

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени  
Н.В. Верещагина»

Инженерный факультет  
Кафедра энергетических средств и технического сервиса

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»**

**Направление подготовки** 15.03.02 Технологические машины и оборудование

**Профиль** – Машины и аппараты пищевых производств.  
**Квалификация (степень)** - «бакалавр»

Вологда – Молочное  
2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Разработчик, к.т.н., доцент Палицын А.В.

Программа одобрена на заседании кафедры энергетических средств и технического сервиса от 24 января 2023 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Бирюков А.Л.

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии инженерного факультета 16 февраля 2023 года, протокол № 6.

Председатель методической комиссии, к.т.н., доцент Берденников Е.А.

## 1 Цель и задачи учебной дисциплины

**Цель изучения дисциплины:** подготовка бакалавров к решению профессиональных задач в области эффективного использования средств электрификации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции животноводства; разработка и эксплуатация средств электрификации для технологической модернизации производства. Формирование у студентов совокупности знаний по анализу, синтезу, выбору и использованию современных систем и средств электрификации в производстве.

### Задачи дисциплины:

- подготовка выпускника, знающего теоретические основы работы электрооборудования;
- получение базовых знаний и формирование основных навыков по техническим средствам электрификации машин и технологических линий;
- научить выпускника работать с электрифицированными и автоматизированными технологическими процессами, машинами и установками, в том числе работающими непосредственно с биологическими объектами.
- научить методам анализа и синтеза электрических систем, технических средств и электрических объектов.

## 2. Место учебной дисциплины в структуре ООП

Учебная дисциплина «Электротехника и электроника» относится к обязательным дисциплинам базовой части основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль подготовки «Машины и аппараты пищевых производств». Индекс по учебному плану – Б1.О.27, изучается в третьем семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются: математика, физика, теоретическая механика, инженерная графика.

К числу входных **знаний, навыков и компетенций** студента, приступающего к изучению дисциплины «Электротехника и электроника», должно относиться следующее:

- обладать знанием основных законов естественнонаучных дисциплин, решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, физики, гидравлики; знание устройства, принципа работы и эксплуатации технологического оборудования, применяемых в производстве и переработке продукции;
- иметь навыки анализа и оценки информации из различных источников, навыки обоснования технологических режимов, навыки работы с нормативными и техническими документами;
- компетенции: владеть способностью проводить и оценивать результаты измерений; способностью использовать информационные технологии и базы данных; готовностью к профессиональной эксплуатации автоматизированных систем машин и технологического оборудования для производства, хранения и переработки продукции; способностью использовать современные методы монтажа, наладки систем электрификации, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами.

Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, являются базой для эффективного прохождения производственной практики, написания курсовых проектов по базовым дисциплинам и выпускной квалификационной работы.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Электротехника и электроника» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению под-

готовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль подготовки «Машины и аппараты пищевых производств»:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4 Способен формировать подсистему оперативного сбора и анализа данных о фактическом состоянии оборудования и систем автоматики путем считывания штрих-кодов и съема информации с внешних датчиков	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Знает состав, функции и возможности использования информационно-коммуникационных технологий в информационных системах управления техническим обслуживанием и ремонтом технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов и систем автоматики автоматизированных технологических линий по производства продуктов питания.
	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> Умеет использовать специальное программное обеспечение, компьютерные и телекоммуникационные средства в процессе проведения испытаний и внедрения прогрессивных технологий технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации пищевой им перерабатывающей промышленности
	ИД-3 <sub>ПК-4</sub> Владеет навыками формирования подсистемы оперативного сбора и анализа данных о фактическом состоянии оборудования и систем автоматики путем считывания штрих-кодов и съема информации с внешних датчиков

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

##### 4.1 Структура учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов (очно)	Семестр 3	Всего часов (заочно)
Аудиторные занятия (всего)	68	68	20
В том числе:			
Лекции (Л)	34	34	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	8
Самостоятельная работа	64	64	115
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет	зачет
Контроль	12	12	9
Общая трудоемкость дисциплины, часы	144	144	144
Зачетные единицы	4	4	4

##### 4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

###### Введение

Электротехника как наука. История развития теоретической и прикладной электротехники. Содержание и структура курса.

## **Раздел 1 Методы и средства электрических измерений. Простые и сложные цепи постоянного и 1<sup>го</sup> фазного переменного тока.**

**Тема 1.1 Электрические измерения и приборы.** Назначение электрических измерений. Классификация измерительных приборов. Устройство, принцип действия и основные свойства приборов: магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и индукционных систем. Измерение тока и напряжения в цепи постоянного и переменного тока. Расширение пределов измерения (шунты, добавочные сопротивления, измерительные трансформаторы). Измерение сопротивлений и частот. Общие принципы электрических измерений неэлектрических величин.

**Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока.** Область применения электротехнических устройств постоянного тока. Структура электрической цепи. Стандартные графические обозначения электротехнических устройств в цепях постоянного тока. Сила тока, э.д.с., напряжение и их положительное направление. Сопротивление проводников, основные законы электрических цепей. Электрическая энергия и мощность. Баланс энергии и мощности. К.П.Д. электрической цепи. Номинальные величины элементов и режимы работы электрической цепи. Линейные неразветвлённые и разветвлённые электрические цепи с одним источником э.д.с. Способы соединения элементов электрической цепи. Пассивные разветвлённые цепи, анализ и расчёт их методом эквивалентных сопротивлений.

Анализ электрических цепей с несколькими источниками методами непосредственного применения законов Кирхгофа, контурных токов, узлового напряжения.

Тепловое действие тока. Защита от токов короткого замыкания.

**Тема 1.3 Цепи однофазного переменного тока.** Понятие, определение и преимущество переменного тока. Получение синусоидального тока (э.д.с.). Основные параметры, характеризующие синусоидальную величину. Начальная фаза, сдвиг фаз. Амплитудное, мгновенное, действующее и среднее значение синусоидально изменяющихся величин. Представление этих величин тригонометрическими функциями, волновыми и векторными диаграммами.

Электротехнические устройства переменного тока. Идеализированные элементы: резистивные, индуктивные и ёмкостные и их характеристики. Уравнения электрического состояния для неразветвлённой цепи при последовательном соединении активного сопротивления, индуктивности и ёмкости. Векторные диаграммы. Резонанс напряжений. Активная, реактивная и полная мощность. Треугольник мощностей. Коэффициент мощности и его экономическое значение. Цепь с параллельным соединением ветвей. Векторная диаграмма. Активная, реактивная и полная проводимость. Треугольник проводимостей. Резонанс токов, условия его возникновения и практическое значение. Компенсация реактивной мощности для повышения коэффициента мощности. Анализ и расчёт разветвлённых цепей.

**Тема 1.4 Измерение мощности и энергии в цепях переменного тока.** Измерение активной и реактивной мощности и энергии в одно и трех фазных цепях переменного тока. Ваттметры и варметры, приборы коммерческого учета электроэнергии, способы их включения.

## **Раздел 2 Производство, передача и потребление электрической энергии. Трёхфазные цепи переменного тока.**

**Тема 2.1 Машины постоянного тока, принцип получения постоянной ЭДС.** Устройство, принцип действия и область применения машин постоянного тока. Коллектор, его устройство и назначение. Обмотки якорей машин постоянного тока. Э.д.с. якоря, электромагнитный момент и мощность машин постоянного тока. Добавочные полюса и их назначение. Понятие о реакции якоря. Генераторы постоянного тока и их классификация по способу возбуждения, самовозбуждение. Основные характеристики генераторов постоянного тока различных типов и области их применения. Двигатели постоянного тока, их классификация. Пуск, регулирование частоты вращения, реверсирование двигателей постоянного тока. Схемы включения. Основные уравнения и характеристики двигателей постоянного тока различных типов, область их применения. Потери в машинах постоянного тока и их к.п.д.

**Тема 2.2 Синхронные машины и область их применения.** Устройство и принцип действия синхронного трёхфазного генератора. Синхронная скорость. Схема возбуждения генератора с выпрямителем. Основные характеристики генератора (холостого хода, внешняя). Регулирование напряжения на зажимах генератора. Синхронный двигатель его устройство, принцип действия характеристики. Пуск синхронного двигателя. Рабочая характеристика двигателя.

**Тема 2.3 Трансформаторы.** Назначение и область применения трансформаторов. Устройство, принцип действия, э.д.с. трансформатора и коэффициент трансформации. Магнитные потоки. Уравнения электрического равновесия в обмотках. Условные обозначения на схемах. Холостой ход и рабочий режим трансформатора. Основные уравнения и векторные диаграммы при холостом ходе и нагрузке трансформатора. Опыт холостого хода и короткого замыкания. Внешняя характеристика трансформа-

тора. К.п.д. трансформатора. Трёхфазные трансформаторы, устройство и их работа. Схемы соединения обмоток. Группы соединений. Конструкция трансформаторов и их охлаждение. Регулирование напряжения у трансформаторов. Автотрансформаторы.

