

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Мурманский государственный технический университет»**

Кафедра  
электрооборудования судов

**Методические указания  
к практическим работам**

по дисциплине «Основы электротехники и электроснабжения»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство  
наименование направления подготовки

Направленность/специализации: Промышленное и гражданское строительство

Мурманск  
2021

**Методические указания разработал – Буев Сергей Александрович, доцент кафедры Электрооборудования судов, канд. техн. наук.**

**Рецензент:** Методические указания к практическим работам разделены на модули и включают пояснительную записку, тематический план, перечень рекомендованной литературы, краткие методические пояснения и вопросы для самоконтроля. Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы дисциплины, изложены логично. С учетом уровня подготовки методические указания могут быть рекомендованы к использованию в учебном процессе для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 Строительство, по дисциплине «Основы электротехники и электроснабжения».

\_\_\_\_\_ В.В. Кучеренко

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры Электрооборудования судов «21» мая 2021 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой ЭОС,  
профессор

\_\_\_\_\_ А.Б. Власов

## Оглавление

Общие организационно-методические указания .....	5
1. Цель и задачи дисциплины.....	5
1.1 Цель преподавания дисциплины.....	5
1.2 Задачи изучения дисциплины.....	5
Тематический план.....	6
Перечень рекомендуемой литературы.....	7
Содержание программы и методические рекомендации к практическим работам.....	8
Перечень практических работ.....	8
Тема 2. Электрические цепи постоянного тока. Элементы цепи. Законы Ома и Кирхгофа. ....	9
Тема 3. Баланс мощностей. Методы расчёта цепей постоянного тока.....	9
Тема 4. Цепи переменного тока. Однофазный синусоидальный ток и его параметры.....	10
Тема 5. Потребители в цепях переменного тока (активные, реактивные). Активное, индуктивное и ёмкостное сопротивления.....	10
Тема 6. Закон Ома в комплексной форме. Последовательное и параллельное соединение реактивных элементов. Векторные диаграммы. Треугольники напряжений, сопротивлений и проводимостей. ....	11
Тема 7. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Мощности в цепях синусоидального тока. Коэффициент мощности и пути его повышения. Символический метод расчёта...11	11
Тема 8. Резонанс токов и резонанс напряжений.....	12
Тема 9. Трёхфазные цепи. Соединение фаз генератора звездой и треугольником. ....	12
Тема 10. Соединение фаз приёмников звездой и треугольником. Мощности трёхфазных цепей. Измерение. Коэффициент мощности. ....	12
Тема 11. Электрические цепи с нелинейными элементами. Графоаналитический метод расчёта НЭЦ.....	13
Тема 12. Магнитные цепи. Магнитное поле. Закон полного тока, законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Диамагнетики, магнито-твёрдые и магнитомягкие материалы. Петля гистерезиса. Анализ магнитной цепи. Потери в стали. Трансформаторы.....	13
Тема 13. Машины постоянного тока. Принцип работы, устройство, рабочие характеристики. ....	14
Тема 14. Вращающееся поле. Асинхронные двигатели и синхронные генераторы. Рабочие характеристики.....	14
Тема 15. Элементная база современных электронных устройств .....	14
Тема 16. Источники вторичного электропитания. ....	15
Тема 17. Усилители электрических сигналов.....	15
Тема 18. Основы цифровой электроники: логические элементы, триггеры, регистры, сумматоры, компараторы, шифраторы и дешифраторы. ....	16
Тема 19. Микропроцессорные средства. Структура микропроцессора и микро-ЭВМ и их применение для управления технологическими процессами. ....	16
Тема 20. Электрические измерения и приборы. Классификация СИ и методов измерения. Погрешности средств и методов измерения. Аналоговые и цифровые	

электроизмерительные приборы. Измерение неэлектрических величин электротехническими методами. ....	17
Тема 21. Основы электроснабжения и электробезопасности. ....	17

## Общие организационно-методические указания

### 1. Цель и задачи дисциплины

#### 1.1 Цель преподавания дисциплины.

Целью изучения дисциплины «Основы электротехники и электроснабжения» - является: опираясь на достижения науки и техники сформировать у студентов понятия об основах электротехники, их применении при разработке, проектировании, эксплуатации электрических машин и аппаратов. Дать понятия о современной элементной базе и применении электронных устройств.

