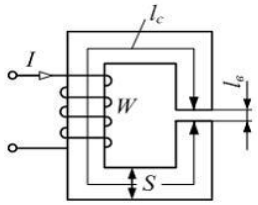
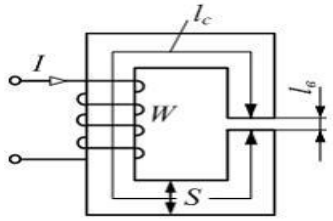
Ток обмотки

$$I = F/\omega = 4928/300 = 16{,}43\ A.$$

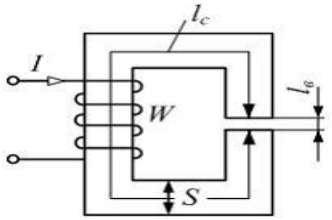
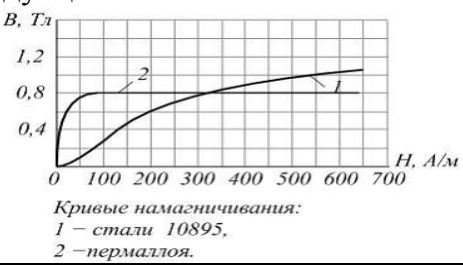
Примеры тестовых заданий

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Магнитодвижущая сила (МДС) катушки, имеющей W витков, с током I равна … 	I WI $H_c \cdot l_c$ $\frac{B}{\mu_o} \cdot l_b$
Магнитный поток Φ через площадь S равен …	$\int_S B dS$ $\int_S \frac{\vec{B}}{\mu_a} d\vec{S}$ $\int_S \vec{B} d\vec{S}$ $\int_S \frac{1}{B} dS$

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
В изображенной магнитной цепи магнитное сопротивление воздушного зазора $R_{мв}$ = ____, магнитное сопротивление ферромагнитного участка $R_{мс}$ = ____. 	$\frac{l_в}{\mu_0 s}; \frac{l_c}{\mu_0 \mu_r s}$ $\frac{l_в}{\mu_0 s}; \frac{l_c}{\mu_r s}$ $\frac{\mu_0 s}{l_в}; \frac{\mu_r s}{l_c}$ $\frac{\mu_0 s}{l_в}; \frac{\mu_0 \mu_r s}{l_c}$
Неразветвленной однородной является магнитная цепь …	   
Магнитопроводы электромагнитных устройств **не выполняют** из …	низкоуглеродистой электротехнической стали листовой электротехнической (железокремнистой) стали железоникелевых сплавов (пермаллоев) электротехнической меди
Для уменьшения потерь от гистерезиса магнитопроводы электротехнических устройств переменного тока выполняют из …	ферромагнитных материалов с широкой петлей гистерезиса ферромагнитных материалов с узкой петлей гистерезиса тонких изолированных друг от друга листов электротехнической стали ферромагнитных материалов с большим удельным электрическим сопротивлением
По закону полного тока $\oint_l \vec{H} d\vec{l} = \ldots$ 	$I_1 - I_2$ $I_1 + I_2$ $I_1 + I_2 + I_3$ $I_1 - I_2 + I_3$

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
При $B = 1\ Тл,\ S = 6\ см^2,$ магнитных напряжениях на ферромагнитном участке $U_{мв} = 360\ А$ и воздушном зазоре $U_{мв} = 500\ А$ эквивалентное магнитное сопротивление цепи $R_м =$ _____ $1/Гн$. 	$60 \cdot 10^4$ $83 \cdot 10^4$ $100 \cdot 10^4$ $143 \cdot 10^4$
В изображенной магнитной цепи при $B = 1\ Тл$, длине воздушного зазора $l_в = 0{,}628\ мм$ магнитное напряжение на воздушном зазоре $U_{мв} =$ ____ $А$. 	360 430 500 860
В изображенной магнитной цепи с заданной таблицей кривой намагничивания при $B = 1\ Тл$, средней длине магнитной линии в ферромагнитном участке $l_c = 80\ см$ – магнитное напряжение на ферромагнитном участке $U_{мс} =$ ____ $А$. 	360 430 500 860

B	$Тл$	0	0,5	0,7	1,0	1,2
H_c	$А/м$	0	120	200	450	1000

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Если $Rm=4\cdot10^5$ 1/Гн, Ф=1 мВб, тогда F равна …	____ А.
Магнитное поле, во всех точках которого векторы магнитной индукции B равны по величине и параллельны, называется	Однородным рановмерным соленоидальным стационарным
В магнитной цепи длина l равна 40 см, число витков w=400, ток I=1 А. Тогда, создаваемая током I напряженность магнитного поля H равна … 	_____ А/м.
Магнитной индукцией B является величина, измеряемая в …	Вб А/м Тл А
Векторной величиной, характеризующей индукционное и электромеханическое (силовое) действие магнитного поля, является …	магнитный потенциал $\varphi_м$ магнитная индукция B магнитный поток $Ф$ напряженность магнитного поля H
Физической величиной, определяемой по силе, действующей со стороны магнитного поля на движущуюся в этом поле, заряженную частицу, является …	Магнитная индукция В. Напряженность электрического поля Е. Намагниченность М. Напряженность магнитного поля Н
Для создания в замкнутом сердечнике магнитной индукции $B = 0{,}4\ Тл$ предпочтительнее ____, а для создания магнитной индукции $B = 0{,}1\ Тл$ _ …  *Кривые намагничивания:* *1 – стали 10895,* *2 –пермаллоя.*	пермаллой, пермаллой пермаллой, сталь сталь, пермаллой сталь, сталь

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Принцип непрерывности магнитного поля выражает интегральное соотношение …	$\oint \vec{H}dl = I$ $\Phi = \oint \vec{B}ds$ $\oint \vec{B}ds = 0$ $L = -\frac{d\psi}{dt}$
В ферромагнитных веществах магнитная индукция B и напряженность магнитного поля H связаны соотношением	$\mathrm{B} = \boldsymbol{\mu_\alpha}\mathrm{H}$ $\mathrm{B} = \frac{\mathrm{H}}{\boldsymbol{\mu_\alpha}}$ $\mathrm{B} = \boldsymbol{\mu_0}\mathrm{H}$ $\mathrm{B} = \frac{\mathrm{H}}{\boldsymbol{\mu_0}}$
Законом Ома для магнитной цепи называется уравнение…	$\Phi = \frac{I \cdot w}{U_m} = \frac{F}{U_m}$ $\Phi = \frac{I \cdot w}{R_m} = \frac{F}{R_m}$ $\Phi = \frac{R_m}{I \cdot w} = \frac{R_m}{F}$ $\Phi = IwR_m = FR_m$
Формулировка «На всякий проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует электромагнитная сила» соответствует закону	Ампера Электромагнитной индукции Полного тока Ленца
Формулировка «Намагничивающая сила H вдоль контура равна полному току, проходящему сквозь поверхность, ограниченную этим контуром» соответствует закону	Ампера Электромагнитной индукции Полного тока Ленца
Формулировка «В проводе, который при движении в магнитном поле пересекает магнитные линии, возбуждается ЭДС, которая называется ЭДС электромагнитной индукции» соответствует закону	Ампера Электромагнитной индукции Полного тока Ленца

ТЕМА 3. Линейные электрические цепи синусоидального тока

Задачи по данной теме посвящены расчетам линейных электрических цепей однофазного и трехфазного синусоидального тока. Рассмотрим ряд из них.

Расчет электрических цепей однофазного синусоидального тока.

Задача №12. Дана электрическая цепь однофазного синусоидального переменного тока с последовательным соединением приемников (рис. 30). Определить ток в цепи, напряжение на всех элементах цепи, полную мощность и построить векторные диаграммы, если известны: f=50 Гц, R=4 Ом, L=40 мГн, C=200 мкФ, U=100 В, ψ_U=20˚.

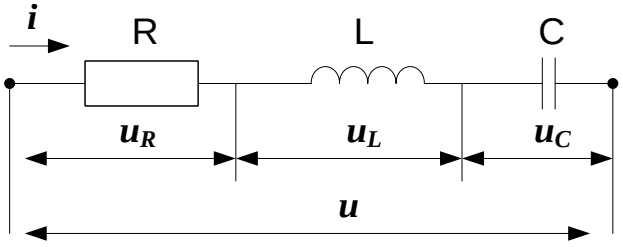


Рис. 30

Решение.

1. Определяем реактивные сопротивления электрической цепи:

Индуктивное сопротивление:

$X_L=2\pi fL=\omega L=2\cdot 3{,}14\cdot 50\cdot 40\cdot 10^{-3}=12{,}6$ Ом.

Алгебраическая запись данного сопротивления – j12,6 Ом, показательная – $12{,}6e^{j90^\circ}$ Ом.

Емкостное сопротивление:

$$X_L=\frac{1}{2\pi fC}=\frac{1}{2\cdot 3{,}14\cdot 50\cdot 200\cdot 10^{-6}}=16 \text{ Ом.}$$

Алгебраическая запись данного сопротивления – (– j16) Ом, показательная – $16e^{-j90^\circ}$ Ом.

2. Записываем полное сопротивление цепи:

$\underline{Z}=R+jX_L-jX_C=4+j12{,}6-j16=4-j3{,}4$ Ом.

Данная запись представляет собой алгебраическую форму записи полного сопротивления цепи в комплексной форме. В алгебраической форме комплексные числа удобно складывать и вычитать. Для совершения действий умножения и деления необходимо алгебраическую форму перевести в показательную форму записи комплексного числа. Для этого сначала определим модуль полного сопротивления цепи:

$|Z|=\sqrt{R^2+X^2}=\sqrt{4^2+3{,}4^2}=5{,}2.$

Определяем угол φ для записи поворотного множителя:

$$\varphi=arctg\frac{\pm X}{R}=\tan^{-1}\frac{-X}{R}=\frac{-3{,}4}{4}=-40°.$$

Тогда запись полного сопротивления в показательной форме будет следующей:

$\underline{Z} = 5{,}2e^{-j40^\circ}$.

3. Так цепь представляет собой последовательное соединение элементов, то ток во всех элементах цепи будет одинаковый. Определяем ток в цепи, используя закон Ома:

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}} = \frac{100e^{j20^\circ}}{5{,}2e^{-j40^\circ}} = 19{,}2e^{j60^\circ}\ \text{А}.$$

4. Определяем напряжения на резисторе, катушке индуктивности и конденсаторе, используя закон Ома:

$\dot{U}_R = \dot{I} \cdot R = 19{,}2e^{j60^\circ} \cdot 4 = 77e^{j60^\circ}$ В.

$\dot{U}_L = \dot{I} \cdot X_L = 19{,}2e^{j60^\circ} \cdot 12{,}6e^{j90^\circ} = 242e^{j150^\circ}$ В.

$\dot{U}_C = \dot{I} \cdot X_C = 19{,}2e^{j60^\circ} \cdot 16e^{-j90^\circ} = 307{,}2e^{-j30^\circ}$ В.

5. Определяем полную мощность цепи, подставляя ток в формулу в сопряженном виде, т.е. заменив знак в угле поворотного множителя на противоположный:

$\underline{S} = \dot{U} \cdot \check{I} = 100e^{j20^\circ} \cdot 19{,}2e^{-j60^\circ} = 1920e^{-j40^\circ}$ ВА.

Запишем полную мощность в алгебраической форме, используя для ее получения тригонометрическую запись комплексного числа:

$\underline{S} = 1920\cos(-40^\circ) + j\,1920\sin(-40^\circ) = 1471 - j1234$ ВА.

Из формулы видно, что в цепи преобладает активно-емкостной характер нагрузки.

Построим векторные диаграммы тока и напряжений для заданной электрической цепи. Для этого запишем показательные формы тока в цепи и напряжений на всех элементах цепи:

$\dot{I} = 19{,}2e^{j60^\circ}$ А.

$\dot{U}_R = 77e^{j60^\circ}$ В.

$\dot{U}_L = 242e^{j150^\circ}$ В.

$\dot{U}_C = 307{,}2e^{-j30^\circ}$ В.

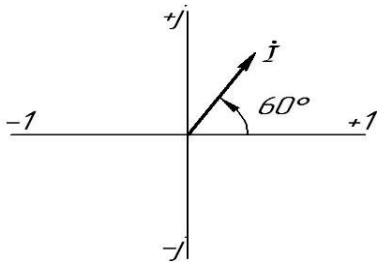
Построение векторной диаграммы начинаем с построения вектора тока. Так как цепь представляет собой последовательное соединение элементов, ток во всех элементах цепи одинаковый.

Задаем масштаб векторов тока и напряжения:

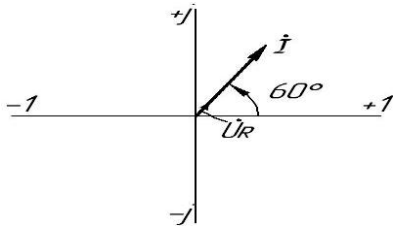
m_I: 1 см = 5 А.

m_U: 1 см = 100 В.

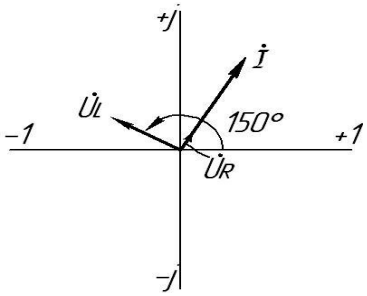
На комплексной плоскости откладываем вектор тока длиной 19,2/5=3,84 см под углом 60˚ в I четверти комплексной плоскости, откладывая угол от оси абсцисс.



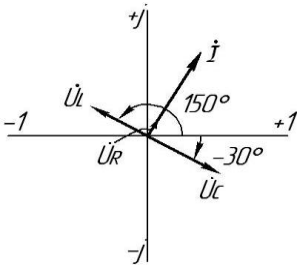
На комплексной плоскости сначала изображаем вектор напряжения на резисторе длиной 77/100=0,7 см под углом 60˚ в I четверти комплексной плоскости, откладывая угол от оси абсцисс. Как видно из векторной диаграммы, вектор напряжения на резисторе U_R совпадает с вектором тока в цепи.



Откладываем вектор напряжения на катушке индуктивности U_L. Данный вектор длиной 242/100=2,4 см откладываем во II четверти комплексной плоскости под углом 150˚ от оси абсцисс. Как видно из векторной диаграммы, вектор напряжения на катушке индуктивности U_L опережает вектор тока в цепи на угол 90˚.

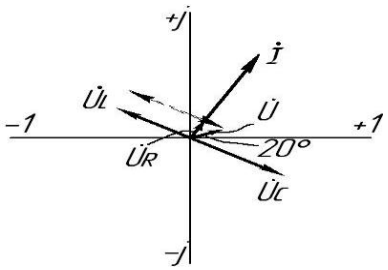


Откладываем вектор напряжения на конденсаторе U_C. Данный вектор длиной 307/100=3 см откладываем в IV четверти комплексной плоскости под углом –30˚ от оси абсцисс. Как видно из векторной диаграммы, вектор напряжения на конденсаторе U_C отстает от вектора тока в цепи на угол 90˚.



Методом переноса векторов строим на комплексной плоскости вектор напряжения U, приложенного цепи. К концу вектора U_R переносим вектор напряжения U_L, а к концу вектора U_L переносим вектор напряжения U_C. Путем соединения начала вектора U_R и конца вектора U_C получаем век-

тор U. Как видно из векторной диаграммы, вектор U равен примерно 100 В и находится под углом 20˚.



Данную векторную диаграмму можно построить в следующей последовательности: откладываем вектор тока, вектор напряжения U_R, к концу вектора U_R пристраиваем под соответствующим углом вектор напряжения U_L, а к концу вектора U_L вектор напряжения U_C. Соединив начало вектора U_R и конец вектора U_C, получаем вектор U.