**Тема 2.4 Трёхфазные электрические сети.** Виды, рабочие характеристики. Построение векторных диаграмм. + и - трехфазных сетей в сравнении с однофазными сетями и сетями постоянного тока. Неполноценные режимы работы трехфазных сетей. Назначение нулевого провода в трехфазных сетях. Явление перекоса фазных напряжений. Расчет рабочих характеристик трехфазных сетей.

**Тема 2.5 Асинхронные двигатели.** Устройство и принцип действия трёхфазного асинхронного двигателя. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым и фазным роторами. Вращающееся магнитное поле статора и зависимость синхронной скорости от частоты тока и числа пар полюсов. Скорость вращения ротора. Работа асинхронного двигателя при нагрузке. Скольжение и скорость вращения ротора в зависимости от скольжения. Зависимость частоты, э.д.с. и тока ротора от скольжения и напряжения сети. Устойчивая работа двигателя. Критический момент и критическое скольжение. Механическая характеристика двигателя. Номинальный и пусковой моменты. Перегрузочная способность. Пуск асинхронных двигателей с фазным и короткозамкнутым ротором. Повышение и понижение пускового момента. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми устройствами (ДАМ, ГАМ, и др.). Регулирование частоты вращения двигателя. Изменение направления вращения ротора. Способы соединения фазных обмоток статора в зависимости от номинального напряжения двигателя и напряжения сети. Энергетическая диаграмма и к.п.д. двигателя.

### **Раздел 3 Электропривод в пищевой промышленности.**

#### **Тема 3.1. Основы автоматизированного электропривода.**

Определение понятия электропривод. Техничко-экономические показатели применения электрической энергии в пищевой промышленности. Классификация электроприводов по степени автоматизации, одно- много-двигательным приводам, роду тока, условиям эксплуатации и др. показателям.

Понятие механической характеристики рабочей машины и электрического двигателя. Понятие степени жесткости. Классификация механических характеристик по степени жесткости. Понятие и условие статической устойчивости. Определение и понятие приводных характеристик рабочих машин, их классификация.

Вывод уравнения механической характеристики асинхронного двигателя. Анализ уравнения механической характеристики в двигательном и тормозном режимах. Способы и методы регулирования частоты вращения ротора асинхронного двигателя. Влияние различных способов регулирования частоты вращения ротора на вид механической характеристики двигателя.

Пусковые режимы асинхронных двигателей. Выбор способа пуска двигателя с учетом маломощных источников электроснабжения. Проверка двигателя на перегрузочную способность.

Устройство, принцип работы, механические характеристики однофазного двигателя. Способы пуска, выбор пускового устройства, электрические схемы включения однофазного двигателя. Способы включения трехфазного двигателя в однофазную электрическую сеть. Расчет мощности конденсаторной батареи для различных способов пуска.

Устройство, принцип работы, механическая характеристика, способы включения в сеть синхронного трехфазного двигателя переменного тока. Механическая и угловая характеристики. Способность синхронного двигателя, включенного в сеть переменного тока изменять коэффициент мощности сети. Векторная диаграмма синхронного двигателя.

Вывод уравнения движения электропривода и его анализ. Определение понятия переходного режима. Уравнение переходного режима и его анализ. Определение времени переходного режима. Потери энергии в переходных режимах.

Вывод уравнения нагрева электрического двигателя. Уравнение охлаждения. Методы определения постоянной времени нагрева и охлаждения. Определение номинального режима нагрузки электрического двигателя. Факторы, влияющие на величину номинальной мощности двигателя.

Классификация номинальных режимов работы электрических двигателей. Определение мощности двигателя по нагреву при продолжительном режиме работы с постоянной и переменной нагрузкой. Методы эквивалентного тока, эквивалентного момента, эквивалентной мощности. Проверка выбранного по нагреву двигателя на кратковременную перегрузку.

Методика выбора двигателя общетехнической серии и специального, предназначенного для работы в кратковременном режиме. Методика выбора двигателя общетехнической серии и специального, предназначенного для работы в повторно-кратковременном режиме. Проверка выбранного двигателя на механическую перегрузку при колебаниях напряжения сети.

Значение коэффициента мощности, технико-экономические последствия низкого коэффициента мощ-

ности. Факторы, понижающие его и способы увеличения.  
Классификация аппаратуры управления. Устройство, назначение и выбор аппаратуры ручного управления. Обозначения на электрических схемах.

Устройство, назначение и выбор аппаратуры автоматического управления и защиты электрического двигателя. Общие требования к защитным аппаратам, их классификация. Устройство, назначение и выбор плавких вставок и предохранителей.

Принципы защиты электрических двигателей автоматическими выключателями, тепловыми реле, реле тока и напряжения. Их устройство, назначение и методика выбора. Защита двигателей аппаратами с встроенными датчиками температуры.

Общие принципы построения электрических схем автоматического управления. Классификация электрических схем, основные определения, условные обозначения, правила начертания. Примеры схем автоматического управления электроприводами в функциях скорости, тока, времени, пути.

### **Тема 3.2. Применение электрической энергии в пищевой промышленности**

Особенности применения электрической энергии в перерабатывающей промышленности. Классификация направлений использования электрической энергии в пищевой промышленности.

Лучистая энергия, диапазоны оптического спектра. Свойства и области применения излучений оптического диапазона. Величины и единицы измерения оптического диапазона излучений. Источники излучений. Конструктивное устройство и особенности осветительно-облучательных установок.

Классификация ламп для освещения и облучения. Устройство, принципы работы, правила выбора, обозначения ламп накаливания, газоразрядных и люминесцентных ламп. Требования к выбору осветительно-облучательных установок в зависимости от классификации помещений.

Требования, предъявляемые к освещению. Методика расчета электрического освещения. Методы светотехнического расчета - метод коэффициента использования светового потока, точечный метод или метод силы света, метод удельной мощности.

Источники ультрафиолетовых и инфракрасных излучений. Технико-экономические показатели использования данных установок.

Роль электронагрева и экономическая целесообразность применения его в производстве. Способы нагрева и классификация электронагревательных установок. Устройство, принцип работы электронагревательных установок, работающих по принципу преобразования электрической энергии в тепловую за счет сопротивления проводника тока.

Устройство, принцип работы, порядок расчета, схемы включения в электрическую сеть электродных, элементных и индукционных водонагревателей и парообразователей. Требования техники безопасности при включении их в производственных помещениях.

Устройство, порядок выбора, схемы включения, требования, предъявляемые к калориферным установкам. Источники лучистого обогрева. Основы выбора по мощности источников лучистого обогрева. Преимущества и недостатки. Схемы включения. Установки диэлектрического нагрева пищевых продуктов, принцип работы, порядок расчета и выбора, технико-экономические показатели.

Основы автоматизированного привода установок. Электропривод сепараторов, охладителей молока и других машин перерабатывающей промышленности. Электропривод вентиляционных установок. Режимы работы, выбор типа, мощности, количества установок. Автоматические вентиляционные установки. Режимы работы, выбор типа и мощности насосных установок. Автоматические насосные станции. Расчет электрических нагрузок потребителей.

### **Тема 3.3. Правила эксплуатации электроустановок и электробезопасность.**

Правила эксплуатации электроустановок и электрооборудования. Мероприятия по рациональному использованию электроэнергии. Правила электробезопасности при эксплуатации и обслуживании установок, оборудования и инструмента. Первая медицинская помощь при поражении электрическим током.

## **Раздел 4 Электроника. Элементная база. Применение ПК в электротехнических расчетах.**

**Тема 4.1 Основы электроники. Полупроводниковые приборы.** Полупроводники и их свойства. Электронная и дырочная проводимости. Примесная проводимость, односторонняя проводимость p-n перехода. Полупроводниковые диоды, принцип работы (односторонней проводимости). Устройство диода. Полупроводниковые триоды (транзисторы), их назначение. Транзисторы типа p-n-p и n-p-n. Усиливающие свойства транзистора. Схемы включения транзисторов и характерные их особенности. Фотоэлектронные приборы. Устройство и принцип действия. Устройство электронной лампы (Например пентода). ПРА на полупроводниковых элементах. Виды, функциональные возможности, область применения.

**Тема 4.2 Представление синусоидальных величин векторами и комплексными числами.** Комплексное представление мощности. Операции с комплексными числами. Комплексная плоскость. Логические элементы на базе цифровых устройств. Алгебра логики Дж. Буля. Графическое обозначение логических элементов. Карты Карно.