#### 1.2 Задачи изучения дисциплины.

Задачи изложения и изучения дисциплины:

- изучить основы фундаментальных понятий, законов электротехники и их практическое применение;
- овладеть навыками проведения эксперимента с электрическими и магнитными цепями;
- сформировать необходимые знания для освоения специальных дисциплин, позволяющие обоснованно выбирать, эффективно и безаварийно эксплуатировать современное технологическое сварочное электрооборудование;
- выработать стремление к самостоятельной учебно-познавательной работе и освоению современных компьютерных технологий в профессиональной деятельности

2. Требования к уровню подготовки бакалавров в рамках данной дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Общая электротехника и электроника» направлен на формирование элементов следующих компетенций по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность»:

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1	ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	Компетенция реализуется полностью	ОПК-1.1. Способен решать задачи на основе теоретических и практических основ естественных и технических наук; ОПК-1.2. Способен решать задачи на основе математического аппарата;
2	ОПК-3. Способен принимать решения в профессиональной среде, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	Компетенция реализуется полностью	ОПК-3.1. Способен принимать решения, используя теоретические основы строительства; ОПК-3.2., Способен принимать решения, используя нормативную базу строительства
3	ОПК-4. Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства,	Компетенция реализуется полностью	ОПК-4.1. Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию; ОПК-4.2. Способен использовать в профессиональной деятельности

	строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства		нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
4	ОПК-6. Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчётного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке и проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов.	Компетенция реализуется полностью	ОПК-6.1. Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства; ОПК-6.2. Способен участвовать в подготовке расчётного и технико-экономического обоснований их проектов; ОПК-6.3. Способен участвовать в подготовке и проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов.

*В результате изучения дисциплины студент должен знать:*

- основные определения, топологические параметры и законы, характеризующие электрические и магнитные цепи; знать методы расчёта электрических цепей постоянного и переменного тока и магнитных цепей;
- современные тенденции развития измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности;

*В результате изучения дисциплины студент должен уметь:*

- применять методы расчёта электрических цепей постоянного и переменного тока и магнитных цепей;
- формулировать цели, обосновывать выбор путей их достижения с использованием современных технологий;

*В результате изучения дисциплины студент должен обладать навыками:*

- практическими навыками сборки и чтения электрических схем, выбора средств измерения, правильной их эксплуатации и эффективного применения;;
- практическими навыками подготовки к работе, включения, изменения режимов работы, контроля в процессе работы, остановки и вывода из действия электрооборудования.

### **Тематический план**

Таблица 1

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины
1. Электротехника. Значение в науке и производстве. Преимущества электроэнергии.
2. Электрические цепи постоянного тока. Элементы цепи. Законы Ома и Кирхгофа.
3. Баланс мощностей. Методы расчёта цепей постоянного тока.
4. Цепи переменного тока. Однофазный синусоидальный ток и его параметры.
5. Потребители в цепях переменного тока (активные, реактивные). Активное, индуктивное и ёмкостное сопротивления
6. Закон Ома в комплексной форме. Последовательное и параллельное соединение реактивных элементов. Векторные диаграммы. Треугольники напряжений, сопротивлений и проводимостей.
7. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Мощности в цепях синусоидального тока. Коэффициент мощности и пути его повышения. Символический метод расчёта.
8. Резонанс токов и резонанс напряжений.
9. Трёхфазные цепи. Соединение фаз генератора звездой и треугольником.
10. Соединение фаз приёмников звездой и треугольником. Мощности трёхфазных цепей. Измерение. Коэффициент мощности.
11. Электрические цепи с нелинейными элементами. Графоаналитический метод расчёта НЭЦ.
12. Магнитные цепи. Магнитное поле. Закон полного тока, законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Диамагнетики, магнито-твёрдые и магнитомягкие материалы. Петля гистерезиса. Анализ магнитной цепи. Потери в стали. Трансформаторы.
13. Машины постоянного тока. Принцип работы, устройство, рабочие характеристики.
14. Вращающееся поле. Асинхронные двигатели и синхронные генераторы. Рабочие характеристики.
15. Элементная база современных электронных устройств.
16. Источники вторичного электропитания.
17. Усилители электрических сигналов.
18. Основы цифровой электроники: логические элементы, триггеры, регистры, сумматоры, компараторы, шифраторы и дешифраторы.
19. Микропроцессорные средства. Структура микропроцессора и микро-ЭВМ и их применение для управления технологическими процессами.
20. Электрические измерения и приборы. Классификация СИ и методов измерения. Погрешности средств и методов измерения. Аналоговые и цифровые электроизмерительные приборы. Измерение неэлектрических величин электротехническими методами.
21. Основы электроснабжения и электробезопасности.