Задача №13. Дана электрическая цепь однофазного синусоидального переменного тока с параллельным соединением приемников (рис. 31). Определить ток в неразветвленной части цепи I, токи в ветвях схемы I_1 и I_2, построить векторные диаграммы, если известны: R_1=R_2=4 Ом, X_L=6 Ом, X_C=8 Ом, U=100 В, ψ_U=0˚.

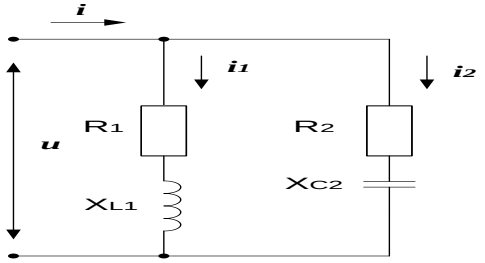


Рис. 31

Решение.

1. Записываем полные сопротивления ветвей электрической цепи $\underline{Z}_1$ и $\underline{Z}_2$ в алгебраической и показательной формах:

$\underline{Z} = R_1 + jX_{L1} = 4 + j6 = 7{,}2e^{j56^\circ}$ *Ом*.

$\underline{Z} = R_2 - jX_{C2} = 4 - j8 = 9e^{-j63^\circ}$ *Ом*.

2. Так сопротивления $\underline{Z}_1$ и $\underline{Z}_2$ соединены параллельно, напряжение, приложенное к ним одинаково, а токи в них разные. Определяем токи в ветвях цепи, используя закон Ома:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}_1} = \frac{100e^{j0^\circ}}{7{,}2e^{j56^\circ}} = 13{,}8e^{-j56^\circ}\ A.$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}_2} = \frac{100e^{j0^\circ}}{9e^{-j63^\circ}} = 11e^{j63^\circ}\ A.$$

3. Определяем ток в неразветвленной части цепи как сумму токов в ветвях I_1 и I_2:

$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 7{,}7 - j11{,}4 + 5 + j9{,}89 = 12{,}7 - j1{,}51\ A$.

Для построения векторной диаграммы определим показательную форму записи тока в неразветвленной части цепи:

$|I| = \sqrt{I'^2 + I''^2} = \sqrt{12{,}7^2 + 1{,}51^2} = 12{,}5.$

Определяем угол φ для записи поворотного множителя:

$$\varphi = arctg\frac{I''}{I'} = \tan^{-1}\frac{-1{,}51}{12{,}7} = -7^\circ.$$

Тогда $\dot{I} = 12{,}5e^{-j7^\circ}\ A.$

4. Построим векторные диаграммы напряжения и токов для заданной электрической цепи. Для этого запишем показательные формы напряжения и токов в ветвях цепи:

$\dot{U} = 100e^{j0^\circ}\ A.$

$\dot{I} = 12{,}5e^{-j7^\circ}\ A.$

$\dot{I}_1 = 13{,}8e^{-j56^\circ}\ A.$

$\dot{I}_2 = 11e^{j63^\circ}\ A.$

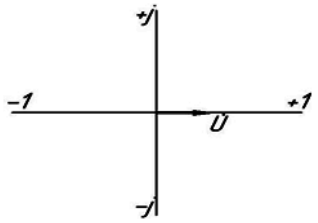
Построение векторной диаграммы начинаем с построения вектора напряжения, так как цепь представляет собой параллельное соединение полных сопротивлений цепи.

Задаем масштаб векторов тока и напряжения:

$m_I: 1\ см = 4\ A.$

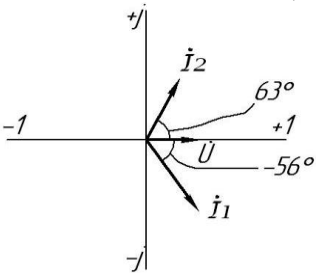
$m_U: 1\ см = 50\ B.$

На комплексной плоскости откладываем вектор напряжения длиной 100/50=2 см под углом 0˚, следовательно, вектор напряжения совпадает с осью абсцисс.

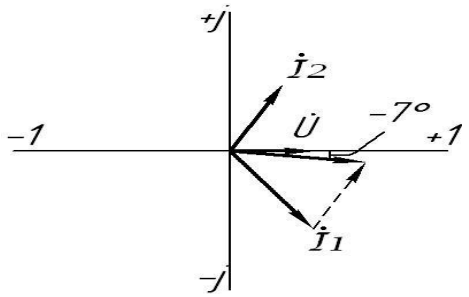


На комплексной плоскости изображаем вектор тока I_1 длиной 13,8/4=3,4 см под углом –56˚.

Откладываем вектор тока I_2 длиной 11/4=2,7 см под углом 63˚.



Вектор тока можно построить как сумму векторов I_1 и I_2. Для этого методом переноса к концу вектора I_1 переносим вектор I_2, соединив начало вектора I_1 и конец вектора I_2, получим вектор тока в неразветвленной части цепи. Как видно из векторной диаграммы, его величина составляет 12,5 А под углом –7˚.



Задача№14. Дана электрическая цепь однофазного синусоидального переменного тока со смешанным соединением приемников (рис. 3). Определить ток в неразветвленной части цепи I_1, токи в ветвях схемы I_2 и I_3, напряжения на участках цепи U_{12} и U_{23}, полную мощность цепи S и мощность на всех участках цепи S_1, S_2 и S_3, составить баланс мощностей и построить векторные диаграммы, если известны: R=4 Ом, X_L=6 Ом, X_C=8 Ом, U=100 В, ψ_U=45˚.

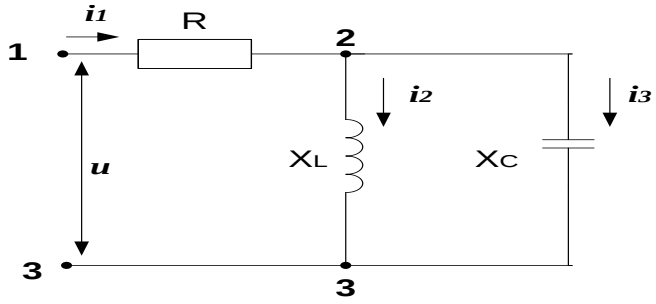


Рис. 32

Решение.

1. Записываем полные сопротивления всех участков цепи в алгебраической и показательной формах:

$\underline{Z}_1 = R = 4\ Ом.$

$\underline{Z}_2 = jX_L = j6 = 6e^{j90^\circ}\ Ом.$

$\underline{Z}_3 = -jX_C = -j8 = 8e^{-j90^\circ}\ Ом.$

2. Так как цепь представляет собой смешанное соединение приемников (рис. 33), то для нахождения тока в неразветвленной части цепи и напряжений на ее участках схему необходимо упростить до одного полного сопротивления.

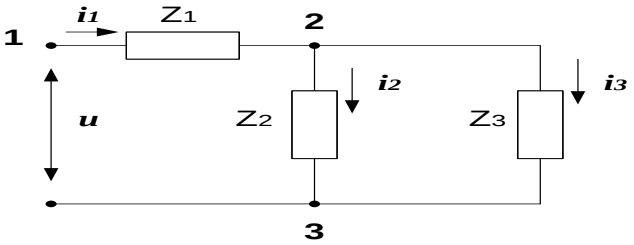
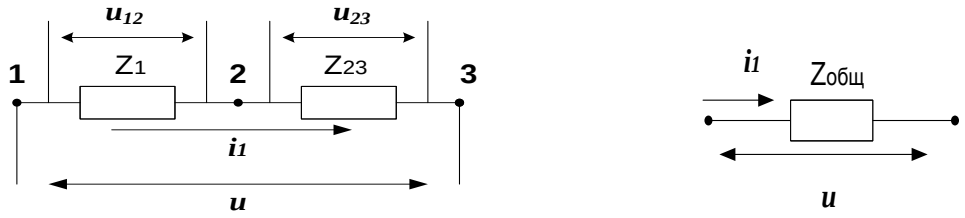


Рис. 33

В первую очередь, эквивалентируем сопротивления $\underline{Z}_2$ и $\underline{Z}_3$, соединенные между собой параллельно:

$$\underline{Z}_{23} = \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{6e^{j90^\circ} \cdot 8e^{-j90^\circ}}{j6 + (-j8)} = \frac{48e^{-j0^\circ}}{-j2} = \frac{48e^{-j0^\circ}}{2e^{-j90^\circ}} = 24e^{j90^\circ} =$$
$$= j24 \text{ Ом}.$$

3. После преобразования схема принимает следующий вид (рис. 34, а).



а б

Рис. 34

Теперь сопротивления $\underline{Z}_1$ и $\underline{Z}_{23}$ соединены последовательно, следовательно, находим общее сопротивление цепи (рис. 34,б):

$$\underline{Z}_{общ} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{23} = 4 + j24 = \sqrt{4^2 + 24^2}e^{\varphi = \tan^{-1}\frac{24}{4}} = 24{,}3e^{j80^\circ} \text{ Ом}.$$

4. Определяем ток в неразветвленной части цепи, используя закон Ома:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}_{общ}} = \frac{100e^{j45^\circ}}{24{,}3e^{j80^\circ}} = 4e^{-j35^\circ} A.$$

5. Чтобы определить в параллельно соединенных сопротивлениях цепи и мощность S_1, необходимо определить напряжения U_{12} и U_{23}. В результате преобразования параллельно соединенных сопротивлений $\underline{Z}_2$ и $\underline{Z}_3$ мы получили схему, изображенную на рис. 5, а. Как видно из рисунка, сопротивления $\underline{Z}_1$ и $\underline{Z}_{23}$ соединены последовательно, ток I, проходящий через них, одинаков. Таким образом, мы можем найти напряжения U_{12} и U_{23}, используя закон Ома:

$$\dot{U_{12}} = \dot{I}_1 \cdot \underline{Z}_1 = \dot{I} \cdot R = 4e^{-j35^\circ} \cdot 4 = 16e^{-j35^\circ} B.$$
$$\dot{U_{23}} = \dot{I}_1 \cdot \underline{Z}_{23} = 4e^{-j35^\circ} \cdot 24e^{j90^\circ} = 96e^{j55^\circ} B.$$

6. Зная напряжение U_{23}, определим токи в ветвях цепи I_2 и I_3:

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_{23}}{\underline{Z}_2} = \frac{96e^{j55^\circ}}{6e^{j90^\circ}} = 16e^{-j35^\circ} A.$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_{23}}{\underline{Z}_3} = \frac{96e^{j55^\circ}}{8e^{-j90^\circ}} = 12e^{j145^\circ} A.$$

Определяем ток в неразветвленной части цепи как сумму токов в ветвях I_2 и I_3:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 13{,}1 - j9{,}17 + (-9{,}82 + j6{,}88) = 3{,}28 - j2{,}29 A.$$

Как видно из результатов вычислений, закон Кирхгофа выполняется.

7. Определяем мощность всей цепи, мощности во всех ветвях цепи и составляем баланс мощностей:

$\underline{S}_{общ} = \dot{U} \cdot \check{I}_1 = 100e^{j45^\circ} \cdot 4e^{j35^\circ} = 400e^{j80^\circ}$

$= 400\cos(80^\circ) + j\,400\sin(80^\circ) = 69{,}4 + j394\ BA.$

$\underline{S}_1 = \dot{U}_{12} \cdot \check{I}_1 = 16e^{-j35^\circ} \cdot 4e^{j35^\circ} = 64e^{j0^\circ}$

$= 64\cos(0^\circ) + j\,64\sin(0^\circ) = 64\ Bm.$

$\underline{S}_2 = \dot{U}_{23} \cdot \check{I}_2 = 96^{j55^\circ} \cdot 16e^{j35^\circ} = 1536e^{j90^\circ}$

$= 1536\cos(90^\circ) + j\,1536\sin(90^\circ) = j1536\ вар.$

$\underline{S}_3 = \dot{U}_{23} \cdot \check{I}_3 = 96^{j55^\circ} \cdot 12e^{-j145^\circ} = 1152e^{-j90^\circ}$

$= 1152\cos(-90^\circ) + j\,11526\sin(-90^\circ) = -j1152\ вар.$

Составляем баланс мощностей:

$\underline{S}_{общ} = \underline{S}_1 + \underline{S}_2 + \underline{S}_3$

$69{,}4 + j394 = 64 + j1536 - j1152$

$69{,}4 + j394 \approx 64 + j384$

Баланс мощностей сходится, следовательно, задача решена верно.

Построим векторные диаграммы. Запишем показательные формы всех токов и напряжений, найденных в ходе решения задачи.

$\dot{I}_1 = 4e^{-j35^\circ}\ A.$

$\dot{I}_2 = 16e^{-j35^\circ}\ A.$

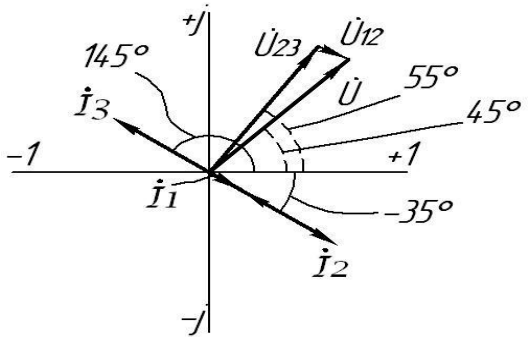
$\dot{I}_3 = 12e^{j145^\circ}\ A.$

$\dot{U} = 100e^{j45^\circ} B.$

$\dot{U}_{12} = 16e^{-j35^\circ}\ B.$

$\dot{U}_{23} = 96e^{j55^\circ}\ B.$

Сначала на комплексной плоскости строим векторную диаграмму токов. Затем строим векторную диаграмму напряжений, откладывая сначала вектора напряжений U_{12} и U_{23} и получая путем их сложения вектор напряжения U.



Расчет электрических цепей трехфазного синусоидального тока.

При подготовке к зачету по данной теме следует обратиться к литературному источнику [3, с. 29-31] и повторить методику решения задач, касающихся расчета параметров трехфазных цепей при схеме соединения потребителей «звездой» или «треугольником» при симметричной и несимметричной нагрузке. Приведем примеры решения некоторых задач.

Задача №15. К трехфазной цепи линейным напряжением 220 В подключена нагрузка: R_A=4 Ом, X_B=6 Ом, X_C=8 Ом (рис. 35). Определить фазные напряжения, токи в каждой фазе и в нейтральном проводе.

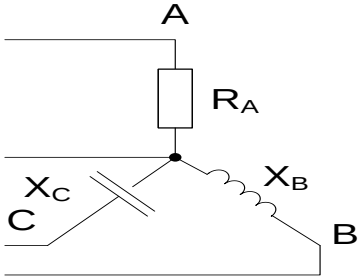


Рис. 35

Решение.