#### 4.3. Разделы учебной дисциплины и вид занятий (ч)

№ п.п.	Наименование разделов и тем учебной дисциплины	Лекции (Л)	Лабораторные работы (ЛР)	Самостоятельная работа (СРС)	Контроль	Всего
1	Введение.	1	-	1	-	2
2	Раздел 1 Методы и средства электрических измерений. Простые и сложные цепи постоянного и 1 <sup>но</sup> фазного переменного тока.					
3	Тема 1.1 Электрические измерения и приборы.	1	2	2	1	6
4	Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока.	2	2	4	1	9
5	Тема 1.3. Цепи однофазного переменного тока.	3	4	4	1	12
6	Тема 1.4 Измерение мощности и энергии в цепях переменного тока.	1	-	5	1	7
7	Раздел 2 Производство, передача и потребление электрической энергии. Трехфазные цепи переменного тока.					
8	Тема 2.1 Машины постоянного тока, принцип получения постоянной ЭДС.	2	4	4	1	11
9	Тема 2.2 Синхронные машины и область их применения.	2	-	4	1	7
10	Тема 2.3 Трансформаторы.	2	-	4	1	7
11	Тема 2.4 Трехфазные электрические сети.	4	4	4	1	13
12	Тема 2.5 Асинхронные двигатели.	3	4	4	-	11
13	Раздел 3 Электропривод в пищевой промышленности.					
14	Тема 3.1. Основы автоматизированного электропривода.	2	4	4	1	11
15	Тема 3.2. Применение электрической энергии в пищевой промышленности.	3	4	4	1	12
16	Тема 3.3. Правила эксплуатации электроустановок и электробезопасность.	2	-	4	-	6
17	Раздел 4 Электроника. Элементная база. Применение ПК в электротехнических расчетах.					
18	Тема 4.1. Основы электроники. Полупроводниковые приборы.	4	4	4	1	13



19	Тема 4.2 Представление синусоидальных величин векторами и комплексными числами.	2	2	4	1	9
20	Всего	34	34	68	12	144

#### 4.4. Перечень лабораторных занятий

№ п/п	Наименование разделов и тем учебной дисциплины	Вид занятий, трудоемкость, ч.	Тема и содержание занятия
1	<b>Раздел 1 Методы и средства электрических измерений. Простые и сложные цепи постоянного и 1<sup>но</sup> фазного переменного тока.</b>		
1.1	Электрические измерения и приборы.	ЛР-1, 2ч.	Проверка вольтметра и амперметра.
1.2	Электрические цепи постоянного тока.	ЛР-2, 2ч.	Виды соединений резисторов, проверка законов Киргофа и Ома (для цепей постоянного тока).
1.3	Цепи однофазного переменного тока.	ЛР-3, 2ч. ЛР-4, 2ч.	Последовательное соединение резистора, индуктивной катушки и конденсатора. Параллельное соединение индуктивной катушки и конденсатора. Компенсация реактивной мощности.
2	<b>Раздел 2 Производство, передача и потребление электрической энергии. Трехфазные цепи переменного тока.</b>		
2.1	Машины постоянного тока, принцип получения постоянной ЭДС.	ЛР-5, 2ч. ЛР-6, 2ч.	Генератор постоянного тока, регулировочные и рабочие характеристики. Электродвигатель постоянного тока, регулировочные и рабочие характеристики.
2.4	Трехфазные электрические сети.	ЛР-7, 2ч. ЛР-8, 2ч.	Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников звездой. Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников треугольником.
2.5	Асинхронные двигатели.	ЛР-9, 2ч. ЛР-10, 2ч.	Диагностика и Т.О. электродвигателей переменного и постоянного тока. Работа 3 <sup>х</sup> фазного электродвигателя от 1 <sup>но</sup> фазной сети, фазосдвигающие устройства, вращающийся трансформатор.
3	<b>Раздел 3 Электропривод в пищевой промышленности.</b>		
3.1	Основы автоматизированного электропривода.	ЛР-11, 2ч. ЛР-12, 2ч.	Аппаратура управления и защиты. Индукционный регулятор, регулировочные и рабочие характеристики. Способы пуска 3 <sup>х</sup> фазных электродвигателей.
3.2	Применение электрической энергии в пищевой промышленности	ЛР-13, 2ч. ЛР-14, 2ч.	Лампы, светильники, облучатели. Водонагреватели, регулировочные и рабочие характеристики.
4	<b>Раздел 4 Электроника. Элементная база. Применение ПК в электротехнических расчетах.</b>		
4.1	Основы электроники. Полупроводниковые приборы.	ЛР-15, 2ч. ЛР-16, 2ч.	Полупроводниковые структуры и их характеристики. Практическое применение полупроводниковых структур и элементов.

4.2	Представление синусоидальных величин векторами и комплексными числами.	ЛР-17, 2ч.	Расчет и моделирование электрических цепей и схем на ПК.
	Всего лабораторные занятия	34 ч	

### 5 Матрица формирования компетенций по дисциплине

№ п/п	Раздел дисциплины	Профессиональные компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-4	
1	Тема 1.1 Электрические измерения и приборы.	+	1
2	Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока.	+	1
3	Тема 1.3. Цепи однофазного переменного тока.	+	1
4	Тема 1.4 Измерение мощности и энергии в цепях переменного тока.	+	1
5	Тема 2.1 Машины постоянного тока, принцип получения постоянной ЭДС.	+	1
6	Тема 2.2 Синхронные машины и область их применения.	+	1
7	Тема 2.3 Трансформаторы.	+	1
8	Тема 2.4 Трехфазные электрические сети.	+	1
9	Тема 2.5 Асинхронные двигатели.	+	1
10	Тема 3.1. Основы автоматизированного электропривода.	+	1
11	Тема 3.2. Применение электрической энергии в пищевой промышленности.	+	1
12	Тема 3.3. Правила эксплуатации электроустановок и электробезопасность.	+	1
13	Тема 4.1. Основы электроники. Полупроводниковые приборы.	+	1
14	Тема 4.2 Представление синусоидальных величин векторами и комплексными числами.	+	1

### 6. Образовательные технологии

Активные и интерактивные образовательные технологии составляют 50% от аудиторных занятий по дисциплине.

Семестр	Вид занятия ( ЛР )	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	ЛР	Проверка вольтметра и амперметра.	2
	ЛР	Виды соединений резисторов, проверка законов Киргофа и Ома (для цепей постоянного тока).	2
	ЛР	Последовательное соединение резистора, индуктивной катушки и конденсатора.	2
	ЛР	Параллельное соединение индуктивной ка-	2

		тушки и конденсатора. Компенсация реактивной мощности.	
	ЛР	Генератор постоянного тока, регулировочные и рабочие характеристики.	2
	ЛР	Электродвигатель постоянного тока, регулировочные и рабочие характеристики.	2
	ЛР	Водонагреватели, регулировочные и рабочие характеристики.	2
	ЛР	Индукционный регулятор, регулировочные и рабочие характеристики. Способы пуска 3 <sup>х</sup> фазных электродвигателей	2
	ЛР	Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников звездой.	2
	ЛР	Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников треугольником.	2
	ЛР	Работа 3 <sup>х</sup> фазного электродвигателя от 1 <sup>но</sup> фазной сети, фазосдвигающие устройства, вращающийся трансформатор.	2
	ЛР	Диагностика и Т.О. электродвигателей переменного и постоянного тока.	2
	ЛР	Полупроводниковые структуры и их характеристики.	2
	ЛР	Практическое применение полупроводниковых структур и элементов.	2
	ЛР	Лампы, светильники, облучатели.	2
	ЛР	Аппаратура управления и защиты.	2
	ЛР	Расчет и моделирование электрических цепей и схем на ПК.	2
Всего			34

## 7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1 Виды самостоятельной работы, порядок их выполнения и контроля

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды СРС	Порядок выполнения СРС	Метод контроля
1	Раздел 1	Подготовка к тестированию, решение задач	Работа с лекционным материалом, рабочей тетрадью, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради, письменный контроль
2	Раздел 2	Подготовка к тестированию, решение задач	Работа с лекционным материалом, рабочей тетрадью, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради, письменный контроль
3	Раздел 3	Подготовка к тестированию, решение задач	Работа с лекционным материалом, рабочей тетрадью, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради, письменный контроль
4	Раздел 4	Подготовка к тестированию	Работа с лекционным материа-	Устный опрос,

		ванию, решение задач	лом, рабочей тетрадь, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.	письменный контроль
--	--	----------------------	--	---------------------