### Перечень рекомендуемой литературы

Таблица 2

#### **Основная литература:**

1. Власов А.Б. Лабораторный практикум «Электротехника», Мурманск 2010г.-180 экз.
2. Власов А.Б., Черкесова З.Н. Учебное пособие: «Задачи и методы их решения по курсу «Электротехника и электроника», Мурманск 2009г.-150 экз.

3. Баев Н.Г., Широкоступ Е.Я., Шиян А.Ф. Учебное пособие: «Электротехника в примерах и задачах», Мурманск 2010г., 100 экз.
4. Власов А.Б. Учебное пособие: «Электроника» - часть 1. Элементы электронных схем. Мурманск 2007г.-150 экз.
5. Власов А.Б. Учебное пособие: «Электроника» - часть 2. Основные аналоговые элементы и узлы электронной аппаратуры. Мурманск 2007г. – 150 экз.
6. Власов А.Б. Учебное пособие: «Электроника» - часть 3. Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры. Мурманск 2008г.- 150 экз.
7. Ремезовский В.М., Урванцев В.И. Учебное пособие: «Информационно-измерительные управляющие системы теплоэнергетических установок», Мурманск - 2011г. - 100 экз.

**Дополнительная литература:**

8. Шиян, А. Ф. Электротехника и электроника : курс лекций : учеб. пособие / А. Ф. Шиян; М-во сел. хоз-ва РФ, Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2005. - 212 с. (96 экз.);
9. Касаткин, А. С. Электротехника : учеб. для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - 9-е изд., стер. - Москва : Academia, 2005. - 538, [1] с. (71 экз.).

**Содержание программы и методические рекомендации к практическим работам**

**Перечень практических работ**

№ п/п	Наименование практических работ	Количество часов	
		очная ф.	заочная ф.
1	2	3	4
1	Исследование разветвлённых RL и RC цепей переменного тока.	2	1
2	Исследование резонанса напряжений в линейных электрических цепях синусоидального тока.	2	1
3	Исследование резонанса токов в линейных электрических цепях синусоидального тока.	2	1
4	Исследование трёхфазных цепей при соединении фаз приёмников звездой.	2	1
5	Исследование трёхфазных цепей при соединении фаз приёмников треугольником.	2	
6	Исследование однофазного трансформатора.	2	
7	Исследование генератора постоянного тока.	2	
8	Исследование двигателя постоянного тока.	2	
9.	Исследование асинхронного двигателя. Исследование синхронного генератора.	2	
	<b>Итого:</b>	<b>18</b>	<b>4</b>

Задачи пищевой промышленности по обеспечению населения продуктами высокого качества и безопасными с точки зрения гигиены питания. Понятие "Пищевые добавки". Перспективы использования пищевых добавок при производстве традиционных и новых продуктов питания. Классификация пищевых добавок. Технология подбора и использования пищевых добавок.



### *Методические указания*

В результате изучения этой темы студент должен знать терминологию в области электротехники, должен понимать и знать основные электрические и магнитные величины (ток, напряжение, потенциал, магнитную индукцию, напряженность магнитного поля и др.)

Студент должен изучить требования к технике безопасности при проведении лабораторных работ по курсу «Электротехника».

Узнать основные преимущества электрической энергии, значение электротехники для инженеров – неэлектриков, этапы развития электротехники.