1. Запишем в комплексной форме сопротивления фаз нагрузки:

$\underline{Z}_A = R = 4$ *Ом.*

$\underline{Z}_B = jX_L = j6 = 6e^{j90^\circ}$ *Ом.*

$\underline{Z}_C = -jX_C = -j8 = 8e^{-j90^\circ}$ *Ом.*

2. Определим фазные напряжения электрической цепи:

$$\dot{U}_\text{A} = \frac{U_{A_\text{Л}}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 110 \text{ В.}$$

$$\dot{U}_B = \frac{U_{\text{B}_\text{Л}}}{\sqrt{3}} = \frac{220\text{e}^{-j120^\circ}}{\sqrt{3}} = 110\text{e}^{-j120^\circ} \text{ В.}$$

$$\dot{U}_C = \frac{U_{C_\text{Л}}}{\sqrt{3}} = \frac{220\text{e}^{j120^\circ}}{\sqrt{3}} = 110\text{e}^{j120^\circ} \text{ В.}$$

3. Определим фазные (линейные) токи электрической цепи:

$$\dot{I}_\text{A} = \frac{\dot{U}_{A_\text{ф}}}{\underline{Z}_A} = \frac{110}{4} = 27{,}5 \text{ А.}$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_{\text{B}_\text{ф}}}{\underline{Z}_B} = \frac{110\text{e}^{-j120^\circ}}{6e^{j90^\circ}} = 18{,}3\text{e}^{-j210^\circ} \text{ В}$$

$$= 18{,}3\cos(-210^\circ) + j\,18{,}3\sin(-210^\circ) = -15{,}8 + j9{,}15 \text{ А.}$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_{C_\text{ф}}}{\underline{Z}_C} = \frac{110\text{e}^{j120^\circ}}{8e^{-j90^\circ}} = 13{,}75\text{e}^{j210^\circ} \text{ А}$$

$$= 13{,}75\cos(210^\circ) + j\,13{,}75\sin(210^\circ) = -11{,}9 - j6{,}88 \text{ А.}$$

4. Определим ток в нейтральном проводе:

$$\dot{I}_N = \dot{I}_\text{A} + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 27{,}5 - 15{,}8 + j9{,}15 - 11{,}9 - j6{,}88$$

$$= -0{,}2 - j2{,}27 \text{ А} = 2{,}27\text{e}^{j265^\circ} \text{ А.}$$

Задача №16. К трехфазной сети с фазным напряжением $U_\text{ф}$=220 В подключена нагрузка, соединенная по схеме «треугольник». Во всех фазах нагрузка имеет чисто индуктивный характер. Известны фазные токи при-

емника: $\dot{I}_{ab}=44e^{-j53^\circ}$ А, $\dot{I}_{bc}=22e^{j240^\circ}$ А, $\dot{I}_{ca}=22e^{j83^\circ}$ А, $\cos\varphi_{AB}=0{,}6$, $\cos\varphi_{BC}=1$, $\cos\varphi_{CA}=0{,}8$, $\sin\varphi_{AB}=0{,}8$, $\sin\varphi_{BC}=0$, $\sin\varphi_{CA}=0{,}6$. Определить активную, реактивную, полную мощности каждой фазы двумя способами. Составить баланс мощностей.

Решение.

Так как нагрузка несимметричная, необходимо рассчитать мощность каждой фазы.

Определяем активную мощность каждой фазы:

$P_{AB} = U_{AB} I_{AB} \cos\varphi_{AB} = 220 \cdot 44 \cdot 0{,}6 = 5808$ Вт.

$P_{BC} = U_{BC} I_{BC} \cos\varphi_{BC} = 220 \cdot 22 \cdot 1 = 4840$ Вт.

$P_{CA} = U_{CA} I_{CA} \cos\varphi_{CA} = 220 \cdot 22 \cdot 0{,}8 = 3872$ Вт.

$\sum P = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA} = 5808 + 4840 + 3872 = 14520$ Вт.

Определяем реактивную мощность каждой фазы:

$Q_{AB} = U_{AB} I_{AB} \sin\varphi_{AB} = 220 \cdot 44 \cdot 0{,}8 = 7744$ вар.

$Q_{BC} = U_{BC} I_{BC} \sin\varphi_{BC} = 220 \cdot 22 \cdot 0 = 0$ вар.

$Q_{CA} = U_{CA} I_{CA} \sin\varphi_{CA} = 220 \cdot 22 \cdot 0{,}6 = 2904$ вар.

$\sum Q = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 7744 + 0 + 2904 = 10648$ вар.

Определяем полную мощность трехфазной цепи:

$\underline{S}_{общ} = \sum P + \sum Q$ =14520+j10648 ВА.

Определяем полную мощность каждой фазы:

$$\underline{S}_{AB} = \dot{U}_{AB} \cdot \check{I}_{AB} = 220e^{j0^\circ} \cdot 44e^{j53^\circ} = 9680e^{j53^\circ}$$
$$= 9680\cos(53^\circ) + j\,9680\sin(53^\circ) = 5825{,}6 + j7730{,}8\ BA.$$

$$\underline{S}_{BC} = \dot{U}_{BC} \cdot \check{I}_{BC} = 220^{-j120^\circ} \cdot 22e^{-j240^\circ} = 4400e^{j0^\circ}$$
$$= 4400\cos(0^\circ) + j\,4400\sin(0^\circ) = 4400\ BA.$$

$$\underline{S}_{CA} = \dot{U}_{CA} \cdot \check{I}_{CA} = 220^{j120^\circ} \cdot 22e^{-j83^\circ} = 4400e^{j37^\circ}$$
$$= 4400\cos(37^\circ) + j\,4400\sin(37^\circ) = 3514 + j2648\ \ BA.$$

Составляем баланс мощностей:

$\underline{S}_{общ} = \underline{S}_{AB} + \underline{S}_{BC} + \underline{S}_{CA}$=$5825{,}6 + j7730{,}8 + 4400 + 3514 + j2648 =$

$13740 + j10380\ \ BA.$

$14520 + \text{j}10648\ \approx 13740 + j10380$

Баланс сошел с учетом погрешностей, следовательно, задача решена правильно.

Задача №17. В трехфазную сеть с линейным напряжением $U_л$ = 220 В включен звездой приемник, активное, индуктивное и емкостное сопротивление фаз которого равны: $r = x_L = x_C = 10$ Ом (рис. 36). Определить напряжение смещения нейтрали U_N. Построить векторную диаграмму.

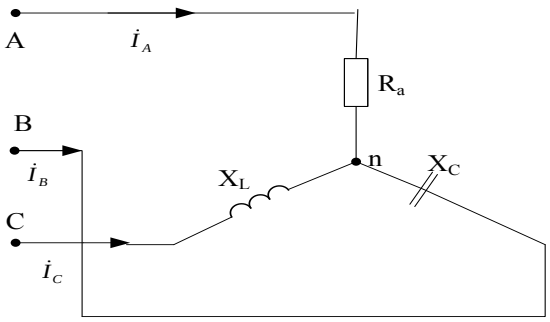


Рис. 36

Решение.

Определяем фазные напряжения источника питания:

$U_{ф} = U_{л} / \sqrt{3} = 220/1{,}73 = 110$ В.

$\dot{U}_A = 110$ В.

$\dot{U}_B = 110e^{-j120^\circ} = (-55 - j95)$ В.

$\dot{U}_C = 110e^{j120^\circ} = (-55 + j95)$ В.

Рассчитываем комплексы фазных сопротивлений нагрузки:

$\underline{Z}_{ф} = R_{ф} \pm jX_{ф}$

$\underline{Z}_{à} = R_{à} = 10$ Ом.

$\underline{Z}_{â} = -jX_{â} = -j10$ Ом.

$\underline{Z}_{c} = +jX_{c} = +j10$ Ом.

$Z_N = \infty$

Определяем проводимости ветвей приемника:

$$\underline{Y}_a = \frac{1}{\underline{Z}_a} = \frac{1}{10} = 0{,}1 \text{ См.}$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_b} = \frac{1}{-j10} = j0{,}1 = j0{,}1e^{j90^\circ} \text{См.}$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_c} = \frac{1}{j10} = -j0{,}1 = j0{,}1e^{-j90^\circ} \text{См.}$$

$$\underline{Y}_N = \frac{1}{\underline{Z}_N} = 0.$$

Рассчитываем напряжение между нейтральными точками приемника и источника питания или напряжение смещения нейтрали:

$$\dot{U}_N = \frac{\dot{U}_A \cdot \underline{Y}_a + \dot{U}_B \cdot \underline{Y}_b + \dot{U}_C \cdot \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c + \underline{Y}_N} = \frac{0{,}1 \cdot 110 + j0{,}1(-55 - j95) - j0{,}1(-55 + j95)}{0{,}1 + j0{,}1 - j0{,}1 + 0} =$$

$\frac{11-j5{,}5+9{,}5+j5{,}5+9{,}5}{0{,}1} = \frac{30}{0{,}1} = 300$ В.

Задача №18. По условиям предыдущей задачи определить фазные напряжения и токи в фазах приемника, если напряжение смещения нейтрали U_N=300 В.

Решение.

Определяем фазные напряжения нагрузки:

$\dot{U}_{AN} = \dot{U}_A - \dot{U}_N = 110 - 300 = -190\ B.$

$\dot{U}_{BN} = \dot{U}_B - \dot{U}_N = -55 - j95 - 300 = -355 - j95 = 367{,}5e^{j195°-360°}$

$= 367{,}5e^{-j165°}$ В.

$|U_{BN}| = \sqrt{355^2 + 95^2} = 367{,}5\ B.$

$\varphi_{BN} = arctg\frac{-95}{-355} = 15° + 180° = 195°$

$\dot{U}_{CN} = \dot{U}_C - \dot{U}_N = -55 + j95 - 300 = -355 + j95 = 367{,}5e^{j165°}\ B.$

$\varphi_{CN} = arctg\frac{95}{-355} = -15° + 180° = 165°$

Рассчитываем фазные (линейные) токи электрической цепи:

$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_{AN}}{\underline{Z}_a} = \frac{-190}{10} = -19$ А.

$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_{BN}}{\underline{Z}_b} = \frac{367{,}5e^{-j165°}}{10e^{-j90°}} = 36{,}7\mathrm{e}^{-j75°}$

$= 36{,}7\cos(-75°) + j\,36{,}7\sin(-75°) = 9{,}5 - j35{,}4$ А.

$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_{CN}}{\underline{Z}_c} = \frac{367{,}5e^{j165°}}{10e^{j90°}} = 36{,}7\mathrm{e}^{j75°}$

$= 36{,}7\cos(75°) + j\,36{,}7\sin(75°) = 9{,}5 + j35{,}4$ А.

Определяем ток в нейтральном проводе:

$\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = -19 + 9{,}5 - j35{,}4 + 9{,}5 + j35{,}4 = 0.$

Векторная диаграмма изображена на рис. 37.

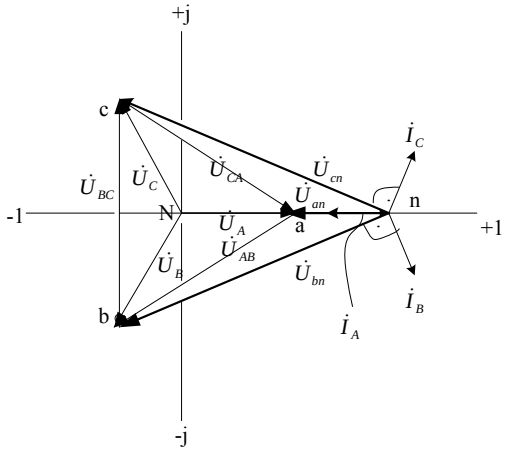
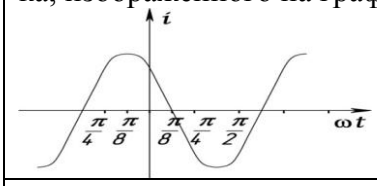
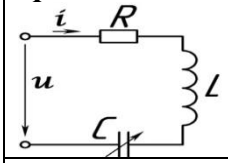
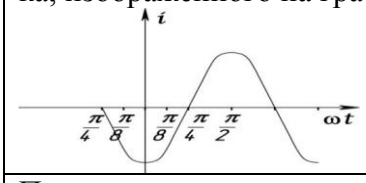
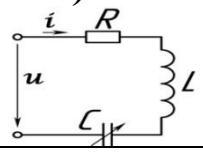
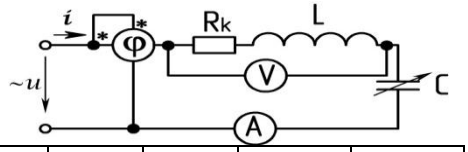
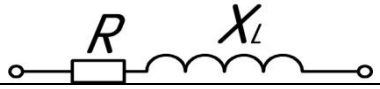
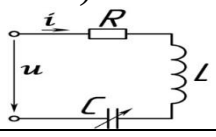


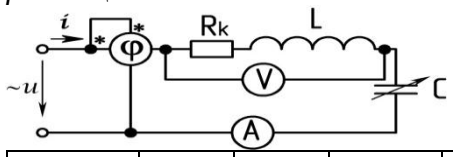
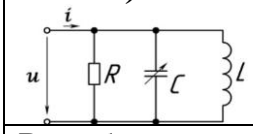
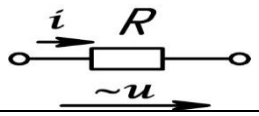
Рис. 37

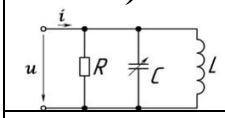
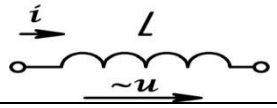
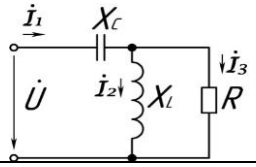
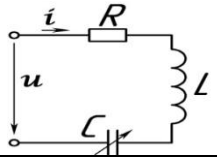
Примеры тестовых заданий

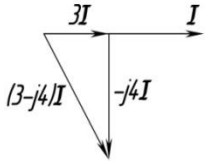
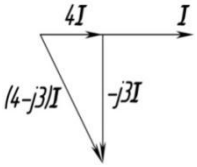
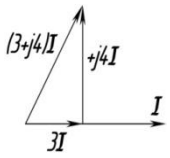
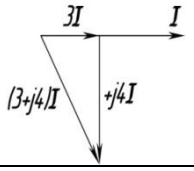
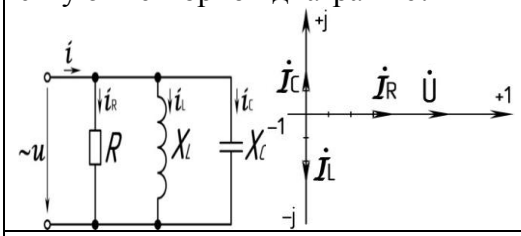
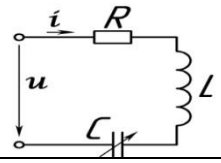
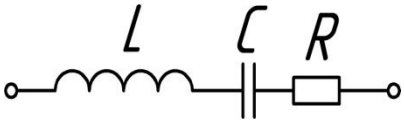
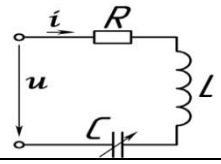
Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Определите начальную фазу переменного тока, изображенного на графике. 	1. π/6. 2. –π/6. 3. 0. 4. π/2
Конденсатор емкостью 100 мкФ включен в сеть переменного тока частотой 50 Гц. Емкостное сопротивление равно…	1. X_C=0,637 Ом. 2. X_C=0,318 Ом. 3. X_C=3180 мОм. 4. X_C=31,8 Ом
В цепи с сопротивлением *R*=10 Ом протекает ток $i = 2{,}82sin(\omega t - 30°)$, тогда амплитудное значение напряжения U и угол сдвига фаз между током и напряжением φ равны …	1. U=28,2 В, $= 0$. 2. U=28,2 В, $= -30°$. 3. U=20 В, $= 0$. 4. U=20 В, $= -30°$
При резонансе напряжений максимального значения могут достигать ***(укажите два правильных ответа)*** … 	1. Ток *I* в цепи. 2. Полное сопротивление *Z* цепи. 3. Напряжение на катушке индуктивности U_K. 4. Активное сопротивление *R*
В идеализированной цепи *u=100sinωt.* Чему равно действующее значение самоиндукции e_L? *(Ответ округлить до целых)*	____ В.
Определите начальную фазу переменного тока, изображенного на графике 	1. 0. 2. π/2 3. π/4. 4. –π/4.
Период синусоидального тока *T* составляет 0,002 с, тогда частота *f* составит …	1. 314 Гц. 2. 2000 Гц. 3. 0,002 Гц. 4. 500 Гц
Индуктивность обмотки электромагнитного реле составляет 100 мГн. Индуктивное сопротивление этого реле при частоте 50 Гц равно …	1. X_L= 9,42 Ом. 2. X_L= 31,4 Ом. 3. X_L= 106 Ом. 4. X_L= 0,106 Ом

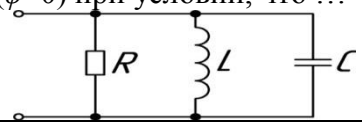
<table>
<tr><th>Вопрос</th><th>Варианты ответа
(выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)</th></tr>
<tr><td>При резонансе напряжений максимального значения могут достигать (укажите два правильных ответа) …

</td><td>1. Реактивная мощность Q_C
2. Полное сопротивление Z цепи.
3. Активная мощность P.
4. Реактивная мощность Q.</td></tr>
<tr><td>В приведенной на цепи путем изменения емкости конденсатора C добились резонанса напряжений. При резонансе напряжений напряжение на входе цепи U=40 В=const, f=50 Гц.