## 7.2 Контрольные вопросы для самопроверки

№ п/п	Раздел дисциплины	Контрольные вопросы для самопроверки
1	<b>Раздел 1</b>	
1.1	Электрические измерения и приборы.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие существуют погрешности измерительных приборов?</li> <li>2. Как определяют поправки к показаниям прибора?</li> <li>3. Что называется приведенной погрешностью прибора?</li> <li>4. Что означает класс точности прибора?</li> <li>5. В каких случаях при измерениях пользуются графиком поправок?</li> <li>6. Условные обозначения по шкале прибора. (Привести примеры).</li> <li>7. Какую электрическую энергию учитывает механический (индукционный) счетчик?</li> </ol>
1.2	Электрические цепи постоянного тока.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как распределяются токи и напряжения при последовательном соединении резисторов?</li> <li>2. Как распределяются токи и напряжения при параллельном соединении резисторов?</li> <li>3. Чему равно полное сопротивление цепи при последовательном соединении резисторов?</li> <li>4. Чему равно полное сопротивление цепи при параллельном соединении резисторов?</li> <li>5. Цепь постоянного тока. Параметры и условные графические обозначения.</li> <li>6. Энергия и мощность в цепи постоянного электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.</li> <li>7. Сопротивление и проводимость в цепи постоянного тока.</li> <li>8. Разветвление электрической цепи постоянного тока.</li> <li>9. Понятие ветви, узла, контура. Последовательное и параллельное соединение потребителей.</li> </ol>
1.3	Цепи однофазного переменного тока.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однофазные цепи синусоидального тока. Активное сопротивление, индуктивная катушка и конденсатор в цепи синусоидального тока.</li> <li>2. Сдвиг фаз между напряжением и током в R, L, и C элементах. Векторные диаграммы синусоидального тока. Сдвиг фаз напряжением и током в них.</li> <li>3. Назначение, устройство и принцип работы трехфазных трансформаторов.</li> <li>4. Цепи синусоидального тока с последовательным и параллельным соединением резистора, индуктивной катушки и конденсатора. Сдвиг фаз между током и напряжением. Активное, реактивное и полное сопротивление цепи, треугольник мощностей.</li> </ol>
1.4	Измерение мощности и энергии в цепях переменного тока.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы расширения пределов измерения КИП.</li> <li>2. Что такое «самоход» электрического счетчика?</li> <li>3. Назначение постоянного магнита в механическом счетчике.</li> <li>4. Достоинства и недостатки электронного электрического счетчика?</li> </ol>
2	<b>Раздел 2</b>	
2.1	Машины постоянного тока, принцип получения постоянной ЭДС.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двигатель постоянного тока с компаундным возбуждением, механическая характеристика, устройство, принцип действия.</li> <li>2. Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения, его механические и рабочие характеристики.</li> <li>3. Внешние характеристики генераторов постоянного тока с независимым возбуждением и самовозбуждением.</li> <li>4. Шунтовой двигатель постоянного тока, устройство, принцип действия, механическая характеристика.</li> </ol>
2.2	Синхронные машины и область их применения.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Синхронный двигатель его устройство, принцип действия характеристики.</li> <li>2. Пуск синхронного двигателя. Рабочая характеристика двигателя.</li> </ol>
2.3	Трансформато-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Магнитная цепь, параметры. Закон электромагнитной индукции, самоиндукции,</li> </ol>

	ры.	<p>взаимоиндукции.</p> <p>2. Опыт короткого замыкания трансформаторов, назначение и условия проведения. Режим холостого хода.</p> <p>3. Рабочий режим трансформаторов. Внешняя характеристика. Паспортные данные трансформаторов.</p> <p>4. Режим работы трансформаторов. Сварочные трансформаторы – принцип работы, устройство.</p>
2.4	Трехфазные электрические сети.	<p>1. Трехфазная цепь переменного тока. Параметры трехфазной цепи. Ее рабочие характеристики.</p> <p>2. Трехфазная цепь переменного тока с соединением приемника «звездой». Фазные и линейные величины при несимметричном режиме. Векторная диаграмма.</p> <p>3. Способы соединения фаз трехфазного генератора и приемника. Соотношение линейных и фазных величин при схемах соединения «<math>\Delta</math>» и «<math>Y</math>» в векторной форме при симметричном режиме.</p> <p>4. Трехфазная цепь соединенная треугольником. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при симметричном нагрузке.</p>
2.5	Асинхронные двигатели.	<p>1. Однофазные асинхронные электродвигатели. Устройство и принцип работы. Особенности пуска.</p> <p>2. Энергетическая диаграмма и к.п.д. асинхронного двигателя. Паспортные данные.</p> <p>3. Мощности в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности и его технико-экономическое значение. Треугольник мощностей.</p> <p>4. Скольжение и режим работы асинхронных двигателей. Вращающий момент и его зависимость от скольжения.</p>
3	<b>Раздел 3</b>	
3.1	Основы автоматизированного электропривода.	<p>1. Классификация электроприводов по степени автоматизации, одно-многодвигательным приводам, роду тока, условиям эксплуатации и др. показателям.</p> <p>2. Определение и понятие приводных характеристик рабочих машин, их классификация.</p> <p>3. Способы и методы регулирования частоты вращения ротора асинхронного двигателя.</p> <p>4. Выбор способа пуска двигателя с учетом маломощных источников электроснабжения.</p> <p>5. Устройство, принцип работы, механические характеристики однофазного двигателя.</p> <p>6. Способы пуска, выбор пускового устройства, электрические схемы включения однофазного двигателя.</p> <p>7. Расчет мощности конденсаторной батареи для различных способов пуска.</p> <p>8. Способность синхронного двигателя, включенного в сеть переменного тока изменять коэффициент мощности сети.</p> <p>9. Факторы, влияющие на величину номинальной мощности двигателя.</p> <p>10. Методика выбора двигателя общетехнической серии.</p> <p>11. Значение коэффициента мощности, технико-экономические последствия низкого коэффициента мощности.</p> <p>12. Классификация аппаратуры управления.</p> <p>13. Устройство, назначение и выбор аппаратуры ручного управления. Обозначения на электрических схемах.</p> <p>14. Устройство, назначение и выбор аппаратуры автоматического управления и защиты электрического двигателя.</p> <p>15. Защита двигателей аппаратами с встроенными датчиками температуры.</p> <p>16. Общие принципы построения электрических схем автоматического управления.</p> <p>17. Классификация электрических схем, основные определения, условные обозначения, правила начертания.</p> <p>18. Примеры схем автоматического управления электроприводами в функциях скорости, тока, времени, пути.</p>
3.2	Применение электрической энергии в пищевой промышленности.	<p>1. Особенности применения электрической энергии в перерабатывающей промышленности.</p> <p>2. Лучистая энергия, диапазоны оптического спектра.</p> <p>3. Источники излучений. Конструктивное устройство и особенности осветительно-облучательных установок.</p> <p>4. Требования к выбору осветительно-облучательных установок в зависимости от классификации помещений.</p>

		<p>5. Источники ультрафиолетовых и инфракрасных излучений.</p> <p>6. Роль электронагрева и экономическая целесообразность применения его в производстве.</p> <p>7. Способы нагрева и классификация электронагревательных установок.</p> <p>8. Устройство, принцип работы электродных, элементных и индукционных водонагревателей и парообразователей.</p> <p>9. Требования, предъявляемые к калориферным установкам.</p> <p>10. Источники лучистого обогрева.</p> <p>11. Установки диэлектрического нагрева пищевых продуктов, технико-экономические показатели.</p> <p>12. Основы автоматизированного привода установок.</p> <p>13. Электропривод сепараторов, охладителей молока и других машин перерабатывающей промышленности.</p> <p>14. Автоматические насосные станции.</p>
3.3	Правила эксплуатации электроустановок и электробезопасность.	<p>1. Правила эксплуатации электроустановок и электрооборудования.</p> <p>2. Мероприятия по рациональному использованию электроэнергии.</p> <p>3. Первая медицинская помощь при поражении электрическим током.</p>
4	<b>Раздел 4</b>	
4.1	Основы электроники. Полупроводниковые приборы.	<p>1. Полупроводниковый диод (определение).</p> <p>2. Электронно-дырочный переход (определение).</p> <p>3. Чем обусловлена проводимость n-типа.</p> <p>4. Чем обусловлена проводимость p-типа.</p> <p>5. Свойства электронно-дырочного перехода (p-n перехода).</p> <p>6. Чем отличается полупроводник p-n типа от полупроводника n-p типа.</p> <p>7. Как получают полупроводниковую структуру p-n или n-p типа.</p> <p>8. Виды полупроводниковых диодов, их графическое обозначение.</p> <p>9. Исходные материалы, применяемые для изготовления полупроводниковых диодов, их свойства.</p> <p>10. Система обозначений полупроводниковых диодов (маркировка).</p> <p>11. Тиристоры (определение).</p> <p>12. Свойства тиристоров, область применения.</p> <p>13. Структурная схема тиристора.</p> <p>14. Виды тиристоров, их графическое обозначение.</p> <p>15. Исходные материалы, применяемые для изготовления тиристоров, их свойства.</p> <p>16. Система обозначений тиристоров (маркировка).</p> <p>Скважность (определение).</p>
4.2	Представление синусоидальных величин векторами и комплексными числами.	<p>1. Представление синусоидальных величин векторами и комплексными числами.</p> <p>2. Комплексное представление мощности.</p> <p>3. Операции с комплексными числами. Комплексная плоскость.</p> <p>4. Логические элементы на базе цифровых устройств.</p> <p>5. Алгебра логики Дж. Буля.</p> <p>6. Графическое обозначение логических элементов.</p> <p>7. Карты Карно.</p> <p>8. ПРА на полупроводниковых элементах. Виды, функциональные возможности, область применения.</p>

### 7.3 Вопросы и тестовые задания для промежуточной аттестации

#### Вопросы для подготовки к тестовому зачету (экзамену).

1. Какие существуют погрешности измерительных приборов?
2. Как определяют поправки к показаниям прибора?
3. Что называется приведенной погрешностью прибора?
4. Что означает класс точности прибора?
5. В каких случаях при измерениях пользуются графиком поправок?
6. Условные обозначения по шкале прибора. (Привести примеры).
7. Различные системы приборов и их принцип действия.
8. Закон Ома для всей электрической цепи.