Литература: [1] - [7].

### *Вопросы для самопроверки к теме 1.*

1. Понятия "Электротехника" и «Электрический ток», примеры, попадающие под эти понятия.

2. Значение «Электротехники» в науке.

3. Преимущества электроэнергии на производстве.

4. Международные стандарты на электроэнергию.

5. Требования техники безопасности при работе с оборудованием, находящимся под напряжением.

6. Развитие электротехники в XIX веке.

## Тема 2. Электрические цепи постоянного тока. Элементы цепи. Законы Ома и Кирхгофа.

Общие сведения об электрических цепях постоянного тока, основные законы и методы расчёта, применяемые в электротехнике.

### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить законы Ома и Кирхгофа. Их формулировки и математические выражения, а также правила расстановки знаков. Значение законов Ома и Кирхгофа.

Литература: [1], [3], [5].

### *Вопросы для самопроверки к теме 2.*

1. Дайте определение ЭДС, напряжения, потенциала, разности потенциалов.

2. Поясните физические процессы, происходящие в простейшей замкнутой электрической цепи.

3. Поясните, что такое ветвь, узел, контур электрической цепи.

4. Сформулируйте закон Ома для участка цепи, содержащей ЭДС.

5. Назовите и запишите первый закон Кирхгофа

6. Запишите второй закон Кирхгофа.

## Тема 3. Баланс мощностей. Методы расчёта цепей постоянного тока.

На основании закона сохранения энергии мощность, развиваемая источниками электрической энергии, должна быть равна мощности преобразования в цепи электрической энергии в другие виды энергии.

### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «баланс мощностей», мощность потерь, ЭДС, полезная мощность. Методы расчёта сложных электрических цепей: метод контурных токов, метод двух узлов.

Литература: [1], [3], [5].

### *Вопросы для самопроверки к теме 3.*

1. Дайте определение баланс мощностей», мощность потерь, ЭДС, полезная мощность.
2. Поясните, что такое потенциальная диаграмма, и для каких целей она строится.
3. Назовите параметры и реального и идеального источника ЭДС и тока, нарисуйте их внешние характеристики.
4. Приёмник номинальной мощностью 1 кВт с номинальным напряжением 220 В включен в сеть с напряжением 110 В. Определите мощность приёмника, токи при номинальном напряжении и при напряжении 220 В.
5. Описать методы расчёта сложных электрических цепей: метод контурных токов, метод двух узлов,

### **Тема 4. Цепи переменного тока. Однофазный синусоидальный ток и его параметры.**

Понятие «синусоидальный ток» относится ко всем периодическим токам, изменяющимся во времени по синусоидальному закону. Наибольшее распространение в энергетике получили электрические цепи синусоидального тока. По сравнению с постоянным током синусоидальный имеет ряд преимуществ: производство, передача и использование электрической энергии наиболее экономичны при синусоидальном токе.

#### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «синусоидальный ток», преимущества синусоидального тока по сравнению с постоянным током. «Познакомиться» с изобретателем генератора и трансформатора синусоидального тока П.Н. Яблочковым, учёным-разработчиком элементов системы трёхфазного тока М.О. Доливо-Добровольским, продемонстрировавшим свою систему на Всемирной выставке в Париже в 1891 г.

Литература: [1] - [7].

### *Вопросы для самопроверки к теме 4.*

1. Дайте определение синусоидального тока.
2. Поясните, как получается синусоидальная ЭДС.
3. Назовите основные величины, характеризующие синусоидальные функции времени.
4. Аналитическое представление синусоидальных функций

### **Тема 5. Потребители в цепях переменного тока (активные, реактивные). Активное, индуктивное и ёмкостное сопротивления.**

Основные элементы цепи синусоидального тока: резистивный элемент, индуктивный элемент, ёмкостной элемент.

#### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятия «резистивный элемент», «индуктивный элемент», «ёмкостной элемент». Должен научиться строить векторные диаграммы на комплексной плоскости.

Литература: [2] - [5].