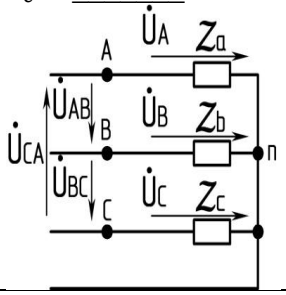
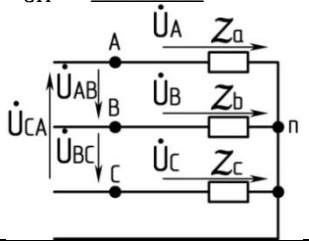
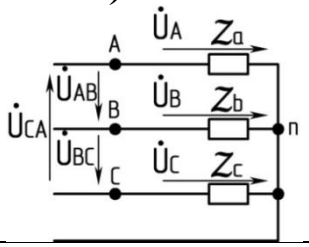
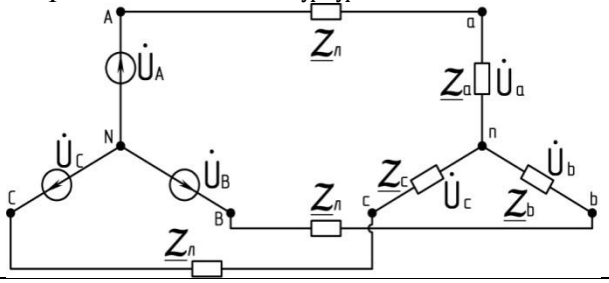
<table>
<tr><th>№ опыта</th><th>C</th><th>I, A</th><th>φ, град.</th><th>U_C, В</th></tr>
<tr><td>1</td><td>C1</td><td>0,7</td><td>45°</td><td>45</td></tr>
<tr><td>2</td><td>C2</td><td>2,5</td><td>0</td><td>145</td></tr>
<tr><td>3</td><td>C3</td><td>0,7</td><td>-45°</td><td>112</td></tr>
</table>
Для приведенной цепи в режиме резонанса напряжений определить активное сопротивление катушки R ____ Ом.</td><td>_____ Ом.</td></tr>
<tr><td>Полное сопротивление Z приведенной цепи при R=6 Ом и X_L=8 Ом равно …

</td><td>1. $6+j8$ Ом.
2. 14 Ом.
3. 10 Ом.
4. $6-j8$ Ом</td></tr>
<tr><td>Угловая частота ω при частоте синусоидального тока f, равной 100 Гц, составит …</td><td>1. 628 $с^{-1}$.
2. 100 $с^{-1}$.
3. 0,01 $с^{-1}$.
4. 314 $с^{-1}$</td></tr>
<tr><td>В цепи напряжение $\dot{U} = 10e^{j40^\circ}$, а ток $\dot{I} = 4e^{j40^\circ}$, тогда полная мощность цепи S равна …</td><td>1. $\underline{S} = 40e^{j80^\circ}\ BA$.
2. $\underline{S} = 40e^{j0^\circ}\ BA$.
3. $\underline{S} = 40e^{j40^\circ}\ BA$.
4. $\underline{S} = 40e^{j-40^\circ}\ BA$</td></tr>
<tr><td>При резонансе напряжений минимального значения могут достигать (укажите два правильных ответа) …

</td><td>1. Полное сопротивление Z цепи.
2. Реактивное сопротивление X
3. Ток I в цепи.
4. Напряжение на катушке индуктивности U_K.</td></tr>
</table>

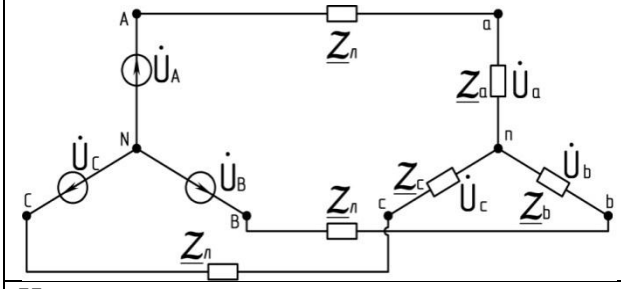
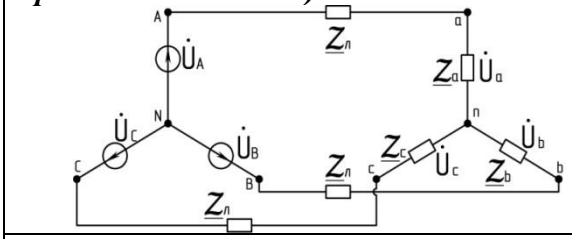
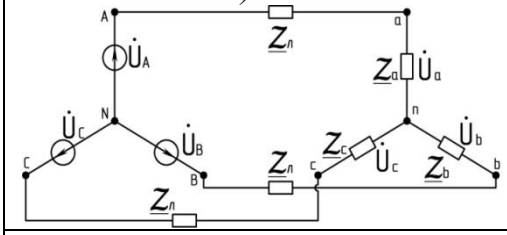
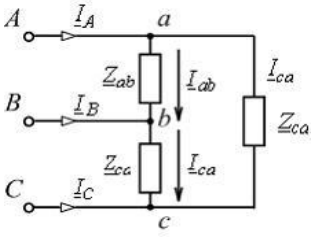
Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
В приведенной на цепи путем изменения емкости конденсатора С добились резонанса напряжений. При резонансе напряжений напряжение на входе цепи U=40 В=const, *f*=50 Гц.  № опыта / C / I, A / φ, град. / U_C, В 1 / C1 / 0,7 / 45° / 45 2 / C2 / 2,5 / 0 / 145 3 / C3 / 0,7 / -45° / 112 Для приведенной цепи в режиме резонанса напряжений определить емкость конденсатора _____ мкФ.	_____ мкФ.
Полное сопротивление *Z* приведенной цепи при *R=3 Ом* и X_C*=4 Ом* равно …  	1. *3+j4* Ом. 2. 7 Ом. 3. 5 Ом. 4. *3−j4* Ом
Амплитудное значение тока $i = 2{,}42\sin(\omega t - 10°)$ равно …	1. 3,41 А. 2. 1,71 А. 3. 2,42 А. 4. –10 А
Сопротивления каких элементов являются активными?	1. Емкостных. 2. Индуктивных. 3. Нелинейных 4. Резистивных.
При резонансе токов минимального значения могут достигать ***(укажите два правильных ответа)*** …  	1. Ток *I* в неразветвленной части цепи. 2. Напряжение на катушке индуктивности. 3. Полное сопротивление *Z* цепи. 4. Полная проводимость *Y* цепи
В изображенной цепи угол сдвига фаз между током и напряжением φ равен …  	1. π . 2. 0. 3. $\pi/2$. 4. $-\pi/2$
Действующее значение переменного тока в сети составляет 127 В, тогда его амплитудное значение равно …	1. 380 В. 2. 535 В. 3. 127 В. 4. 220 В.

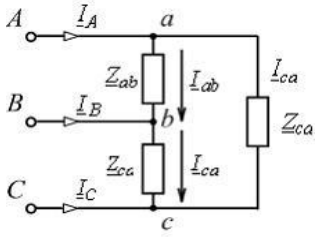
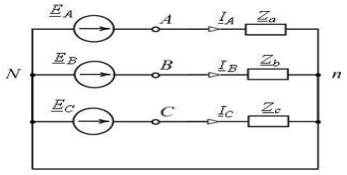
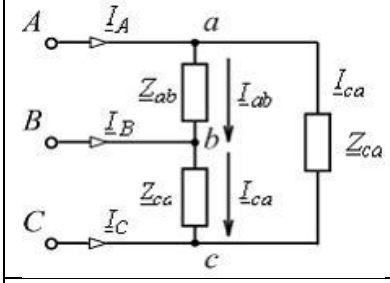
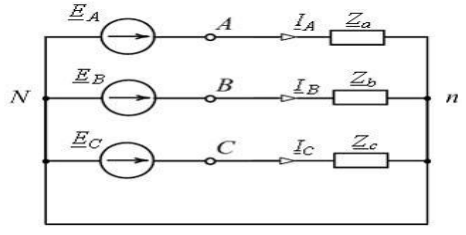
Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Какое из приведенных выражений для цепи синусоидального тока, состоящей из последовательно соединенных элементов *R, L, C*, содержит ошибку?	1. $X_L = 2\pi f L$. 2. $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ 3. $X_C = 2\pi f C$ 4. $\omega = 2\pi/\mathrm{T}$
При резонансе токов максимального значения могут достигать ***(укажите два правильных ответа)*** … 	1. Ток в катушке индуктивности I_L. 2. Полное сопротивление *Z* цепи. 3. Ток *I* в неразветвленной части цепи. 4. Полная проводимость *Y* цепи
В изображенной цепи угол сдвига фаз между током и напряжением φ равен … 	1. 0. 2. $\pi/2$. 3. π. 4. $-\pi/2$
Если R=X_L=10 Ом, X_C=5 Ом, общее комплексное сопротивление <u>Z</u> цепи, приведенной на рисунке, равно … 	1. *5–j10.* 2. 5. *3. 5+j10.* 4. Для ответа недостаточно данных
К цепи приложено напряжение 10 В. Ток, протекающий по цепи, $\dot{I} = 20 - j5$ А, тогда полная мощность цепи …	1. $200 - j50$ ВА. 2. $2 + j0{,}05$ ВА. 3. $200 + j50$ ВА. 4. Для ответа недостаточно данных
При резонансе напряжений в цепи равны между собой ***(укажите два правильных ответа) …*** 	1. U_R и U_L 2. U_L и U_C 3. U и U_R 4. U_R и U_C
В изображенной цепи угол сдвига фаз между током и напряжением φ равен … 	1. 0. 2. $-\pi/2$. 3. $\pi/2$. 4. π

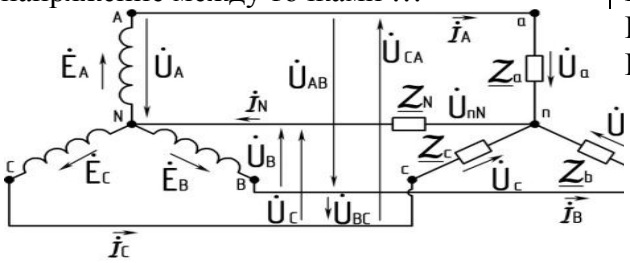
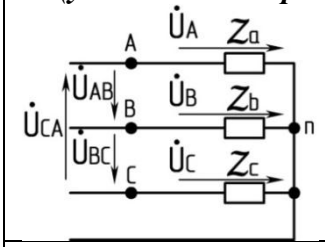
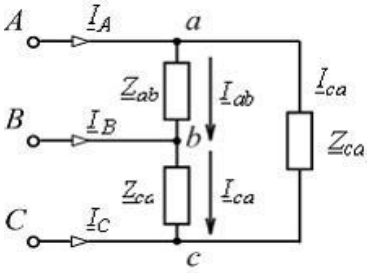
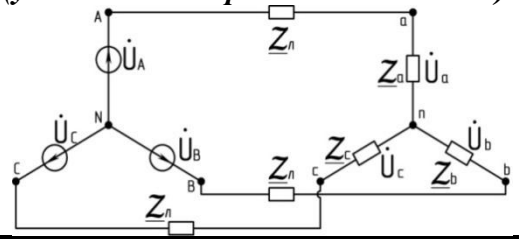
Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)	
Приведенной цепи при $R=3$ *Ом*, $X_L=4$ *Ом* соответствует векторная диаграмма … 	1 	2 
	3 	4 
Для приведенной цепи представлена векторная диаграмма токов и напряжения. Какие соотношения сопротивлений цепи соответствуют векторной диаграмме? 	1. $X_L<R$, $X_C<R$. 2. $X_L>R$, $X_C>R$. 3. $X_L>X_C$, $X_C<R$. 4. $X_L<X_C$, $X_L<R$	
При резонансе напряжений в цепи равны между собой ***(укажите два правильных ответа) …*** 	1. U_R и U_C 2. U_L и U_R 3. U_L и U_C 4. $f_Г=f_0$	
Резонансная частота f_0 для данной цепи определяется выражением … 	1. $f_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}$. 2. $f_0=\frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$. 3. $f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. 4. $f_0=\frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$	
При резонансе напряжений в цепи равны между собой ***(укажите два правильных ответа)*** … 	1. Z и R 2. Z и X 3. R и X 4. X_L и X_C	

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Режим резонанса можно получить путем изменения ***(укажите неправильный ответ)*** …	1. Частоты питающего напряжения. 2. Питающего напряжения. 3. Индуктивного сопротивления X_L. 4. Емкостного сопротивления X_C
Катушка с сопротивлением R и индуктивностью L подключены к источнику синусоидального напряжения, амплитуда которого неизменна, а частота может изменяться. К уменьшению тока приведет ***(укажите два правильных ответа) …***	1. Увеличение активного сопротивления R 2. Уменьшение активного сопротивления R 3. Увеличение частоты f 4. Уменьшение индуктивности L
Комплексное сопротивление Z при R=4 Ом и X_C=3 Ом изображенной цепи составит … 	1. $7\ Ом.$ 2. $4 - j3\ Ом.$ 3. $4 + j3\ Ом.$ 4. $5\ Ом$
Мгновенное значение тока $i = 6\sin(628t - \pi)$. Верно, что его ***(укажите два правильных ответа)*** …	1. действующее значение тока I=6√2 А; 2. частота 60 Гц; 3. комплексная амплитуда I_m=–6 А; 4. период T=0,01 с
В приведенной цепи напряжение на входе совпадает по фазе с током в неразветвленной части цепи (φ=0) при условии, что … 	1. $B_L > B_C.$ 2. $B_L = B_C.$ 3. $B_C = R.$ 4. $B_L < B_C$
При f=50 Гц и L=0,1 Гн комплексное сопротивление идеального индуктивного элемента $\underline{Z}_L$ равно …	1. 31,4 Ом. 2. j31,4 Ом. 3. –31,4 Ом. 4. $31{,}4e^{-j\frac{\pi}{2}}$
При напряжении $u=200\sin 314t$ и величине $Xc=100\ Ом$, действующее значение тока $i(t)$ равно …	1. 1,41 2. 0,707 3. 4 4. 2
К цепи приложено напряжение 10 В. Ток, протекающий по цепи, $\dot{I} = 20 - j5$ А, тогда полная мощность цепи ***(укажите два правильных ответа)*** …	1. $P = 200$ Вт. 2. S=250 ВА. 3. $\underline{S} = 200 - j50$ ВА. 4. $Q = 50\ вар.$

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
В симметричной трехфазной системе напряжений прямой последовательности выполняются условия … *(укажите два правильных ответа)*	$\dot{E}_A = \dot{E}_B = \dot{E}_C$. $E_A = E_B = E_C$. $\dot{E}_B = \dot{E}_A e^{-j120^\circ}$. $\dot{E}_C = \dot{E}_A e^{-j120^\circ}$
На приведенном рисунке фазы приемника соединены по схеме _____, а напряжение $\dot{U}_c$ – _____ 	Треугольник, фазное. Треугольник, линейное. Звезда, фазное. Звезда, линейное
На приведенном рисунке фазы приемника соединены по схеме _____, а напряжение $\dot{U}_{CA}$ – _____ . 	Треугольник, фазное. Треугольник, линейное. Звезда, фазное. Звезда, линейное
В симметричной трехфазной цепи при соединении фаз приемника звездой $\dot{U}_a = \dot{E}_A = 380e^{j0^\circ}$В. Тогда верными выражениями линейного напряжения для данной цепи является … ***(укажите два правильных ответа)*** 	$\dot{U}_{AB} = 380\sqrt{3}e^{j30^\circ}$ В. $\dot{U}_{BC} = 380\sqrt{3}e^{-j90^\circ}$В. $\dot{U}_{CA} = 380e^{j120^\circ}$В. $\dot{U}_{AB} = 380e^{-j120^\circ}$ В
В приведенной цепи $I_Л Z_Л$ называется … 	Падение напряжения в линии; Линейным напряжением; Напряжением смещения нейтрали; Потерей напряжения в линии