9. Какую электрическую энергию учитывает механический счетчик?
10. Что физически выражает первый закон Кирхгофа?
11. Сформулируйте второй закон Кирхгофа, запишите его в математической форме.
12. Принцип действия и устройство механического счетчика электрической энергии.
13. Как распределяются токи и напряжения при последовательном соединении резисторов?
14. Как распределяются токи и напряжения при параллельном соединении резисторов?
15. Чему равно полное сопротивление цепи при последовательном соединении резисторов?
16. Чему равно полное сопротивление цепи при параллельном соединении резисторов?
17. От каких параметров зависит сдвиг фаз между напряжением и током, в цепи переменного тока?
18. Как рассчитать действующий ток линейной неразветвленной электрической цепи синусоидального тока с приемниками, характеризуемыми параметрами  $R$ ,  $L$ ,  $C$ ?
19. Как определяется полное сопротивление цепи переменного тока?
20. Какое явление называют резонансом напряжений, и каковы его характерные признаки?
21. Какую функцию выполняют индуктивность и емкость в цепи переменного тока?
22. Треугольник сопротивлений. (Привести пример).
23. Коэффициент мощности.
24. Что такое «самоход» электрического счетчика?
25. Что означает резонанс токов, и при каких условиях он возникает?
26. Назначение постоянного магнита в механическом счетчике.
27. Достоинства и недостатки электронного электрического счетчика?
28. «Метод трансформации», где применяется и в чем его суть?
29. Как определить техническое состояние изоляции в трехфазном асинхронном электродвигателе?
30. Поясните построение векторных диаграмм на примере трехфазной цепи, схема «звезда».
31. Поясните построение векторных диаграмм на примере трехфазной цепи, схема «треугольник».
32. Классификация электродвигателей переменного тока.
33. От чего зависит частота вращения магнитного поля, созданного трехфазной системой и как практически можно осуществить изменение частоты вращения электродвигателя?
34. Как объяснить характеристику зависимости вращения момента от скольжения?
35. Какое магнитное поле создается в статоре трехфазного асинхронного электродвигателя?
36. Назовите основные части асинхронного двигателя, их назначение.
37. Что такое скольжение асинхронного двигателя?
38. Какое магнитное поле создается в индукторе двигателя постоянного тока?
39. От чего зависит величина электромагнитного момента асинхронного двигателя?
40. Как передается ротору двигателя электрическая энергия?
41. С какой целью проводится техническое обслуживание электродвигателей при эксплуатации?
42. Назовите основные части двигателя постоянного тока, их назначение.
43. Классификация машин постоянного тока, их схемы.
44. Назначение щеточно – коллекторного узла в двигателе постоянного тока.
45. Назначение щеточно – коллекторного узла в генераторе постоянного тока.
46. Назначение полюсных башмаков и обмотки возбуждения в двигателе постоянного тока.
47. Перечислить виды механических характеристик и типы двигателей обладающих

ими.

48. Как получают постоянную ЭДС.
49. Как получают переменную ЭДС. Трехфазная система ЭДС.
50. Как регулируют ЭДС в генераторе постоянного тока.
51. Какими параметрами характеризуется переменная ЭДС.
52. Назначение «нейтрального» (нулевого) провода в трехфазных схемах переменного тока.
53. Полупроводниковый диод (определение).
54. Электронно-дырочный переход (определение).
55. Чем обусловлена проводимость n-типа.
56. Чем обусловлена проводимость p-типа.
57. Свойства электронно-дырочного перехода (p-n перехода).
58. Чем отличается полупроводник p-n типа от полупроводника n-p типа.
59. Как получают полупроводниковую структуру p-n или n-p типа.
60. Виды полупроводниковых диодов, их графическое обозначение.
61. Исходные материалы, применяемые для изготовления полупроводниковых диодов, их свойства.
62. Система обозначений полупроводниковых диодов (маркировка).
63. Тиристоры (определение).
64. Свойства тиристоров, область применения.
65. Структурная схема тиристора.
66. Виды тиристоров, их графическое обозначение.
67. Исходные материалы, применяемые для изготовления тиристоров, их свойства.
68. Система обозначений тиристоров (маркировка).
69. Сквозность (определение).
70. Световой поток (определение).
71. Освещенность (определение).
72. Основные требования к источникам оптического излучения излучения.
73. Квантовый оптический генератор (лазер).
74. Источники оптического излучения, классификация, «+» и «-».
75. Диапазон электромагнитных излучений, границы, область применения.
76. Преобразование электрической энергии в люминесцентной газоразрядной лампе.
77. Стробоскопический эффект, меры борьбы с ним.
78. Преобразование электрической энергии в лампе накаливания.
79. Классификация водонагревателей.
80. Принцип действия электродного водонагревателя.
81. Защита потребителя от поражения электрическим током в электродном водонагревателе.
82. Принцип действия индукционного водонагревателя.
83. Способы расширения пределов измерения КИП.
84. Устройство электронной лампы (Например пентода).
85. Цепь постоянного тока. Параметры и условные графические обозначения.
86. Энергия и мощность в цепи постоянного электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.
87. Сопротивление и проводимость в цепи постоянного тока.
88. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора переменного тока.
89. Условные и графические изображения трансформаторов на электрических схемах.
90. Коэффициент трансформации трансформатора.
91. Работа группы трансформаторов на общую нагрузку.
92. Разветвление электрической цепи постоянного тока.
93. Понятие ветви, узла, контура. Последовательное и параллельное соединение потребителей.



94. Режим работы трансформаторов. Сварочные трансформаторы – принцип работы, устройство.
95. Анализ разветвленных электрических цепей с несколькими источниками с помощью законов Кирхгофа.
96. Опыт короткого замыкания трансформаторов, назначение и условия проведения. Режим холостого хода.
97. Принципы получения синусоидальной э.д.с. в генераторах. Основные параметры, характеризующие синусоидальный ток.
98. Рабочий режим трансформаторов. Внешняя характеристика. Паспортные данные трансформаторов.
99. Представление синусоидальных величин векторами и комплексными числами.
100. Комплексное представление мощности.
101. Операции с комплексными числами. Комплексная плоскость.
102. Потери мощности, к.п.д. трансформатора.
103. Однофазные цепи синусоидального тока. Активное сопротивление, индуктивная катушка и конденсатор в цепи синусоидального тока.
104. Сдвиг фаз между напряжением и током в R, L, и C элементах. Векторные диаграммы синусоидального тока. Сдвиг фаз напряжением и током в них.
105. Назначение, устройство и принцип работы трехфазных трансформаторов.
106. Цепи синусоидального тока с последовательным и параллельным соединением резистора, индуктивной катушки и конденсатора. Сдвиг фаз между током и напряжением. Активное, реактивное и полное сопротивление цепи, треугольник мощностей.
107. Назначение и устройство трехфазных асинхронных электродвигателей.
108. Резонанс напряжений в цепи переменного тока, условие его возникновения и возможности применения. Векторная диаграмма.
109. Скольжение и режим работы асинхронных двигателей. Вращающий момент и его зависимость от скольжения.
110. Трехфазная цепь переменного тока. Параметры трехфазной цепи. Ее рабочие характеристики.
111. Однофазные асинхронные электродвигатели. Устройство и принцип работы. Особенности пуска.
112. Энергетическая диаграмма и к.п.д. асинхронного двигателя. Паспортные данные.
113. Мощности в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности и его технико-экономическое значение. Треугольник мощностей.
114. Назначение, устройство и принцип действия синхронного трехфазного генератора.
115. Трехфазные цепи. Получение трехфазной системы э.д.с.
116. Классификация генераторов постоянного тока.
117. Трехфазная цепь переменного тока с соединением приемника «звездой». Фазные и линейные величины при несимметричном режиме. Векторная диаграмма..
118. Пуск асинхронных электродвигателей. Способы улучшения пусковых свойств.
119. Способы соединения фаз трехфазного генератора и приемника. Соотношение линейных и фазных величин при схемах соединения « $\Delta$ » и « $Y$ » в векторной форме при симметричном режиме.
120. Классификация ЭД постоянного тока.
121. Мощность трехфазных цепей. Способы измерения активной мощности в трехфазных цепях.
122. Получение вращающегося магнитного поля в асинхронном трехфазном двигателе. Регулирование частоты вращения ротора.
123. Несимметричный режим работы трехфазной цепи с соединением приемника «звездой» с нейтральным проводом. Векторная диаграмма.
124. Шунтовой двигатель постоянного тока, устройство, принцип действия, механическая характеристика.
125. Трехфазная цепь соединенная треугольником. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при симметричном нагружении.