### *Вопросы для самопроверки к теме 5.*

1. Дайте определение «резистивный элемент», «индуктивный элемент», «ёмкостной элемент».
2. Поясните, как построить векторные диаграммы на комплексной плоскости.
3. Назовите параметры цепи синусоидального тока при последовательном соединении элементов R, L, C.

4. К сети с синусоидальным напряжением частотой 50 Гц подключен ёмкостной элемент  $C$ . Приборы для измерения действующих значений показывают 220 В, 2 А. Определить ёмкость  $C$ .

Тема 6. Закон Ома в комплексной форме. Последовательное и параллельное соединение реактивных элементов. Векторные диаграммы. Треугольники напряжений, сопротивлений и проводимостей.

Физические процессы в электрических цепях переменного тока принципиально отличаются от процессов в цепях постоянного тока. Переменные токи и напряжения вызывают появление в цепи дополнительных ЭДС и токов.

#### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить закон Ома в комплексной форме при последовательном и параллельном соединении элементов  $L$ ,  $R$ ,  $C$ .

Литература: [4], [5].

#### *Вопросы для самопроверки к теме 6.*

1. Запишите формулы для расчёта полного сопротивления и аргумента сопротивления при последовательном соединении  $R$ ,  $L$ ,  $C$ .

2. Дайте формулировку и запишите закон Ома в комплексной форме для участка цепи при последовательном соединении  $R$ ,  $L$ ,  $C$ .

3. Дайте формулировку и запишите закон Ома в комплексной форме для участка цепи при параллельном соединении  $R$ ,  $L$ ,  $C$ .

4. Поясните порядок построения векторной диаграммы для участка цепи при последовательном соединении  $R$ ,  $L$ ,  $C$ .

Тема 7. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Мощности в цепях синусоидального тока. Коэффициент мощности и пути его повышения. Символический метод расчёта.

Законы Кирхгофа, рассмотренные ранее для цепей постоянного тока, справедливы и для мгновенных значений синусоидальных токов, напряжений и ЭДС. Под мгновенной мощностью понимают произведение мгновенных значений напряжения и тока.

#### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить законы Кирхгофа в комплексной форме в цепях переменного тока. Знать понятие мощность в цепи переменного тока, активная и реактивная мощности, полная мощность, мощность в комплексной форме.

Литература: [2], [6], [7].

#### *Вопросы для самопроверки к теме 7.*

1. Дайте определение активной мощности.

2. Дайте определение мгновенной мощности.

3. Постройте график мгновенных значений напряжения и тока и мгновенной мощности при активно-ёмкостной нагрузке.

4. Приёмник номинальной мощностью 1 кВт с номинальным напряжением 220 В включен в сеть с напряжением 110 В. Определите мощность приёмника, токи при номинальном напряжении и при напряжении 220 В.

## Тема 8. Резонанс токов и резонанс напряжений.

Резонансом в электрических цепях называется режим участка электрической цепи, содержащий индуктивный и ёмкостной элементы, при которых разность фаз (угол сдвига фаз) напряжения и тока участка равны нулю.

### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить различные виды резонанса: резонанс напряжений (при последовательном соединении элементов), резонанс токов (при параллельном соединении элементов), резонанс в магнитно-связанных цепях.

Литература: [2], [3], [5].

### *Вопросы для самопроверки к теме 8.*

1. Объясните в каком контуре и при каких условиях возможен резонанс напряжений.
2. Как будет меняться характер последовательного контура при плавном изменении ёмкости от нуля до бесконечности.
3. Объясните в каком контуре и при каких условиях возможен резонанс токов.
4. Напряжение контура при последовательном соединении  $R$ ,  $L$ ,  $C$  220 В. Катушка имеет активное сопротивление 22 Ом, индуктивность 100 мГн. Определите ёмкость, при которой в контуре будет резонанс напряжений.

## Тема 9. Трёхфазные цепи. Соединение фаз генератора звездой и треугольником.

В технике, кроме однофазных электрических цепей, широкое применение находят многофазные цепи. Под симметричной многофазной электрической цепью понимают совокупность электрических цепей, в которых действуют несколько ЭДС с одинаковыми частотами и амплитудами, сдвинутые по фазе относительно друг друга на определенные углы.

### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «трехфазные цепи», теорию трехфазных цепей, основные формулы для расчёта трехфазных цепей. Соединение фаз генератора звездой и треугольником

Литература: [4], [7].

## Тема 10. Соединение фаз приёмников звездой и треугольником. Мощности трёхфазных цепей. Измерение. Коэффициент мощности.

### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «баланс мощностей», мощность потерь, ЭДС, полезная мощность.

Литература: [1], [3], [5].

### *Вопросы для самопроверки к теме 9-10.*

1. Запишите комплексные выражения для фазных и линейных ЭДС.
2. Начертите схему звезда-звезда с нейтральным проводом и выпишите формулы, связывающие фазные и линейные напряжения и токи.
3. Объясните значение нейтрального провода.
4. Начертите схему звезда-звезда без нейтрального провода и выпишите формулы, связывающие фазные и линейные напряжения и токи при симметричной нагрузке.

## Тема 11. Электрические цепи с нелинейными элементами. Графоаналитический метод расчёта НЭЦ.

Нелинейными электрическими и магнитными элементами и цепями называют такие, у которых основные параметры зависят от напряжений, токов, магнитных потоков или других величин. Периодическими несинусоидальными величинами называют любые величины, например токи, напряжения, ЭДС, которые изменяются во времени по периодическому несинусоидальному закону  $f(t)=f(t+kT)$ .

### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен ознакомиться с нелинейными электрическими и магнитными элементами, понятием «несинусоидальный ток», ряд Фурье, условия Дирихле, мощность цепи несинусоидального тока, коэффициенты, характеризующие периодические несинусоидальные величины.

Литература: [2], [7].

### *Вопросы для самопроверки к теме 11.*

1. Дайте определение активной, реактивной и полной мощностей несинусоидального тока.
2. Покажите, как влияют реактивные элементы с параметрами L и C на форму кривых токов в цепи при несинусоидальном напряжении питания.
3. Определите действующее значение несинусоидального тока:  
 $I = 5 + \sin(\omega_1 t + 30^\circ) + 2 \sin(3\omega_1 t - 45^\circ) + 4 \sin(5\omega_1 t - 30^\circ)$  А.

## Тема 12. Магнитные цепи. Магнитное поле. Закон полного тока, законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Диамагнетики, магнито-твёрдые и магнетомягкие материалы. Петля гистерезиса. Анализ магнитной цепи. Потери в стали. Трансформаторы.

Магнитные цепи с постоянным полем находят широкое применение в электрических машинах постоянного тока, в электромагнитах, приборах, защитной и коммутационной аппаратуре, на транспорте, в автоматических устройствах, в машиностроении и других областях техники. Магнитные цепи постоянного тока – это цепи, в которых применяются материалы, имеющие нелинейные характеристики, и расчёт которых по этой причине встречает затруднения.

### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие магнитные цепи. Важное значение имеют характеристики магнитных материалов: кривые намагничивания и петли гистерезиса. Необходимо уяснить связь формы и числовых значений этих характеристик с областью применения магнитных материалов.

Литература: [4], [5].

### *Вопросы для самопроверки к теме 12.*

1. Дайте определение источника постоянного магнитного поля и МДС.
2. Поясните что такое магнитная индукция.
3. Назовите параметры магнитного потока и напряженности магнитного поля
4. Назовите основные законы магнитных цепей.
5. Поясните смысл термина «дроссель»

### Тема 13. Машины постоянного тока. Принцип работы, устройство, рабочие характеристики.

Электрические машины постоянного тока могут работать как в режиме генератора, так и в режиме двигателя, то есть обладают свойством обратимости. В режиме генератора они преобразуют механическую энергию, подводимую в их валу от первичного двигателя, в электрическую энергию постоянного напряжения, а в режиме двигателя осуществляют обратное преобразование: электрическую энергию постоянного тока преобразуют в механическую энергию, снимаемую с вала.

#### *Методические указания*

При изучении этой темы основное внимание вначале следует уделить принципу действия генератора и двигателя постоянного тока. Следует уяснить принцип обратимости применительно к машинам постоянного тока, обратив особое внимание на роль противодействующего и вращающего моментов, напряжения и ЭДС.