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Арифметическая разность напряжений $\dot{U}_{AB} - \dot{U}_{ab}$ в начале и конце линии является … 	Напряжением смещения нейтрали; Падением напряжения на внутреннем сопротивлении генератора; Потерей напряжения в линии; Падением напряжения в линии
Назначением нейтрального провода является …	Устранение взаимного влияния нагрузок фаз друг на друга. Выравнивающее действие на нагрузки фаз. Устранение несимметрии фазных токов. Разгрузка сети от реактивных токов
В трехфазную цепь при симметричной нагрузке, соединенной по схеме «звезда», подключили нейтральный провод (соединили точки *N* и *n*). Тогда … ***(укажите два правильных ответа)*** 	Ток в нейтральном проводе будет равен нулю. Токи в линейных поводах не изменятся. Фазное напряжение приемника уменьшится; Падение напряжения в линии станет равным нулю
Для приведенной цепи справедливы утверждения, что … *(укажите два правильных ответа)* 	Фазный ток приемника равен фазному току генератора. Фазное напряжение приемника меньше фазного напряжения генератора. Фазный ток приемника в √3 раз меньше фазного тока генератора. Фазное напряжение приемника больше фазного напряжения генератора
По схеме треугольник можно подключить … 	Любые приемники электроэнергии (симметричные и несимметричные) Только симметричные приемники электроэнергии $\underline{Z}_{ab} = \underline{Z}_{bc} = \underline{Z}_{ca}$ Только однородные приемники электроэнергии $\varphi_{ab} = \varphi_{bc} = \varphi_{ca}$ Только равномерные приемники электроэнергии $Z_{ab} = Z_{bc} = Z_{ca}$

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
В симметричной трехфазной цепи при соединении фаз нагрузки треугольником выполняются следующие условия … ***(укажите два правильных ответа)*** 	Фазный ток равен линейному току. Фазное напряжение меньше линейного напряжения. Фазный ток в меньше тока линейного. Фазное напряжение равно линейному напряжению
В трехфазную сеть с линейным напряжением 220 В включают лампы накаливания с номинальным напряжением 127 В. Какова при этом схема включения ламп?	Звезда. Звезда с нейтральным проводом. Треугольник. Лампы нельзя включать в сеть с линейным напряжением 220 В
В изображенной схеме с симметричной системой ЭДС $\dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C$соотношение $U_Л = \sqrt{3}U_ф$ выполняется _____ нагрузке (нагрузках). 	При любых Только при симметричной $\underline{Z}_a = \underline{Z}_b = \underline{Z}_c$ Только при однородной $\varphi_a = \varphi_b = \varphi_c$ Только равномерные приемники электроэнергии $Z_a = Z_b = Z_c$
В схеме соединения треугольником соотношение $I_Л = \sqrt{3}I_ф$ выполняется _____ приемников. 	Для любых приемников Только для симметричных $\underline{Z}_{ab} = \underline{Z}_{bc} = \underline{Z}_{ca}$ Только для однородных $\varphi_{ab} = \varphi_{bc} = \varphi_{ca}$ Только для равномерных
Напряжение смещения нейтрали равно нулю ($U_{Nn}=0$) при … ***(укажите два правильных ответа)*** 	$\underline{Z}_N = \infty$ $\underline{Z}_a = 0, \underline{Z}_b = 0, \underline{Z}_{ca} = 0$ $\underline{Z}_a = \underline{Z}_b = \underline{Z}_c$ $\underline{Z}_N = 0$

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Фазным напряжением генератора является напряжение между точками … 	B и A B и b B и c B и N
Активную мощность приемника можно определить по формуле $P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$, где … ***(укажите два правильных ответа)*** 	$I=\frac{U_Л}{\sqrt{R^2+X^2}}$ $\varphi=arctg\frac{X}{R}$ $\underline{U}_{ab}=\underline{U}_{bc}=\underline{U}_{ca}=U$ $\underline{U}_{an}=\underline{U}_{bn}=\underline{U}_{cn}=U$
При отключении фазы *ab* не изменятся токи … ***(укажите два правильных ответа)*** 	I_{ca} I_C I_A I_{ab}
Симметричный трехфазный приемник с $\underline{Z}_ф=10e^{j30^\circ}$ Ом включен треугольником в трехфазную сеть с $U_Л$=220 В. Верно определены токи … ***(укажите два правильных ответа)***	$I_Ф$=22 А $I_Ф$=12,7 А $I_Л$=22 А $I_Л$=38 А
Если произойдет обрыв одной из фаз приемника при несимметричной нагрузке, то … ***(укажите два правильных ответа)*** 	Напряжение на оборванной фазе уменьшится Токи в неповрежденных фазах уменьшатся Напряжение смещения нейтрали не станет равным нулю ($U_{Nn}\neq0$) Токи во всех фазах приемника будут равны нулю

ТЕМА 4. Трансформаторы

При подготовке к зачету по данной теме следует обратиться к литературному источнику [3, с. 33] и повторить методику решения задач, касающихся расчета параметров однофазного и трехфазного трансформатора. Приведем примеры решения ряда задач по данной теме.

Задача №19. Определить коэффициент трансформации $k_т$ трансформатора, число витков первичной обмотки w_1, номинальные токи $I_{1ном}$ и $I_{2ном}$ в обмотках однофазного трансформатора с номинальной мощностью $S_{1ном}$=3 кВА, подключенного к питающей сети с напряжением $U_{1ном}$=127 В, если число витков вторичной обмотки w_2=40, а напряжение на зажимах вторичной обмотки при холостом ходе U_{20}=60 В.

Решение.

Определяем коэффициент трансформации трансформатора, учитывая, что при холостом ходе $E_2 = U_{20}$, а падение напряжения на первичной обмотке в данном режиме весьма незначительно, поэтому $E_1 \approx U_1$:

$$k_т = \frac{w_1}{w_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_{20}} = \frac{127}{60} = 2{,}11.$$

Определяем число витков первичной обмотки (считая полные мощности обмоток $S_1 \approx S_2$):

$$w_1 = k_т w_2 = 2 \cdot 40 = 80.$$

Определяем номинальные токи первичной и вторичной обмоток:

$$I_{1ном} = \frac{S_{1ном}}{U_{1ном}} = \frac{3 \cdot 1000}{127} = 23{,}6 \text{ А}.$$

$$I_{2ном} = \frac{S_{1ном}}{U_{20}} = \frac{3 \cdot 1000}{60} = 50 \text{ А}.$$

Задача №20. Определить коэффициент трансформации $k_т$ и действующие значения ЭДС E_1 и E_2 обмоток однофазного трансформатора при частоте *f=100 Гц*, если площадь поперечного сечения магнитопровода S_c=4 см^2. Амплитудное значение магнитной индукции B_m=1 Тл, число витков первичной и вторичной обмоток трансформатора соответственно: w_1=250, w_2=1250.

Решение.

Определяем коэффициент трансформации трансформатора:

$$k_т = \frac{w_1}{w_2} = \frac{250}{1250} = 0{,}2.$$

Определяем амплитудное значение магнитного потока в сердечнике трансформатора:

$$\Phi_m = B_m S_c = 1 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}.$$

Действующие значения ЭДС, наводимых в обмотках трансформатора:

$$E_1 = 4{,}44 f w_1 \Phi_m = 4{,}44 \cdot 100 \cdot 250 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 44{,}4 \text{ В}.$$

$$E_2 = 4{,}44 f w_2 \Phi_m = 4{,}44 \cdot 100 \cdot 1250 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 222 \text{ В}.$$

Задача №21. Определить параметры упрощенной (Г-образной) схемы замещения трансформатора (рис. 38) с номинальной мощностью $S_{1ном}$=50 кВА, а именно Z_0, R_0, X_0, $Z_к$, $R_к$, $X_к$. Обмотки трансформатора соединены по схеме «звезда-звезда», номинальные линейные напряжения первичной и вторичной обмоток $U_{1ном}$=6000 В и $U_{2ном}$=525 В, частота питающего напряжения *f=50* Гц, ток холостого хода $I_0 = 7\%I_{1ном}$, мощность холостого хода P_0=0,35 кВт, мощность короткого замыкания $P_к$=0,325 кВт, напряжение короткого замыкания $u_к$=5,5%.

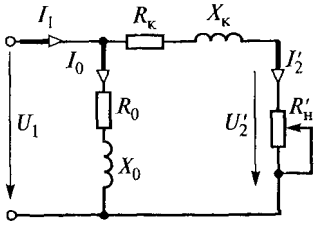


Рис. 38

Решение.

Определяем номинальные фазные (линейные) токи первичной и вторичной обмоток трансформатора:

$I_{1ном} = \frac{S_{1ном}}{\sqrt{3}U_{1ном}} = \frac{50 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6000}$=4,82 А.

$I_{2ном} = \frac{S_{1ном}}{\sqrt{3}U_{2ном}} = \frac{50 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 525}$=55 А.

Рассчитываем номинальные фазные напряжения трансформатора:

$$U_{1фном} = \frac{U_{1ном}}{\sqrt{3}} = \frac{6000}{\sqrt{3}} = 3460 \text{ В}.$$

$$U_{2фном} = \frac{U_{2ном}}{\sqrt{3}} = \frac{525}{\sqrt{3}} = 303 \text{ В}.$$

Определяем ток холостого хода трансформатора:

$I_0 = \frac{7\%}{100\%I_{1ном}} = 0{,}07 \cdot 4{,}82$=0,338 А.

Рассчитываем активное сопротивление намагничивающей цепи Г-образной схемы замещения:

$R_0 = \frac{P_0}{3I_0^2} = \frac{350}{3 \cdot 0{,}338^2}$=1024 Ом.

Сопротивления намагничивающей цепи:

полное $Z_0 = \frac{U_{1фном}}{I_0} = \frac{3460}{0{,}338}$=10250 Ом.

индуктивное $X_0 = \sqrt{{Z_0}^2 - {R_0}^2} = \sqrt{10250^2 - 1024^2} = 10199$ Ом.

Сопротивления короткого замыкания трансформатора:

полное $Z_к = \frac{U_{к\%}{U^2}_{1ном}}{100\%S_{1ном}} = \frac{5{,}5\% \cdot 6000^2}{100\% \cdot 50000}$=39,6 Ом.

активное $R_к = \frac{P_к}{3I_{1ном}^2} = \frac{325}{3 \cdot 4{,}82^2}$=4 Ом.

индуктивное $X_к = \sqrt{{Z_к}^2 - {R_к}^2} = \sqrt{39{,}6^2 - 4^2} = 39{,}5$ Ом.

Задача №22. Определить коэффициент трансформации $k_т$, сопротивления $Z_к$, $R_к$, $X_к$, сопротивления R_1, R_2, X_1, X_2 трехфазного трансформатора с номинальной мощностью $S_{1ном}$=20 кВА. Обмотки трансформатора соединены по схеме «звезда-звезда», номинальные линейные напряжения первичной и вторичной обмоток $U_{1ном}$=6000 В и $U_{2ном}$=400 В, частота питающего напряжения *f=50* Гц, мощность холостого хода P_0=180 Вт, мощность короткого замыкания $P_к$=600 Вт, напряжение короткого замыкания $u_к$=5,5%.

Решение.

Определяем коэффициент трансформации трансформатора:

$$k_т = \frac{U_1}{U_2} = \frac{6000}{400} = 15.$$

Рассчитываем номинальные токи:

$I_{1ном} = \frac{S_{1ном}}{\sqrt{3}U_{1ном}} = \frac{20 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6000}$=1,93 А.

$I_{2ном} = \frac{S_{1ном}}{\sqrt{3}U_{2ном}} = \frac{20 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400}$=29 А.

Определяем номинальные фазные напряжения трансформатора:

$$U_{1фном} = \frac{U_{1ном}}{\sqrt{3}} = \frac{6000}{\sqrt{3}} = 3460 \text{ В}.$$

$$U_{2фном} = \frac{U_{2ном}}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 230 \text{ В}.$$

Рассчитываем активные сопротивления трансформатора:

короткого замыкания $R_к = \frac{P_к}{3I_{1ном}^2} = \frac{600}{3 \cdot 1{,}93^2}$=53,7 Ом

первичной обмотки $R_1 = R_2' = \frac{R_к}{2} = \frac{53{,}7}{2} = 28{,}5$ Ом

вторичной обмотки $R_2 = \frac{R_2'}{k_т^2} = \frac{28{,}5}{15^2} = 0{,}12$ Ом.

Рассчитываем индуктивные сопротивления трансформатора:

полное $Z_к = \frac{U_{к\%}{U^2}_{1фном}}{100\% I_{1ном}} = \frac{5{,}5\% \cdot 3460^2}{100\% \cdot 1{,}93}$=99 Ом

индуктивное $X_к = \sqrt{{Z_к}^2 - {R_к}^2} = \sqrt{99^2 - 30{,}9^2} = 94{,}05$ Ом

первичной обмотки $X_1 = X_2' = \frac{X_к}{2} = \frac{94{,}05}{2} = 47$ Ом

вторичной обмотки $X_2 = \frac{X_2'}{k_т^2} = \frac{47}{15^2} = 0{,}21$ Ом.

ТЕМА 6. Электрические машины

При подготовке к зачету по данной теме следует обратиться к литературному источнику [3, с. 35] и повторить методику решения задач, каса-

ющихся расчета параметров трехфазного асинхронного двигателя. Приведем примеры решения ряда задач по данной теме.

Задача №23. Определить значения ЭДС E_1 и E_2, индуцируемых в фазах статора и ротора трехфазного асинхронного электродвигателя, частоту тока f_2 в роторе при номинальной нагрузке и неподвижном его состоянии. Амплитудное значение магнитного потока $\Phi_m=15\cdot10^{-3}$ Вб, числа витков обмотки статора и ротора соответственно: $w_1=200$, $w_2=20$, номинальное скольжение ротора $s_{ном}=0{,}05$, частота напряжения питающей сети $f_1=50$ Гц, числа фаз обмотки статора и ротора: $m_1=m_2=3$, обмоточные коэффициенты статора и ротора соответственно: $К_1=0{,}94$, $К_2=0{,}96$.

Решение.

Определяем ЭДС, индуцируемую в обмотке статора двигателя:

$$E_1 = 4{,}44К_1 f w_1 \Phi_m = 4{,}44 \cdot 0{,}94 \cdot 200 \cdot 50 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 625 \text{ В}.$$

Рассчитываем ЭДС, индуцируемую в неподвижном роторе:

$$E_2 = E_1 \frac{К_2 w_2 m_2}{К_1 w_1 m_1} = 625 \frac{0{,}96 \cdot 20 \cdot 3}{0{,}94 \cdot 200 \cdot 3} = 63{,}8 \text{ В}.$$

Определяем ЭДС, индуцируемую в обмотке ротора при номинальной нагрузке (при номинальном скольжении ротора $s_{ном}$):

$E_{2s} = E_2 s_{ном} = 0{,}05 \cdot 63{,}8 = 3{,}19\ B.$

Частота тока в роторе двигателя:

при номинальной нагрузке (при $s=s_{ном}$): $f_{2s} = f_1 s_{ном} = 50 \cdot 0{,}05 =$ 2,5 Гц;

при неподвижном состоянии ротора (при пуске, т.е. при $s=1$): $f_{2пуск} = f_1 s_{пуск} = 50 \cdot 1 = 50$ Гц.