126. Принцип работы и устройство ЭД постоянного тока.
127. Магнитная цепь, параметры. Закон электромагнитной индукции, самоиндукции, взаимной индукции.
128. Внешние характеристики генераторов постоянного тока с независимым возбуждением и самовозбуждением.
129. Методы расчетов при анализе цепей постоянного тока.
130. Принцип действия двигателей постоянного тока. Пуск в ход двигателя и потери мощности. К.п.д.
131. Резонанс токов в цепи переменного тока. Условия, особенности, векторная диаграмма.
132. Двигатель постоянного тока с компаундным возбуждением, механическая характеристика, устройство, принцип действия.
133. Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения, его механические и рабочие характеристики.
134. Соединение трехфазного генератора и приемника «звездой» без нейтрального провода, векторная диаграмма при несимметричной нагрузке.
135. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Область применения, подключение.
136. Логические элементы на базе цифровых устройств.
137. Алгебра логики Дж. Буля.
138. Графическое обозначение логических элементов.
139. Карты Карно.
140. ПРА на полупроводниковых элементах. Виды, функциональные возможности, область применения.
141. Определение механической характеристики рабочей машины и электрического двигателя
142. Общий вид уравнения и графики механических характеристик рабочих машин
143. Классификация механических характеристик электрических машин
144. Определение статической устойчивости электропривода
145. Механические характеристики асинхронных электродвигателей в двигательном и тормозных режимах
146. Влияние частоты питающего тока, числа пар полюсов, напряжения и сопротивления ротора на частоту вращения ротора и вид механической характеристики трехфазного электрического двигателя переменного тока
147. Механические характеристики асинхронного электродвигателя с фазным ротором. Регулирование частоты вращения двигателя.
148. Что означает в марке электрического двигателя четвертой серии каждое цифровое и буквенное обозначение
149. Однофазные асинхронные двигатели. Принцип работы, устройство, характеристика. Работа  $3^x$  фазного электродвигателя от однофазной сети. Фазосдвигающие устройства. Вращающийся трансформатор. Схемы подключения.
150. Определение нагрузочной диаграммы и ее общий вид
151. Определение и уравнение переходного режима электропривода
152. Уравнение нагрева электродвигателя
153. Какой параметр электрического двигателя определяет предельно допустимую температуру нагрева. Определение предельно допустимой температуры нагрева
154. Определение основных номинальных режимов работы электродвигателя. Классификация режимов работы электродвигателя.
155. Методы выбора электродвигателя для продолжительного режима работы
156. Определение мощности электродвигателя при кратковременном режиме работы.
157. Определение мощности электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы.
158. Классификация аппаратов управления и защиты электродвигателей. Основные требования к аппаратам управления и защиты. Общее обоснование их выбора.
159. Устройство, принцип работы и выбор предохранителей и плавких вставок для защиты одного и группы электродвигателей
160. Классификация магнитных пускателей и порядок их выбора
161. Устройство и принцип работы теплового реле

162. Основные требования к электрическому освещению. Порядок расчета электрического освещения
163. Методы светотехнического расчета освещения.
164. Устройство и принцип работы люминесцентных ламп
165. Устройство и принцип работы галогенных ламп
166. Применение ультрафиолетовых и инфракрасных излучений
167. Электроводонагреватели. Классификация, устройство, принцип действия. Способы регулирования мощности водонагревателей. Требования техники безопасности
168. Порядок расчета электродного водонагревателя
169. Величина допустимой плотности тока на электродах водонагревателя с плоскими и цилиндрическими электродами
170. Принцип работы индукционного водонагревателя
171. Оборудование и режимы работы электропривода автоматической водокачки
172. Техническое обслуживание и диагностика электродвигателей переменного и постоянного тока
173. Пусковые режимы. Способы пуска асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором
174. Работа трехфазного электродвигателя в однофазном режиме. Фазосдвигающие устройства. Вращающийся трансформатор
175. Значение коэффициента мощности ( $\cos\varphi$ ). Факторы, понижающие коэффициент мощности. Способы его увеличения
176. Способы определения начал и концов обмоток трехфазного двигателя. Цель данного мероприятия
177. Для чего («прозванивается») определяется величина сопротивления обмоток двигателя
178. Защита электродвигателя от короткого замыкания с помощью плавких вставок и автоматических выключателей
179. Назначение, устройство и принцип работы индукционного регулятора
180. Способы определения начал и концов обмоток трехфазного двигателя

### **Индивидуальные задания**

Выдается студентам на первом лабораторном занятии. Каждому студенту выдается методическое пособие по выполнению домашнего задания, в котором указывается индивидуальный номер задания. Методическое пособие представлено в электронном и печатном виде.

### **РАЗДЕЛ № 1**

1. Выбрать из таблицы № 1 электродвигатель. Произвести расшифровку типа электродвигателя. Провести определение «начала» и «конца» фазных обмоток электродвигателя, исходя из задания таблица № 2, дать пояснения.
2. Рассчитать и построить механическую характеристику электродвигателя. Построить график загрузки и определить режим работы, исходя из задания таблица № 3.
3. Рассчитать и дать пояснения по способу пуска электродвигателя, исходя из задания таблица № 4.
4. Выбрать пускорегулирующую и защитную аппаратуру, исходя из задания таблица № 5. Начертить электрическую схему и дать пояснения.
5. Рассчитать и дать пояснения о возможности изменения  $\cos\varphi$ , исходя из задания таблица № 6. Построить в масштабе векторную диаграмму.
6. Рассчитать и пояснить возможность работы  $3^x$  фазного электродвигателя в однофазном режиме, исходя из задания таблица № 7.

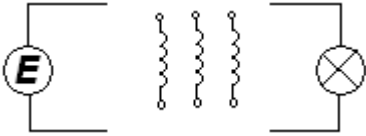
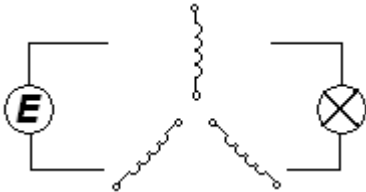
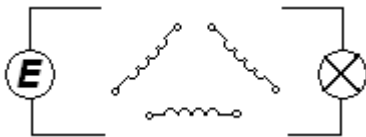
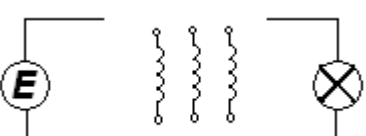
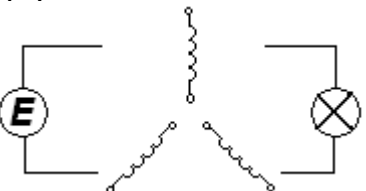
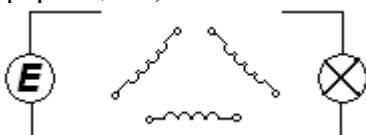
Номер варианта задания XX выбирается в таблицах в соответствии с номером студента по списку деканата в данном учебном году.

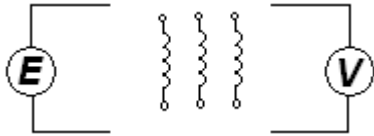
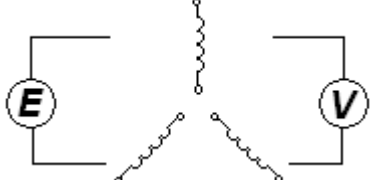
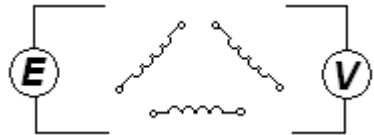
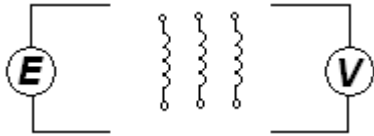
Таблица №1