Литература: [4], [5].

#### *Вопросы для самопроверки к теме 13.*

1. Поясните устройство статора.
2. Поясните что такое коллектор.
3. Назовите параметры и принцип действия генератора
4. КПД машины постоянного тока.

### Тема 14. Вращающееся поле. Асинхронные двигатели и синхронные генераторы. Рабочие характеристики.

Асинхронные машины – это машины переменного тока. Слово «асинхронный» означает не синхронный или не одновременный. При этом имеется в виду, что у асинхронных машин частота вращения магнитного поля отличается от частоты вращения ротора. Асинхронные машины, как и все электрические машины, обладают свойством обратимости, то есть могут работать как в режиме двигателя, так и в режиме генератора.

#### *Методические указания*

Начинать изучение темы рекомендуется с изучения конструкции асинхронного двигателя и принципа образования вращающегося магнитного поля. При изучении принципа действия асинхронного двигателя важно понять, как законы электромагнитной индукции и электромагнитной силы связаны с появлением вращающегося момента, почему частота вращения ротора меньше частоты вращения магнитного поля.

Литература: [1], [4].

#### *Вопросы для самопроверки к теме 14.*

1. Опишите устройство асинхронного двигателя и принцип его работы.
2. Поясните устройство ротора.
3. Поясните принцип получения вращающегося магнитного поля.
4. Опишите принцип работы трехфазного асинхронного двигателя.
5. Изобразите ротор с короткозамкнутой и фазной обмотками.

### Тема 15. Элементная база современных электронных устройств

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «баланс мощностей», мощность потерь, ЭДС, полезная мощность.

#### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «баланс мощностей», мощность потерь, ЭДС, полезная мощность.

Литература: [1], [3], [5].

*Вопросы для самопроверки к теме 15.*

1. Дайте определение баланс мощностей», мощность потерь, ЭДС, полезная мощность.
2. Поясните что такое потенциальная диаграмма и для каких целей она строится.
3. Назовите параметры и реального и идеального источника ЭДС и тока, нарисуйте их внешние характеристики.
4. Приёмник номинальной мощностью 1 кВт с номинальным напряжением 220 В включен в сеть с напряжением 110 В. Определите мощность приёмника, токи при номинальном напряжении и при напряжении 220 В.

## Тема 16. Источники вторичного электропитания.

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «баланс мощностей», мощность потерь, ЭДС, полезная мощность.

*Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «баланс мощностей», мощность потерь, ЭДС, полезная мощность.

Литература: [1], [3], [5].

*Вопросы для самопроверки к теме 16.*

1. Дайте определение баланс мощностей», мощность потерь, ЭДС, полезная мощность.
2. Поясните что такое потенциальная диаграмма и для каких целей она строится.
3. Назовите параметры и реального и идеального источника ЭДС и тока, нарисуйте их внешние характеристики.
4. Приёмник номинальной мощностью 1 кВт с номинальным напряжением 220 В включен в сеть с напряжением 110 В. Определите мощность приёмника, токи при номинальном напряжении и при напряжении 220 В.

## Тема 17. Усилители электрических сигналов.

При решении многих производственных задач часто возникает необходимость в усилении электрических сигналов, для чего используются электронные усилители. Электронным усилителем называют устройство, предназначенное для повышения мощности входного электрического сигнала до номинального значения, обеспечивающего нормальное функционирование узла, устройства или электронной системы. Усиление маломощного входного сигнала достигается за счет использования энергии внешнего источника питания значительно большей мощности.

*Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятия «усилитель сигнала», «мощность входного электрического сигнала».

Литература: [1]- [7].

*Вопросы для самопроверки к теме 17.*

1. Дайте определение понятиям «усилитель сигнала», «мощность входного электрического сигнала».
2. Назовите основные параметры и показатели усилителей.

3. Расскажите принцип построения и режимы работы усилителя переменного напряжения.

4. Особенности режимов работы усилителя

Тема 18. Основы цифровой электроники: логические элементы, триггеры, регистры, сумматоры, компараторы, шифраторы и дешифраторы.