Задача №24. Определить пусковой $М_{пуск}$ и максимальный $М_{max}$ моменты, а также пусковой ток $I_{пуск}$ асинхронного электродвигателя при напряжении на его зажимах, пониженном до 20% от номинального линейного напряжения $U_{1ном}=380$ В. Номинальная мощность двигателя $Р_{2ном}=13$ кВт, номинальная частота вращения $n_{2ном}=1450$ об/мин, кратность пускового момента $М_{пуск}/М_{ном}=1{,}3$, кратность максимального момента $М_{max}/М_{ном}=2$, кратность пускового тока при номинальном напряжении $I_{пуск}/I_{1ном}=7$, номинальные значения: КПД $\eta_{ном}=0{,}88$ и коэффициента мощности $\cos\varphi_{ном}=0{,}88$.

Решение.

Номинальный момент на валу асинхронного двигателя:

$$М_{ном} = 9550 \frac{Р_{2ном}}{n_{2ном}} = 9550 \frac{13}{1450} = 85{,}6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Пусковой момент двигателя:

$$М_{пуск} = 1{,}3 М_{ном} = 1{,}3 \cdot 85{,}6 = 113{,}8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальный момент двигателя:

$$M_{max} = 2M_{ном} = 2 \cdot 85{,}6 = 171{,}2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Начальный пусковой момент двигателя при пониженном напряжении:

$$M'_{пуск} = (\frac{0{,}8U_{1ном}}{U_{1ном}})^2 M_{пуск} = 0{,}64 \cdot 113{,}8 = 88{,}6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальный момент двигателя при пониженном напряжении:

$$M'_{max} = (\frac{0{,}8U_{1ном}}{U_{1ном}})^2 M_{max} = 0{,}64 \cdot 171{,}2 = 109{,}5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Номинальный ток двигателя:

$$I_{1ном} = \frac{P_{2ном}}{\sqrt{3}U_{1ном}cos\varphi_{1ном}\eta_{ном}} = \frac{13 \cdot 1000}{1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}88 \cdot 0{,}88} = 25{,}4\ A.$$

Пусковой ток двигателя при номинальном напряжении:

$$I_{пуск} = 7I_{1ном} = 7 \cdot 25{,}4 = 178 \text{ А}.$$

Пусковой ток двигателя при пониженном напряжении (ток пропорционален приложенному напряжению U):

$\frac{I'_{пуск}}{I_{пуск}} = \frac{0{,}8U_{1ном}}{U_{1ном}} = 0{,}8$, откуда $I'_{пуск} = 0{,}8I_{пуск} = 0{,}8 \cdot 178 = 143$ А.

Задача 25. Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением (рис. 39) имеет номинальные: полезную мощность на валу $P_{2ном}$=4,5 кВт, питающее напряжение $U_{ном}$=220 В, частоту вращения $n_{ном}$=1500 об/мин, КПД $\eta_{ном}$=80,5%. Сопротивление цепи якоря $R_я$=0,43 Ом, обмотки возбуждения $R_в$=200 Ом при номинальном режиме работы. Определить сопротивление пускового реостата $R_п$ и возможность пуска электродвигателя без пускового реостата исходя из условия, что начальный пусковой ток двигателя равен двукратному номинальному значению тока, потребляемому из сети: $I_{пуск}$ =2 $I_{1ном}$.

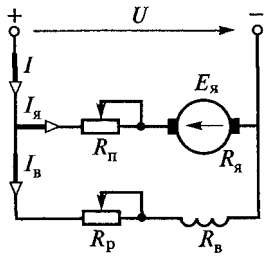


Рис. 39

Решение.

Определяем номинальный ток двигателя, потребляемый из сети:

$$I_{1ном} = \frac{P_{2ном}}{U_{ном}\eta_{ном}} = \frac{4{,}5 \cdot 1000}{220 \cdot 0{,}805} = 25{,}4\ A.$$

Рассчитываем:

номинальный ток возбуждения двигателя:

$$I_{в\ ном} = \frac{U_{ном}}{R_в} = \frac{220}{200} = 1{,}1 \text{ А}$$

номинальный ток якоря двигателя:

$$I_{яном}=I_{ном}-I_{вном}=25,4-1,1=24,3 \text{ А}.$$

Начальный пусковой ток двигателя:

$$I_{пуск}=2\ I_{1ном}=2\cdot 25,4=50,8 \text{ А}$$

Ток якоря при пуске двигателя:

$$I_{я}=I_{пуск}-I_{вном}=50,8-1,1=49,7 \text{ А}.$$

Сопротивление цепи якоря двигателя при пуске, исходя из заданных условий:

$$R'_{я}=R_{я}+R_{п}=\frac{U_{ном}}{I_{я}}=\frac{220}{49,7}=4,43 \text{ Ом}.$$

Сопротивление пускового реостата, включенного последовательно в цепь якоря двигателя при пуске:

$$R_{п}=R'_{я}-R_{я}=4,43-1,1=24,3 \text{ А}.$$

Максимальный ток в цепи якоря двигателя при отсутствии пускового реостата:

$$I_{п\,max}=\frac{U_{ном}}{R_{я}}=\frac{220}{0,43}=510 \text{ А}.$$

Тогда кратность пускового тока при прямом пуске (без пускового реостата):

$$K_I=\frac{I_{я\,max}}{I_{я\,ном}}=\frac{510}{24,3}=20,9$$

Таким образом, начальный пусковой ток якоря двигателя без пускового реостата оказывается в 20,9 раз больше номинального его значения, поэтому в данном случае пуск двигателя без пускового реостата в цепи якоря недопустим.

Задача №26. В генераторе постоянного тока с параллельным возбуждением (рис. 40) мощность $P_{2ном}$, отдаваемая в нагрузку при напряжении $U_{ном}$=100 В, составляет 1,95 кВт. Потери мощности в обмотках возбуждения Ш1-Ш2 и якоря Я1-Я2 равны соответственно 50 и 80 Вт. Определить ток, сопротивление обмотки якоря и наведенную в ней ЭДС.

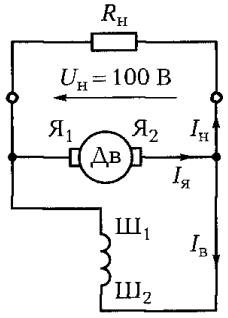


Рис. 40

Решение.

Ток в якоре генератора постоянного тока с параллельным возбуждением $I_я$ определяется суммой токов в нагрузке $I_н$ и в обмотке параллельного возбуждения $I_в$: $I_я = I_{ном} + I_в$.

Определим эти токи в соответствии с исходными данными:

$$I_в = \frac{P_в}{U_{ном}} = \frac{50}{100} = 0{,}5 \text{ А}.$$

$$I_{ном} = \frac{P_{2ном}}{U_{ном}} = \frac{1950}{100} = 19{,}5 \text{ А}.$$

Следовательно, ток в якоре равен:

$$I_я = I_в + I_{ном} = 0{,}5 + 19{,}5 = 20 \text{А}.$$

Сопротивление обмотки якоря двигателя найдем из выражения для мощности:

$$R_я = \frac{P_я}{I_я^2} = \frac{80}{20^2} = 0{,}2 \text{ Ом}.$$

ЭДС генератора будет равна

$$E = U_{ном} + R_я I_я = 100 + 0{,}2 \cdot 20 = 104 \text{ В}.$$

Задача №27. Трехфазный синхронный электродвигатель типа СДН 14-49-6 имеет следующие номинальные данные: активную мощность на валу $P_{2ном}$=1000 кВт, число пар полюсов p=3, отношение максимального момента к номинальному моменту $M_{max}/ M_{ном}$=2, частоту вращения $n_{ном}$=1000 об/мин, частоту питающего напряжения *f*=50 Гц. Определить номинальные значения угловой частоты вращения $\Omega_{ном}$, номинальный $M_{ном}$ и максимальный M_{max} моменты двигателя, угол рассогласования нагрузки $\theta_{ном}$.

Решение.

Определяем номинальную угловую частоту вращения электродвигателя:

$$\Omega_{ном} = \frac{\omega}{p} = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50}{3} = 104{,}7 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Номинальный момент электродвигателя:

$$M_{ном} = \frac{P_{2ном}}{\Omega_{ном}} = \frac{1000 \cdot 1000}{104{,}7} = 9551 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальный момент электродвигателя:

$$M_{max} = 2M_{ном} = 2 \cdot 9551 = 19102 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Угол рассогласования при номинальной нагрузке:

$\sin \theta_{ном} = \frac{M_{ном}}{M_{max}} = \frac{9551}{19102} = \frac{1}{2} = 0{,}5\ A$, откуда $\theta_{ном}$=arcsin0,5=30°.

Задача №28. В электрическую сеть с номинальным напряжением $U_{ном}$=380 В включены параллельно три синхронные трехфазные машины типа СМ114-6 с номинальными значениями: полной мощности $S_{ном}$=80 кВА, тока якоря $I_{ном}$=122 А, коэффициента мощности $\cos\varphi_{ном}$=0,9, работающие в режиме генератора. Определить суммарную активную мощность, отдаваемую генераторами в сеть в номинальном режиме работы, а также мощности P_1' и P_2', отдаваемые в питающую сеть генераторами в

случае, если с изменением тока возбуждения и вращающего момента первичного двигателя ток якоря I_1 одного генератора возрос на 10% при $\cos\varphi_1=0{,}96$, а ток якоря I_2 другого генератора снизился на 10% при $\cos\varphi_2=0{,}8$.

Решение.

Мощности, отдаваемые генераторами в питающую сеть в нормальном режиме работы:

$$P_{1\text{ном}} = P_{2\text{ном}} = P_{3\text{ном}} = \sqrt{3}U_{\text{ном}}I_{\text{ном}}cos\varphi_{\text{ном}} = \sqrt{3}\cdot 380\cdot 122\cdot 0{,}9 = 72{,}3 \text{ кВт}.$$

Суммарная активная мощность, отдаваемая в питающую сеть генераторами в нормальном режиме работы:

$$P_{\sum\text{ном}} = P_{1\text{ном}} + P_{2\text{ном}} + P_{3\text{ном}} = 3\cdot 72{,}3 = 216{,}9 \text{ кВт}.$$

Ток якоря генератора в режимах, отличающихся от номинального:
первого:

$$I_1 = 1{,}1I_{\text{ном}} = 1{,}1\cdot 122 = 134{,}1 \text{ А}.$$

второго:

$$I_2 = 0{,}9I_{\text{ном}} = 0{,}9\cdot 122 = 109{,}8 \text{ А}.$$

Активная мощность, отдаваемая в питающую сеть перегруженным генератором:

$$P_1' = \sqrt{3}U_{\text{ном}}I_1cos\varphi_1 = \sqrt{3}\cdot 380\cdot 134{,}1\cdot 0{,}96 = 86{,}8 \text{ кВт}.$$

Активная мощность, отдаваемая в питающую сеть недогруженным генератором:

$$P_2' = \sqrt{3}U_{\text{ном}}I_2cos\varphi_2 = \sqrt{3}\cdot 380\cdot 109{,}8\cdot 0{,}8 = 57{,}8 \text{ кВт}.$$

Задача №29. Определить расчетную мощность $P_{\text{р}}$ и выбрать по каталогу трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором с числом пар полюсов p=3 для привода механизма, график нагрузки которого представлен на рис. 41.

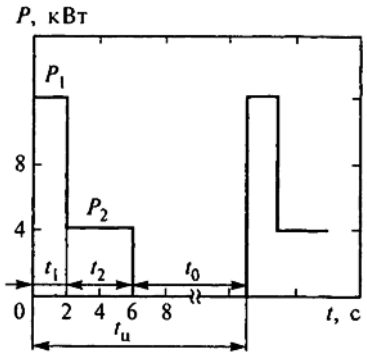


Рис. 41

Решение.

Синхронная частота вращения электродвигателя:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60\cdot 50}{3} = 1000 \text{ об/мин}.$$

Продолжительность включения электродвигателя:

$ПВ = \frac{t_р 100\%}{t_р + t_0} = \frac{(t_1 + t_2)100\%}{t_1 + t_2 + t_0} = \frac{(2+4)100\%}{2+4+10}$=37,4%, где t_p – время работы механизма (t_p=t_1+t_2), с; $t_ц$ – время цикла работы механизма ($t_ц$=t_p+t_0), с; t_0 – время паузы, с.

Эквивалентная мощность электродвигателя за время одного цикла:

$$P_{эк} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2}{t_1 + t_2}} = \sqrt{\frac{12^2 \cdot 2 + 4^2 \cdot 4}{2 + 4}} = 7{,}65 \text{ кВт}.$$

Расчетную мощность электродвигателя при ближайшем к расчетному каталожному значению $ПВ_{ном}$=40% определяем как:

$$P_{40} = \sqrt{\frac{ПВ}{ПВ_{ном}}} = \sqrt{\frac{37{,}4}{40}} = 7{,}4 \text{ кВт}.$$

По данным расчетов выбираем по приложению [3, с. 127] ближайший больший по мощности, соответствующий частоте вращения n_1 электродвигатель типа MTKF311-6 с номинальными данными: $P_{2ном}$=11 кВт, $n_{2ном}$=910 об/мин, $ПВ_{ном} = 40\%$, $U_{1ном}$=380 В.

Примеры тестовых заданий

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Турбогенератор – это _____ синхронная машина, ротор которой вращается с синхронной частотой _____ *об/мин*.	явнополюсная; не менее 1500 явнополюсная; менее 1500 неявнополюсная; менее 1500 неявнополюсная; не менее 1500
Гидрогенератор – это _____ синхронная машина, ротор которой вращается с синхронной частотой _____ *об/мин*.	явнополюсная; менее 1500 явнополюсная; более 1500 неявнополюсная; менее 1500 неявнополюсная; более 1500
Активную мощность синхронного генератора, подключенного к энергосистеме, регулируют изменением …	момента первичного двигателя тока возбуждения генератора частоты вращения ротора генератора величины напряжения на выводах генератора
Частота вращения ротора асинхронной машины $n_2 =$ _____ об/мин.	1. $\frac{60f}{p}(1-s)$ 2. $\frac{2\pi f}{p}(1-s)$ 3. $60f(1-s)$ 4. $2\pi f(1-s)$

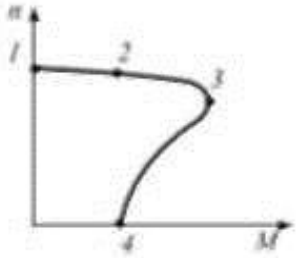
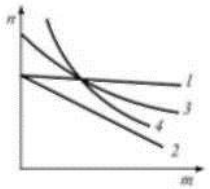
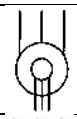
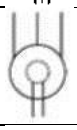
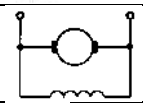
Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
При питании обмотки статора от трехфазной сети в воздушном зазоре асинхронной машины образуется вращающееся с частотой $n_1 =$ _____ об/мин магнитное поле.	1. $\frac{60f}{p}$ 2. $\frac{2\pi f}{p}$ 3. $60f$ 4. $2\pi f$
Частота вращения ротора синхронного двигателя $n_2 =$ _____ об/мин.	1. $\frac{60f}{p}$ 2. $\frac{2\pi f}{p}$ 3. $60f$ 4. $2\pi f$
К асинхронным относятся двигатели, у которых…	скорость вращения ротора меньше скорости вращения магнитного поля статора скорость вращения ротора не зависит от скорости вращения магнитного поля статора скорость вращения ротора равна скорости вращения магнитного поля статора скорость вращения ротора больше скорости вращения магнитного поля статора
К асинхронным относятся генераторы, у которых…	скорость вращения ротора меньше скорости вращения магнитного поля статора скорость вращения ротора не зависит от скорости вращения магнитного поля статора скорость вращения ротора равна скорости вращения магнитного поля статора скорость вращения ротора больше скорости вращения магнитного поля статора
Асинхронная машина при $n_1<n_2$ работает в режиме	Генератора Двигателя Электромагнитного тормоза Холостого хода