№ варианта	Тип	Мощность, кВт	К.П.Д., %	Cos φ	K <sub>i</sub>	μ <sub>л</sub>	μ <sub>к</sub>	Скорость вращения, мин <sup>-1</sup>
1000 мин <sup>-1</sup>								
1	АОП2 – 41 – 6	3,0	79,0	0,65	7,0	1,8	2,2	960
2	АОП2 – 42 – 6	4,0	81,0	0,68	7,0	1,8	2,2	958
3	АОП2 – 51 – 6	5,5	85,0	0,80	7,0	1,8	2,2	950
4	АОП2 – 52 – 6	7,5	85,5	0,80	7,0	1,8	2,2	950
5	АОП2 – 61 – 6	10	86,0	0,83	7,0	1,8	2,2	964
750 мин <sup>-1</sup>								
6	АОП2 – 41 – 8	2,2	77,0	0,58	6,0	1,7	2,2	710
7	АОП2 – 42 – 8	3,0	79,5	0,61	6,0	1,7	2,2	710
8	АОП2 – 51 – 8	4,0	82,0	0,72	6,0	1,7	2,2	710
9	АОП2 – 52 – 8	5,5	83,0	0,72	6,0	1,7	2,2	715
10	АОП2 – 61 – 8	7,5	84,5	0,76	6,0	1,7	2,2	720
3000 мин <sup>-1</sup>								
11	4A50A2CB	0,12	60,0	0,70	5,0	2,0	2,2	2830
12	4A50B2CB	0,12	63,0	0,70	5,0	2,0	2,2	2830
13	4A56A2CB	0,18	66,0	0,76	5,0	2,0	2,2	2790
14	4A56B2CB	0,25	68,0	0,77	5,0	2,0	2,2	2790
15	4A63A2CB	0,37	70,0	0,86	5,0	2,0	2,2	2820
16	4A63B2CB	0,55	73,0	0,86	5,5	2,0	2,2	2820
17	4A71A2CB	0,75	77,0	0,87	5,5	2,0	2,2	2700
18	4A71B2CB	1,1	77,5	0,87	5,5	2,0	2,2	2700
19	4A80A2CB	1,5	81,0	0,88	5,5	2,0	2,2	2600
20	4A80B2CB	2,2	83,0	0,88	6,5	2,0	2,2	2600
1500 мин <sup>-1</sup>								
21	4AA63A4CX	0,25	68,0	0,65	5,0	2,0	2,2	1440
22	4AA63B4CX	0,37	68,0	0,69	5,0	2,0	2,2	1450
23	4A71A4CX	0,55	70,5	0,70	4,5	2,0	2,2	1460
24	4A71B4CX	0,75	72,0	0,73	4,5	2,0	2,2	1465
25	4A80A4CX	1,1	75,0	0,81	5,0	2,0	2,2	1440
26	4A80B4CX	1,5	77,0	0,83	5,0	2,0	2,2	1440
27	4A90L4CX	2,2	80,0	0,83	6,0	2,0	2,2	1440
28	4A100S4CX	3,0	82,0	0,83	6,5	2,0	2,2	1450
29	4A100L4CX	4,0	84,0	0,84	6,5	2,0	2,2	1470
30	4A112M4CX	5,5	85,5	0,85	7,0	2,0	2,2	1470
1000 мин <sup>-1</sup>								
31	4A71B6CX	0,55	67,5	0,71	4,0	2,0	2,2	960
32	4AX80A6	0,75	69,0	0,74	4,0	2,0	2,2	958
33	4AX80B6	1,1	74,0	0,74	4,0	2,0	2,2	950

34	4AX90L6	1,5	75,0	0,75	5,0	2,0	2,2	950
35	4A100L6CX	2,2	81,0	0,76	5,5	2,0	2,2	964
36	4A112MA6CX	3,0	81,0	0,81	6,0	2,0	2,2	920
37	4A112MB6CX	4,0	82,0	0,80	6,0	2,0	2,2	920
38	4A132S6CX	5,5	85,0	0,80	7,0	2,0	2,2	920
39	4A132M6CX	7,5	85,5	0,86	7,0	2,0	2,2	920
40	4A160S6CX	11,0	86,0	0,87	6,0	1,2	2,0	930
$750 \text{ мин}^{-1}$								
41	4A80B8Y3	0,55	64,0	0,65	3,5	1,6	1,7	710
42	4A90LA8Y3	0,75	68,0	0,62	3,5	1,6	1,7	710
43	4A90LB8Y3	1,1	70,0	0,68	3,5	1,6	1,7	710
44	4A100S8Y3	1,5	74,0	0,65	5,5	1,6	1,7	715
45	4A112MA8Y3	2,2	76,5	0,71	6,0	1,8	2,2	720
46	4A112MB8Y3	3,0	79,0	0,74	6,0	1,8	2,2	710
47	4A132S8Y3	4,0	83,0	0,70	6,0	1,8	2,2	710
48	4A132M8Y3	5,5	83,0	0,74	6,0	1,8	2,2	715
49	4A160S8Y3	7,5	86,0	0,75	6,0	1,4	2,2	720
50	4A160M8Y3	11,0	87,0	0,75	6,0	1,4	2,2	730

Таблица №2

№ варианта	Метод определения «начала» и «конца» фазных обмоток электродвигателя.	Примечание
1 - 4	Метод «трансформации», схема: 	Лампочка не горит
5 - 8	Метод «трансформации», схема: 	Лампочка не горит
9 - 12	Метод «трансформации», схема: 	Лампочка не горит
13 - 16	Метод «последовательных включений»	Дать пояснения, что происходит с двигателем. Построить векторную диаграмму и разъяснить ее.
17 - 20	Метод «трансформации», схема: 	Лампочка горит ярко
21 - 24	Метод «трансформации», схема: 	Лампочка горит ярко
25 - 28	Метод «трансформации», схема: 	Лампочка горит ярко

29 - 32	Метод «последовательных включений»	Дать пояснения, что происходит с двигателем. Построить векторную диаграмму и разъяснить ее.
33 - 36	Метод «трансформации», схема: 	Вольтметр не дает показаний
37 - 40	Метод «трансформации», схема: 	Вольтметр не дает показаний
41 - 44	Метод «трансформации», схема: 	Вольтметр не дает показаний
45 - 48	Метод «последовательных включений»	Дать пояснения, что происходит с двигателем. Построить векторную диаграмму и разъяснить ее.
49 - 50	Метод «трансформации», схема: 	Вольтметр дает максимальные показания

№ варианта	<p style="text-align: center;">Мощность электродвигателя в % к номинальной (<math>P_n</math>).            Время работы электродвигателя, с (<math>t_n</math>).</p>
1 - 4	$P_1=50\%$ ; $P_2=80\%$ ; $P_3=90\%$ ; $P_4=30\%$ ; $P_5=50\%$ ; $P_6=60\%$ ; $P_7=90\%$ ; $P_8=40\%$ ; $P_9=105\%$ ; $P_{10}=40\%$ . $t_1=50$ ; $t_2=20$ ; $t_3=150$ ; $t_4=60$ ; $t_5=25$ ; $t_6=15$ ; $t_7=40$ ; $t_8=100$ ; $t_9=50$ ; $t_{10}=200$ .
5 - 8	$P_1=10\%$ ; $P_2=0\%$ ; $P_3=39\%$ ; $P_4=30\%$ ; $P_5=15\%$ ; $P_6=60\%$ ; $P_7=0\%$ ; $P_8=110\%$ ; $P_9=105\%$ ; $P_{10}=40\%$ . $t_1=20$ ; $t_2=50$ ; $t_3=150$ ; $t_4=60$ ; $t_5=35$ ; $t_6=65$ ; $t_7=140$ ; $t_8=30$ ; $t_9=50$ ; $t_{10}=20$ .
9 - 12	$P_1=80\%$ ; $P_2=0\%$ ; $P_3=80\%$ ; $P_4=0\%$ ; $P_5=50\%$ ; $P_6=0\%$ ; $P_7=50\%$ ; $P_8=0\%$ ; $P_9=50\%$ ; $P_{10}=0\%$ . $t_1=50$ ; $t_2=40$ ; $t_3=50$ ; $t_4=40$ ; $t_5=50$ ; $t_6=40$ ; $t_7=50$ ; $t_8=40$ ; $t_9=50$ ; $t_{10}=40$ .
13 - 16	$P_1=50\%$ ; $P_2=80\%$ ; $P_3=90\%$ ; $P_4=30\%$ ; $P_5=50\%$ ; $P_6=60\%$ ; $P_7=90\%$ ; $P_8=40\%$ ; $P_9=105\%$ ; $P_{10}=40\%$ . $t_1=50$ ; $t_2=40$ ; $t_3=50$ ; $t_4=40$ ; $t_5=50$ ; $t_6=40$ ; $t_7=50$ ; $t_8=40$ ; $t_9=50$ ; $t_{10}=40$ .
17 - 20	$P_1=80\%$ ; $P_2=0\%$ ; $P_3=80\%$ ; $P_4=0\%$ ; $P_5=50\%$ ; $P_6=0\%$ ; $P_7=50\%$ ; $P_8=0\%$ ; $P_9=50\%$ ; $P_{10}=0\%$ . $t_1=50$ ; $t_2=20$ ; $t_3=150$ ; $t_4=60$ ; $t_5=25$ ; $t_6=15$ ; $t_7=40$ ; $t_8=100$ ; $t_9=50$ ; $t_{10}=200$ .
21 - 24	$P_1=20\%$ ; $P_2=90\%$ ; $P_3=80\%$ ; $P_4=40\%$ ; $P_5=50\%$ ; $P_6=90\%$ ; $P_7=25\%$ ; $P_8=30\%$ ; $P_9=50\%$ ; $P_{10}=60\%$ . $t_1=10$ ; $t_2=40$ ; $t_3=30$ ; $t_4=140$ ; $t_5=250$ ; $t_6=40$ ; $t_7=20$ ; $t_8=90$ ; $t_9=50$ ; $t_{10}=80$ .
25 - 28	$P_1=80\%$ ; $P_2=0\%$ ; $P_3=110\%$ ; $P_4=90\%$ ; $P_5=50\%$ ; $P_6=105\%$ ; $P_7=25\%$ ; $P_8=10\%$ ; $P_9=50\%$ ; $P_{10}=30\%$ . $t_1=150$ ; $t_2=40$ ; $t_3=52$ ; $t_4=45$ ; $t_5=50$ ; $t_6=24$ ; $t_7=15$ ; $t_8=20$ ; $t_9=75$ ; $t_{10}=40$ .
29 - 32	$P_1=20\%$ ; $P_2=0\%$ ; $P_3=80\%$ ; $P_4=0\%$ ; $P_5=50\%$ ; $P_6=0\%$ ; $P_7=100\%$ ; $P_8=0\%$ ; $P_9=105\%$ ; $P_{10}=0\%$ . $t_1=50$ ; $t_2=70$ ; $t_3=50$ ; $t_4=70$ ; $t_5=50$ ; $t_6=70$ ; $t_7=50$ ; $t_8=70$ ; $t_9=50$ ; $t_{10}=70$ .
33 - 36	$P_1=50\%$ ; $P_2=80\%$ ; $P_3=90\%$ ; $P_4=30\%$ ; $P_5=50\%$ ; $P_6=60\%$ ; $P_7=90\%$ ; $P_8=40\%$ ; $P_9=105\%$ ; $P_{10}=40\%$ . $t_1=50$ ; $t_2=20$ ; $t_3=150$ ; $t_4=60$ ; $t_5=25$ ; $t_6=15$ ; $t_7=40$ ; $t_8=100$ ; $t_9=50$ ; $t_{10}=200$ .
37 - 40	$P_1=10\%$ ; $P_2=0\%$ ; $P_3=39\%$ ; $P_4=30\%$ ; $P_5=15\%$ ; $P_6=60\%$ ; $P_7=0\%$ ; $P_8=110\%$ ; $P_9=105\%$ ; $P_{10}=40\%$ . $t_1=20$ ; $t_2=50$ ; $t_3=150$ ; $t_4=60$ ; $t_5=35$ ; $t_6=65$ ; $t_7=140$ ; $t_8=30$ ; $t_9=50$ ; $t_{10}=20$ .