Интегральной микросхемой (ИМС) называют устройство с высокой плотностью упаковки электрически связанных элементов (транзисторов, резисторов, конденсаторов и пр.), выполняющее заданную функцию обработки (преобразования) электрических сигналов. С точки зрения конструктивно-технологических и эксплуатационных требований ИМС представляет собой единое изделие.

#### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «интегральная микросхема», а также: логические элементы, триггеры, регистры, сумматоры, компараторы, шифраторы и дешифраторы.

Литература: [5].

#### *Вопросы для самопроверки к теме 18.*

1. Дайте определение понятиям логические элементы, триггеры, регистры, сумматоры, компараторы, шифраторы и дешифраторы.

2. Поясните, что такое интегральная микросхема.

3. Назовите параметры и реального и идеального источника ЭДС и тока, нарисуйте их внешние характеристики.

4. Приёмник номинальной мощностью 1 кВт с номинальным напряжением 220 В включен в сеть с напряжением 110 В. Определите мощность приёмника, токи при номинальном напряжении и при напряжении 220 В.

Тема 19. Микропроцессорные средства. Структура микропроцессора и микро-ЭВМ и их применение для управления технологическими процессами.

Микропроцессор – это процессор (устройство, отвечающее за выполнение арифметических, логических операций и операций управления, записанных в машинном коде), реализованный в виде одной микросхемы или комплекта из нескольких специализированных микросхем (в отличие от реализации процессора в виде электрической схемы на элементной базе общего назначения или в виде программной модели).

#### *Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «Микропроцессор», арифметико-логическое устройство, блок управления и синхронизации, запоминающее устройство, регистры, шины передачи данных и команд. Ознакомиться с историей появления первых микропроцессоров в 1970-х годах, которые применялись в электронных калькуляторах, в них использовалась двоично-десятичная арифметика 4-битных слов.

Литература: [4], [5].

#### *Вопросы для самопроверки к теме 19.*

1. Дайте определение «микропроцессор», арифметико-логическое устройство, блок управления и синхронизации, запоминающее устройство, регистры, шины передачи данных и команд.

2. Поясните, что устройство и принцип действия микропроцессора.

3. Назовите параметры микропроцессора.

4. Опишите структуру микропроцессора и мини-ЭВМ.



Тема 20. Электрические измерения и приборы. Классификация СИ и методов измерения. Погрешности средств и методов измерения. Аналоговые и цифровые электроизмерительные приборы. Измерение неэлектрических величин электротехническими методами.

Трудно найти область современного производства, где бы не использовались методы и средства контрольно-измерительной техники. Значение измерений и контроля в настоящее время возросло в связи с широкой автоматизацией технологических процессов в различных областях промышленности.

*Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить понятие «измерение», «измерительный преобразователь», «аналоговый прибор», «цифровой прибор». Познакомиться с приборами непосредственной оценки и приборы сравнения.

Литература: [5].

*Вопросы для самопроверки к теме 20.*

1. Дайте понятиям «измерение», «измерительный преобразователь», «аналоговый прибор», «цифровой прибор».
2. Поясните, что такое приборы непосредственной оценки и приборы сравнения.
3. Назовите основные понятия и классификацию средств измерения.
4. Опишите измерительные механизмы аналоговых приборов.

Тема 21. Основы электроснабжения и электробезопасности.

Рассматриваются вопросы электроснабжения промышленных предприятий. Отдельное внимание уделено электроприемникам промышленных предприятий, их характеристикам по надежности электроснабжения и режимам работы.

*Методические указания*

В рамках данной темы студент должен изучить теоретические сведения об опасности воздействия электрического тока на организм человека, правила организации безопасной работы в электроустановках.

Литература: [4], [5].

*Вопросы для самопроверки к теме 21.*

1. Дайте определение понятию «энергосистема», «электроснабжение».
2. Поясните, что такое распределительное устройство, источник питания, сборные и соединительные шины.
3. Назовите параметры и устройство трансформаторной подстанции.
4. Что такое шинопровод, кабельная линия, воздушная линия.