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Асинхронная машина при $n_1>n_2$ работает в режиме	Генератора Двигателя Электромагнитного тормоза Холостого хода
Если асинхронный двигатель подключен к трехфазной сети частотой 50 Гц и вращается с частотой вращения 3000 об/мин, то он имеет количество полюсов	Один Два Три Четыре
Магнитопровод асинхронного двигателя набирают из тонких листов электротехнической стали, изолированных лаком друг от друга, для…	уменьшения потерь на вихревые токи или токов Фуко уменьшения потерь на гистерезис увеличения магнитодвижущей силы увеличения потерь на вихревые токи или токи Фуко
Если скорость вращения магнитного поля статора синхронной четырехполюсной машины 1500 об/мин, то номинальная скорость вращения ротора	1500 об/мин 3000 об/мин 1000 об/мин 500 об/мин
Частота ЭДС, создаваемой на статоре синхронной машины, определяют соотношением…	$f = \frac{60}{n_1 \cdot p}$ $f = np60$ $f = \frac{60p}{n_1}$ $f = \frac{n_1 \cdot p}{60}$
Для подведения постоянного напряжения к обмотке возбуждения ротора синхронной машины используется…	два контактных кольца одно контактное кольцо три контактных кольца четыре контактных кольца
Величину момента двигателя постоянного тока определяет выражение …	$M = C_M \Phi I_z$ $M = C_M \Phi I_B$ $M = C_M \Phi n$ $M = 9{,}55 \frac{P_н}{\eta}$
Назначение обмотки возбуждения в машине постоянного тока – …	создание основного магнитного потока создание дополнительного магнитного потока создание коммутации преобразование тока в пульсирующий ток

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Для изготовления пластин коллектора машин постоянного тока применяется следующий материал…	медь электротехническая сталь алюминий железо
Направление вращения магнитного поля статора можно изменить, если…	поменять подключение двух любых фаз к трехфазной сети поменять подключение одной любой фазы к трехфазной сети поменять подключение трех фаз к трехфазной сети отключить статор от сети
Трехфазную обмотку на роторе, присоединенную к контактным кольцам, имеют …	асинхронные машины с фазным ротором асинхронные машины с короткозамкнутым ротором синхронные неявнополюсные машины машины постоянного тока с барабанным якорем
Обмотку на роторе типа «беличье колесо» имеют …	асинхронные машины с короткозамкнутым ротором асинхронные машины с фазным ротором синхронные неявнополюсные машины машины постоянного тока с барабанным якорем
У машины постоянного тока наименее надежной частью является …	Щеточно-коллекторный механизм Главные полюса Добавочные полюса Обмотка якоря
Номинальная мощность понижающего трансформатора для присоединения к сети 35 *кВ* трехфазного электродвигателя, работающего при номинальном линейном напряжении 6,3 *кВ*, токе 500 *А* и $\cos\varphi = 0{,}8$, равна ____ кВА. $S = \sqrt{3}U_л I_л = 1.732 \cdot 6300 \cdot 500$ $= 5455960$ ВА $= 5456$ кВА	5456 4368 4460 7566

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Трансформатор – это статическое электромагнитное устройство, имеющее не менее двух индуктивно связанных обмоток, предназначенное для …	преобразования переменных напряжений и токов при передаче электроэнергии от источника к потребителю повышения мощности, передаваемой от источника электрической энергии к потребителю улучшения формы электрических сигналов, передаваемых от источников к приемникам понижения мощности, передаваемой от источника электрической энергии к приемнику
Если число витков первичной обмотки трансформатора w_1=1000, а число витков вторичной обмотки w_2=200, определите коэффициент трансформации.	**5** 2000 0,2 Для ответа недостаточно данных.
Действующее значение ЭДС, индуцируемых в обмотках трансформатора, определяются по формулам	$E_1 = 4{,}44 f w_1 S B_m;\ E_2 = 4{,}44 f w_2 S B_m;$ $E_1 = f w_1 S B_m;\ E_2 = f w_2 S B_m;$ $E_1 = 4{,}44 f w_1 B_m;\ E_2 = 4{,}44 f w_2 B_m;$ $E_1 = 4{,}44 f w_1 S;\ E_2 = 4{,}44 f w_2 S;$ *Или может быть другой вариант ответов* $E_1 = 4{,}44 f w_1 \Phi_m;\ E_2 = 4{,}44 f w_2 \Phi_m;$ $E_1 = f w_1 S B_m;\ E_2 = f w_2 S B_m;$ $E_1 = 4{,}44 f w_1 B_m;\ E_2 = 4{,}44 f w_2 B_m;$ $E_1 = 4{,}44 f w_1 S;\ E_2 = 4{,}44 f w_2 S;$
Сердечник трансформатора выполняется из электротехнической стали для …	увеличения магнитной связи между обмотками трансформатора уменьшения магнитной связи между обмотками трансформатора для увеличения потерь на гистерезис для уменьшения токов Фуко или вихревых токов
Сердечник трансформатора изготавливают из тонких листов электротехнической стали	для уменьшения токов Фуко или вихревых токов для снижения потерь на гистерезис для уменьшения веса трансформатора для уменьшения размеров трансформатора

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Для уменьшения потерь на гистерезис в сердечнике трансформатора его изготавливают из	магнитомягкого материала магнитотвердого материала диамагнетика парамагнетика
К активным элементам конструкции силового трансформатора относятся …	Магнитопровод и обмотки Бак с радиатором Расширитель и выхлопная труба Трубчатый охладитель с вентилятором
Коэффициент трансформации однофазного трансформатора равен отношению …	Числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной обмотки числа витков обмотки низшего напряжения к числу витков обмотки высшего напряжения тока обмотки высшего напряжения к току обмотки низшего напряжения тока холостого хода к номинальному току
Коэффициент трансформации однофазного трансформатора равен отношению …	ЭДС обмотки высшего напряжения к ЭДС обмотки низшего напряжения числа витков обмотки низшего напряжения к числу витков обмотки высшего напряжения тока обмотки высшего напряжения к току обмотки низшего напряжения тока холостого хода к номинальному току
Зависимость момента М от угла Θ называется _____ характеристикой.	Угловой V-образной Регулировочной Механической.
Синхронная машина **не может работать** в режиме	Генератора Двигателя Компенсатора фазовращателя

<table>
<tr><th>Вопрос</th><th>Варианты ответа
(выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)</th></tr>
<tr><td>На рисунке изображена механическая характеристика асинхронного двигателя. Установите соответствие между обозначенными на характеристике точками и режимами работы двигателя.

1
2
3
4</td><td><table><tr><td></td><td>режим электромагнитного тормоза</td></tr><tr><td></td><td>режим пуска</td></tr><tr><td></td><td>режим идеального холостого хода</td></tr><tr><td></td><td>режим максимальной критической нагрузки</td></tr><tr><td></td><td>режим номинальной нагрузки</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Установите соответствие между изображенными механическими характеристиками двигателя постоянного тока и его способами возбуждения.
1. Характеристика 1.
2. Характеристика 2.
3. Характеристика 3.
4. Характеристика 4.
</td><td><table><tr><td></td><td>с последовательным возбуждением</td></tr><tr><td></td><td>с параллельным возбуждением</td></tr><tr><td></td><td>с магнитоэлектрическим возбуждением</td></tr><tr><td></td><td>с параллельным возбуждением при включении реостата в цепь якоря</td></tr><tr><td></td><td>со смешанным возбуждением</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Установите соответствие между электрической машиной и условным графическим обозначением:
1. Асинхронная машина с корткозамкнутым ротором
2. Асинхронная машина с фазным ротором
3. Синхронная машина
4. Машина постоянного тока</td><td><table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table></td></tr>
</table>

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Установите соответствие между частотой вращения ротора и числом полюсов для асинхронного двигателя: 1. 2910 об/мин. 2. 1455 об/мин. 3. 970 об/мин. 4. 725 об/мин.	| | 10 полюсов | | | 6 полюсов | | | 2 полюса | | | 8 полюсов | | | 4 полюса |
Установите соответствие между числом полюсов и частотой вращения для установленных на предприятии асинхронных двигателей: 1. Двухполюсный двигатель. 2. Четырехполюсный двигатель 3. Восьмиполюсный двигатель. 4. Десятиполюсный двигатель.	| | 725 об/мин | | | 364 об/мин | | | 582 об/мин | | | 2910 об/мин | | | 1455 об/мин |
Установите соответствие между электрическим двигателем и его конструктивной частью: 1. Асинхронный двигатель с фазным ротором. 2. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. 3. Двигатель постоянного тока. 4. Синхронный двигатель.	| | Встроенный дроссель | | | Явнополюсный ротор | | | Коллектор | | | Обмотка «беличье колесо» | | | Контактные кольца |

РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕКТРОНИКА

Тема 6. Элементная база электроники. Тема 7. Основы аналоговой и цифровой электроники

При решении задач по данным темам у обучающихся определяется уровень сформированности умений по расчету параметров электровакуумных и полупроводниковых устройств.

Задача №30. Определить действующее значение напряжения U_2 (U_0=0,45U_2) на вторичной обмотке и коэффициент трансформации трансформатора kт, амплитудные значения тока I_{2m} и напряжения U_{2m} на вторичной обмотке трансформатора, показание магнитоэлектрического милиамперметра среднее значение выпрямленного тока I_0), включенного в цепь однополупериодного выпрямителя, собранного на кенотроне (рис. 42), если напряжение питающей сети U_1=220 В, U_0=170 В, нагрузочное сопротивление Rн=10,7 кОм.

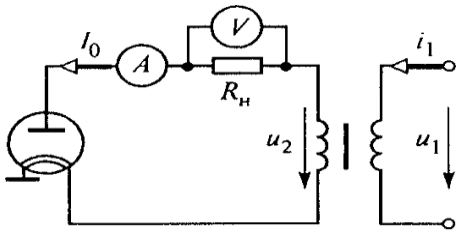


Рис. 42

Решение.

Определяем действующее значение напряжения вторичной обмотки трансформатора:

$$U_2 = \frac{\pi U_0}{\sqrt{2}} = \frac{170}{0{,}45} = 378 \text{ В}.$$

Рассчитываем амплитудное значение вторичного напряжения:

$$U_{2m} = \sqrt{2} \cdot U_2 = 1{,}41 \cdot 378 = 534 \text{ В}.$$

Коэффициент трансформации трансформатора:

$$k_т = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{378} = 0{,}58$$

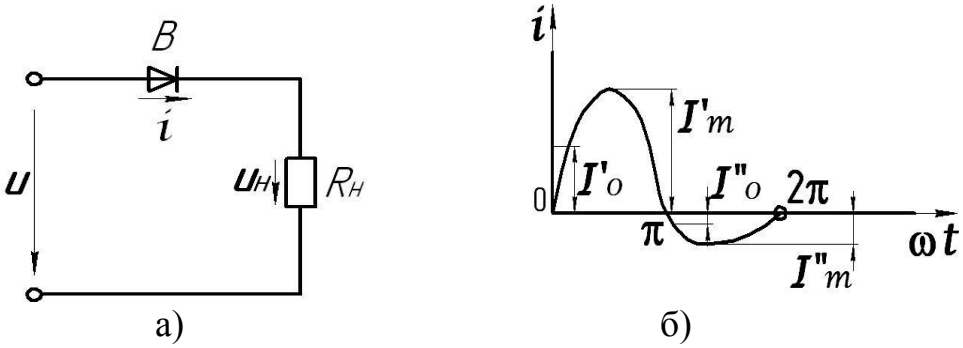
Определяем амплитудное значение тока в цепи вторичной обмотки трансформатора:

$$I_{2m} = \frac{U_{2m}}{R_Н} = \frac{534}{10700} = 0{,}05 \text{ А} = 50 \text{ мА}.$$

Тогда показание миллиамперметра или значение выпрямленного тока (постоянной составляющей тока):

$$I_0 = \frac{I_{2m}}{\pi} = \frac{50}{3{,}14} = 15{,}9 \text{ мА}.$$

Задача №31. Определить средние значения выпрямленных тока I_0 и напряжения U_0, мощность P, выделяемую в резисторе $R_н$, для однополупериодного выпрямителя, собранного на полупроводниковом диоде (рис. 43, а), если сопротивление диода в проводящем прямом направлении $R_{пр}$=5 Ом, а в непроводящем (обратном) направлении $R_{обр}$=1000 Ом, сопротивление нагрузочного резистора $R_н$=400 Ом, напряжение питающей сети U=220 В. Временной график тока приведен на рис. 43, б.



а) б)

Рис. 43

Решение.

Рассчитываем сопротивление электрической цепи:
в проводящий полупериод: $R_1 = R_{пр} + R_н = 5+400 = 405$ Ом
в непроводящий полупериод: $R_2 = R_{обр} + R_н = 1000+400 = 1400$ Ом.
Определяем амплитудное значение напряжения питающей сети:

$$U_m = \sqrt{2} \cdot U \quad = 1{,}41 \cdot 220 = 310 \text{ В}.$$

Тогда амплитудное значение тока:
в проводящий полупериод: $I'_m = \frac{U_m}{R_1} = \frac{310}{405} = 0{,}76$ А
в непроводящий полупериод: $I''_m = \frac{U_m}{R_2} = \frac{310}{1400} = 0{,}22$ А.
Рассчитываем постоянные составляющие
прямого тока $I'_0 = \frac{I'_m}{\pi} = \frac{0{,}76}{3{,}14} = 0{,}24$ А
обратного тока $I''_0 = \frac{I''_m}{\pi} = \frac{0{,}22}{3{,}14} = 0{,}07$ А.
Тогда средние значения
выпрямленного тока $I_0 = I'_0 - I''_0 = 0{,}24 - 0{,}07 = 0{,}17$ А
выпрямленного напряжения $U_0 = I_0 R_н = 400 \cdot 0{,}17 = 69{,}2$ В.
Определяем мощность, выделяемую на сопротивлении резистора, обусловленную постоянной составляющей выпрямленного тока:

$$P = I_0^2 R_н = (0{,}16)^2 400 = 10{,}24 \text{ Вт}.$$

Задача №32. Определить действующее значение напряжения U_2 (U_0=0,9U_2), амплитудное значение напряжения U_{2m} на вторичной обмотке трансформатора, коэффициент трансформации трансформатора $k_т$, выбрать полупроводниковые вентили для двухполупериодного выпрямителя (рис. 44), выполненного по мостовой схеме, если напряжение питающей сети U_1=127 В, U_0=350 В, нагрузочное сопротивление $R_н$=1400 Ом. Данные для выбора вентилей приведены в таблице.

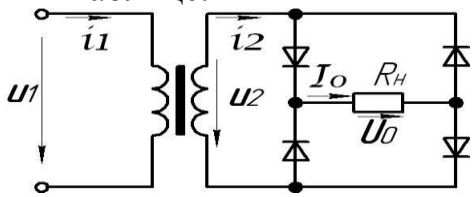


Рис. 43

Тип	I_0, А	$U_{обр\ max}$, В
Д101	0,1	200
Д102	0,2	300
Д103	0,3	400
Д104	0,4	500

Решение.
Определяем действующее значение напряжения на вторичной обмотке трансформатора в данной схеме выпрямления:

$$U_2 = \frac{2\pi U_0}{\sqrt{2}} = \frac{U_0}{0{,}9} = \frac{350}{0{,}9} = 389 \text{ В}.$$

Коэффициент трансформации трансформатора:

$$k_\text{т} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{127}{389} = 0{,}32$$

Рассчитываем амплитудное значение вторичного напряжения:

$$U_{2m} = \sqrt{2} \cdot U_2 = 1{,}41 \cdot 389 = 548 \text{ В}.$$

Тогда значение максимального обратного напряжения вентиля в данной мостовой схеме:

$$U_{\text{обр}\,max} = U_{2m} = 548 \approx 550 \text{ В}.$$

Постоянная составляющая выпрямленного тока:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_\text{Н}} = \frac{350}{1400} = 0{,}25 \text{ А}.$$

Из данных таблицы, исходя из расчетного значения тока I_0 и значения обратного напряжения $U_{\text{обр}\,max}$, выбираем вентили типа Д103 с номинальными данными: током I_0=0,3 А и максимально допустимым обратным напряжением вентиля $U_{\text{обр max табл}} = 400$ В.

Тогда число последовательно включенных вентилей в плече мостовой схемы: $N \geq \frac{U_{\text{обр}\,max}}{U_{\text{обр max табл}}} = \frac{550}{400}$=1,38. Принимаем N=2.

Задача №33. По условиям вышеприведенной задачи определить среднее значение выпрямленного тока I_0, амплитудные значения выпрямленного тока I_{2m}, мощность P_0, выделяемую в резисторе Rн.

Решение:

Значение выпрямленного тока:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_\text{Н}} = \frac{350}{1400} = 0{,}25 \text{ А}.$$

Амплитудные значения:

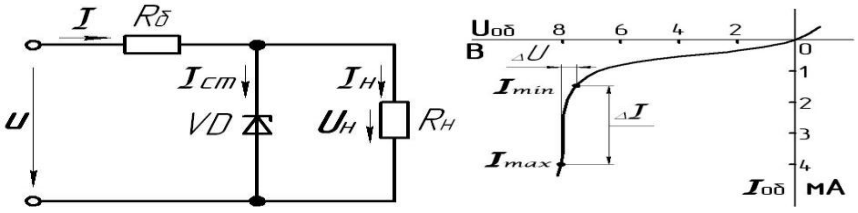
выпрямленного тока $I_{2\,m} = \pi I_0 = 3{,}14 \cdot 0{,}25 = 0{,}785$ А

выпрямленного напряжения $U_{2\,m} = \pi U_0 = 3{,}14 \cdot 350 = 1100$ А.

Определяем мощность, выделяемую на сопротивлении резистора, обусловленную постоянной составляющей выпрямленного тока:

$$P = I_0^2 R_\text{н} = (0{,}25)^2 1400 = 87{,}5 \text{ Вт}.$$

Задача №34. Для схемы полупроводникового стабилизатора (рис. 45, а) напряжения с диодом VD определить пределы изменения напряжения $U_н$=7,85 В на нагрузочном резисторе $R_н$=12,5 кОм, если напряжение источника питания U=12 В изменяется в пределах ±10%. Сопротивление балластного резистора $R_б$=1000 Ом, вольт-амперная характеристика диода на рабочем участке представлена на рис. 44, б, нелинейностью ВАХ на рабочем участке пренебречь.



а) б)

Рис. 45

Решение.

Дифференциальное сопротивление диода на рабочем участке ВАХ определяется как

$$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_{max} - U_{min}}{I_{max} - I_{min}} = \frac{0{,}3}{3 \cdot 10^3} = 100 \text{ Ом}.$$

Определяем

нижний предел напряжения источника питания, соответствующий изменению напряжения (–10%): $U' = 0{,}9U = 0{,}9 \cdot 12 = 10{,}8$ В;

верхний предел напряжения источника питания, соответствующий изменению напряжения (+10%): $U'' = 1{,}1U = 1{,}1 \cdot 12 = 13{,}2$ В.

Изменение напряжения источника питания: $\Delta U = U'' - U' = 13{,}2 - 10{,}8 = 2{,}4$ В.

Предел изменения напряжения на нагрузочном резисторе:

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{1 + R_б/R_н + R_б/R_i} = \frac{2{,}4}{1 + \frac{1000}{12{,}5} + 1000/100} = \pm 0{,}218 \text{ В}.$$

Процентное изменение напряжения на нагрузочном резисторе:

$$\Delta U_н\% = \mp \frac{\Delta U_н}{U_н} 100\% = \frac{0{,}218}{7{,}85} 100\% = \pm 2{,}78\%.$$

Задача №35. Используя условия вышеприведенной задачи, определить среднее значение тока $I_{ср}$, соответствующее рабочей точке вольт-амперной характеристики, ток $I_н$ в цепи нагрузочного резистора $R_н$, а также ток стабилитрона $I_{ст}$ и напряжение $U_б$ на балластном резисторе при нормальном (номинальном) режиме работы стабилизатора.

Решение.

Определяем среднее значение тока стабилитрона, соответствующее рабочей точке характеристики:

$$I_{ср} = \frac{I_{max} + I_{min}}{2} = \frac{4 + 1{,}5}{2} = 3 \text{ мА}$$

Ток в цепи нагрузочного резистора:

$$I_н = \frac{U_н}{I_н} = \frac{7{,}85}{12{,}5 \cdot 10^3} = 0{,}625 \text{ мА}.$$

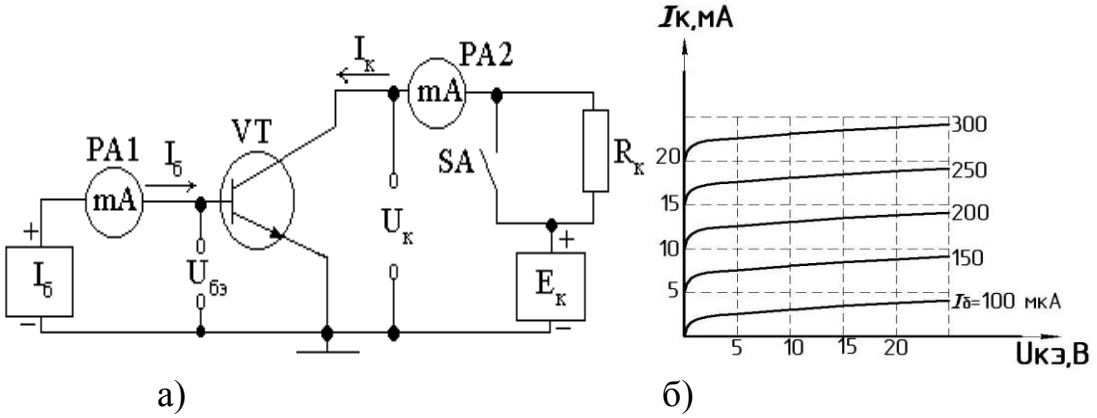
Напряжение на балластном резисторе определяем согласно уравнению, составленному по второму закону Кирхгофа:

$$U_б = U - U_н = 12 - 7{,}85 = 4{,}15 \text{ В}.$$

Ток стабилитрона при номинальном режиме работы выражаем из уравнения, составленного на основе закона Кирхгофа для рассматриваемой схемы: $U_б=R_бI=R_б(I_{ст\ ном}+I_н)$, откуда

$$I_{\text{ст ном}} = \frac{U_\text{б} - R_\text{б} I_\text{н}}{R_\text{б}} = \frac{4{,}15 - 12500 \cdot 0{,}625 \cdot 10}{12500} = 0{,}29 \text{ мА}.$$

Задача №36. Для транзистора по схеме с общим эмиттером (рис. 46, а) определить по выходным характеристикам (рис. 46, б) коэффициент усиления $h_{21э}$, значение сопротивлений нагрузки $R_{к1}$ и $R_{к2}$ и мощность на коллекторе $P_{к1}$ и $P_{к2}$ для значений тока базы $I_{б1}$=200 мкА и $I_{б2}$=250 мкА при напряжении $U_{кэ}$=15 В и напряжении на источнике питания $E_к$=30 В.



а) б)

Рис. 46

Решение.

При заданном напряжении $U_{кэ}$=10 В и токе базы $I_{б1}$=150 мкА по выходным характеристикам транзистора определяем ток коллектора $I_{к1}$=6,87 мА.

Аналогично находим ток коллектора при напряжении $U_{кэ}$=10 В и токе базы $I_{б2}$=200 мкА: $I_{к2}$=11,87 мА.

Находим мощность на коллекторе при значениях тока $I_{к1}$ и $I_{к2}$:

$P_{к1}= U_{кэ}I_{к1}=10\cdot6{,}87\cdot10^{-3}=68{,}75\cdot10^{-3}=68{,}75$ мВт

$P_{к2}= U_{кэ}I_{к2}=10\cdot11{,}87\cdot10^{-3}=118{,}75\cdot10^{-3}=118{,}75$ мВт

Находим сопротивления нагрузки для различных токов коллектора:

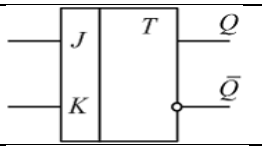
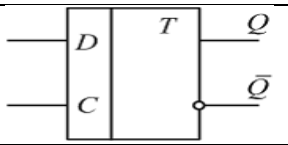
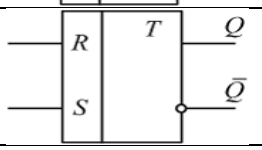
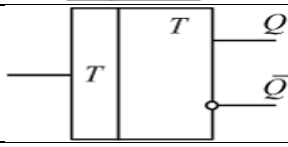
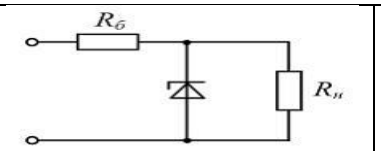
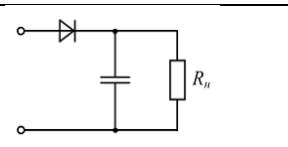
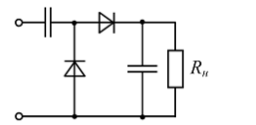
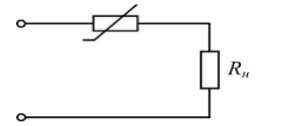
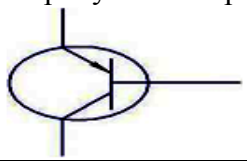
$R_{к1}=(E_к-U_{кэ})/I_{к1}=(20-10)/6{,}87\cdot10^{-3}=1455$ Ом.

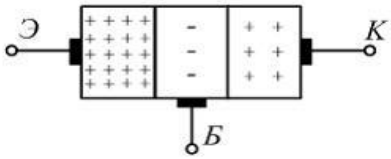
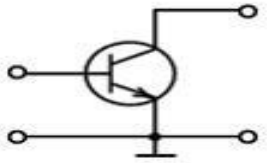
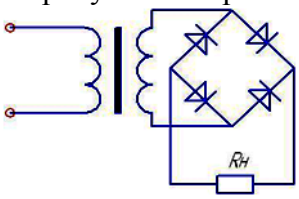
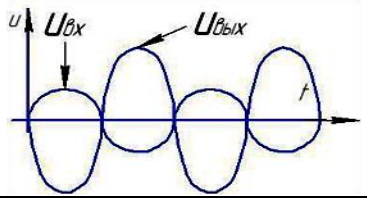
$R_{к2}=(E_к-U_{кэ})/I_{к2}=(20-10)/11{,}87\cdot10^{-3}=842$ Ом.

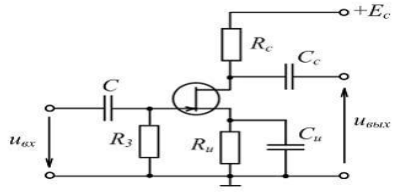
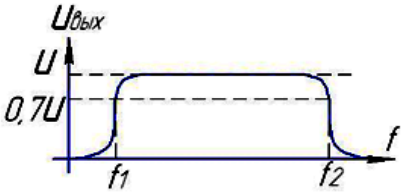
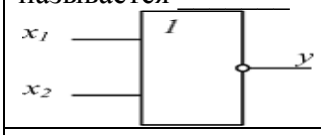
Определим коэффициент усиления по току:

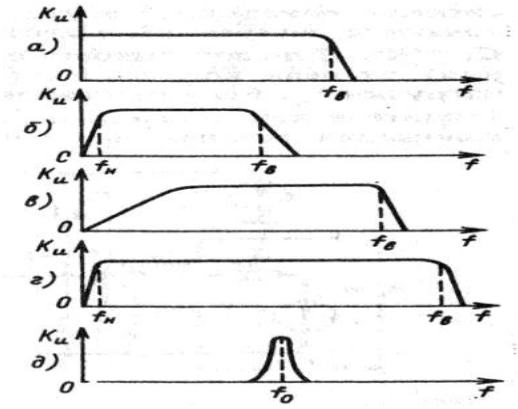
$h_{21}= \Delta I_к/\Delta I_б=(I_{к2}- I_{к1})/(I_{б2}-I_{б1})=(11{,}87-6{,}87)\cdot10^{-3}/(200-150)\cdot10^{-6}=100$

Примеры тестовых заданий

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Полупроводники имеют сопротивление	Больше, чем проводники Меньше, чем проводники Меньше, чем медь Больше, чем диэлектрики
Условное обозначение универсального триггера приведено на рисунке …	   
Информационный вход счетного триггера обозначается буквой …	D T Q S
На рисунке изображена _____ характеристика усилителя напряжения с резистивно-емкостной связью 	амплитудно-частотная фазочастотная амплитудная переходная
Схема параметрического стабилизатора напряжения приведена на рисунке …	   
На рисунке изображен… 	Биполярный транзистор Полевой транзистор Полупроводниковый диод Тиристор
У биполярных транзисторов средний слой называется…	базой коллектором эмиттером управляющим катодом

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
Условные обозначения полевых транзисторов с изолированным затвором приведены на рисунках …  	3, 4 1, 2 2, 5 2, 3
На рисунке изображена структура …  	биполярного транзистора триодного тиристора выпрямительного диода полевого транзистора
На рисунке приведено условное графическое обозначение … 	биполярного транзистора типа *n-p-n* биполярного транзистора типа *p-n-p* полевого транзистора с изолированным затвором полевого транзистора с управляющим *p-n* переходом
На рисунке изображена схема…  	Двухполупериодного мостового выпрямителя Двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки Однополуперидоного выпрямителя Трехфазного однополупериодного выпрямителя
Временным диаграммам напряжения на входе и выходе усилителя соответствует…  	инвертирующий усилитель на операционном усилителе операционный усилитель на инвертирующем усилителе транзисторный усилитель микропроцессор
Приведенная таблица характеризует логическую операцию … X1 X2 У 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1	Умножения (И) 0x0=0, 0x1=0, 1x0=0, 1x1=1 Сложения (ИЛИ) Инверсии (НЕ) Стрелки Пирса (ИЛИ-НЕ)

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
На рисунке изображена схема усилительного каскада с общим … 	истоком стоком затвором коллектором
На графике f_1 определяет для усилителя… 	Нижнюю граничную частоту усиления Верхнюю граничную частоту усиления Полосу пропускания, в которой усилитель не работает Полосу пропускания усилителя
Инвертором называется устройство, преобразующее энергию …	постоянного тока в энергию переменного тока переменного тока в энергию постоянного тока постоянного тока с одним значением напряжения в энергию постоянного тока с другим значением напряжения переменного тока с одним значением напряжения в энергию переменного тока с другим значением напряжения
Логический элемент, условное обозначение которого приведено на рисунке, называется _____ 	_____
Устройство, предназначенное для записи и хранения дискретного «слова» двоичного числа и другой кодовой комбинации называется	_____
Узел для подсчета входных сигналов и хранения двоичного кода числа подсчитанных сигналов – это	_____
Устройство с двумя состояниями, обладающее памятью– это	_____

Вопрос	Варианты ответа (выберите правильный ответ или впишите правильный ответ)
На рисунке приведена временная диаграмма на выходе …  	Инвертора Сглаживающего фильтра Мостового выпрямителя Тиристора
На рисунке изображены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) усилителей различных видов. Установите соответствие между АЧХ и видом усилителя  	А Б В Г Д

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники [Текст]: учеб. пособие / И.А. Данилов. М.: Высш. шк., 2008. 663 с.

2. Данилов, И.А., Иванов, П.М. Общая электротехника с основами электроники [Текст]: учеб пособие / И.А. Данилов, П.М. Иванов. М.: Высш. шк., 2005. 752 с.

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

4. Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника: учебник для СПО / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 431 с.