41 - 44	$P_1=80\%; P_2=0\%; P_3=80\%; P_4=0\%; P_5=50\%; P_6=0\%; P_7=50\%; P_8=0\%; P_9=50\%; P_{10}=0\%$ . $t_1=50; t_2=40; t_3=50; t_4=40; t_5=50; t_6=40; t_7=50; t_8=40; t_9=50; t_{10}=40$ .
45 - 48	$P_1=50\%; P_2=80\%; P_3=90\%; P_4=30\%; P_5=50\%; P_6=60\%; P_7=90\%; P_8=40\%; P_9=105\%; P_{10}=40\%$ . $t_1=50; t_2=40; t_3=50; t_4=40; t_5=50; t_6=40; t_7=50; t_8=40; t_9=50; t_{10}=40$ .
49 - 50	$P_1=80\%; P_2=0\%; P_3=80\%; P_4=0\%; P_5=50\%; P_6=0\%; P_7=50\%; P_8=0\%; P_9=50\%; P_{10}=0\%$ . $t_1=50; t_2=20; t_3=150; t_4=60; t_5=25; t_6=15; t_7=40; t_8=100; t_9=50; t_{10}=200$ .

Таблица №4

№ варианта	Способ запуска электродвигателя	Примечание
1 - 4	Переключением со Y на Δ	$U_{л} = 380 \text{ В.}$
5 - 8	С помощью автотрансформатора	$U_{л} = 380 \text{ В.}$ $K_{тр.} = 1,5$
9 - 12	С помощью ограничивающего активного сопротивления	$U_{л} = 380 \text{ В.}$ $\Delta U = 25\%$
13 - 16	С помощью ограничивающего индуктивного сопротивления	$U_{л} = 380 \text{ В.}$ $\Delta U = 30\%$
17 - 20	С помощью ограничивающего активного сопротивления	$U_{л} = 400 \text{ В.}$ $\Delta U = 50\%$
21 - 24	С помощью ограничивающего индуктивного сопротивления	$U_{л} = 360 \text{ В.}$ $\Delta U = 45\%$
25 - 28	Переключением со Y на Δ	$U_{л} = 220 \text{ В.}$

29 - 32	С помощью автотрансформатора	$U_{л} = 400 \text{ В.}$ $K_{тр.} = 1,8$
33 - 36	Переключением со Y на $\Delta$	$U_{л} = 250 \text{ В.}$
37 - 40	С помощью автотрансформатора	$U_{л} = 250 \text{ В.}$ $K_{тр.} = 1,4$
41 - 44	С помощью ограничивающего активного сопротивления	$U_{л} = 600 \text{ В.}$ $\Delta U = 30\%$
45 - 48	С помощью ограничивающего индуктивного сопротивления	$U_{л} = 250 \text{ В.}$ $\Delta U = 15\%$
49 - 50	С помощью ограничивающего активного сопротивления	$U_{л} = 380 \text{ В.}$ $\Delta U = 20\%$

Таблица №5

№ варианта	Требования к пускорегулирующим аппаратам.
1 - 4	Ручное управление, защита от токов короткого замыкания и токов длительно воздействующих, но не превышающих номинальный на 25%.
5 - 8	Дистанционное управление, максимальная, минимальная, нулевая и тепловая защиты.
9 - 12	Дистанционное управление, реверсирование электропривода, минимальная, нулевая и тепловая защиты. Защита от токов короткого замыкания.
13 - 16	Ручное управление, защита от токов длительно воздействующих, но не превышающих номинальный на 15%. Защита персонала от поражения эл. током.

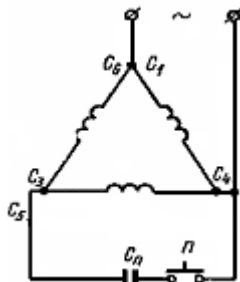
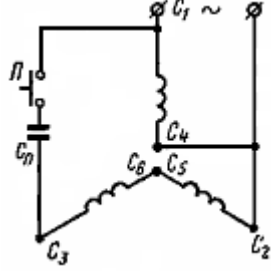
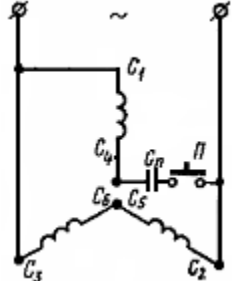
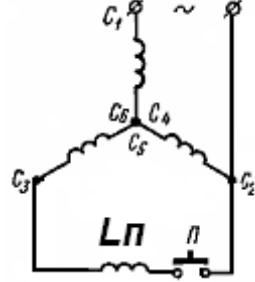
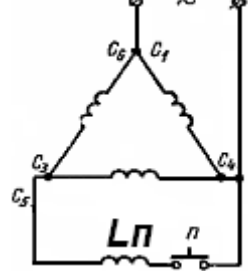
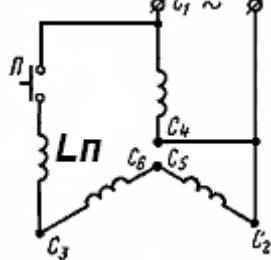
17 - 20	Дистанционное управление, тепловая защита. Защита персонала от поражения эл. током.
21 - 24	Ручное управление, реверсирование электропривода. Защита от токов короткого замыкания.
25 - 28	Дистанционное управление, реверсирование электропривода, максимальная защита. Защита от перегрева обмоток электродвигателя.
29 - 32	Ручное управление, защита от токов короткого замыкания и токов длительно воздействующих, но не превышающих номинальный на 10%.
33 - 36	Дистанционное управление, максимальная, минимальная, нулевая и тепловая защиты.
37 - 40	Дистанционное управление, реверсирование электропривода, минимальная, нулевая и тепловая защиты. Защита от токов короткого замыкания.
41 - 44	Ручное управление, защита от токов длительно воздействующих, но не превышающих номинальный на 20%. Защита персонала от поражения эл. током.
45 - 48	Дистанционное управление, тепловая защита. Защита персонала от поражения эл. током.
49 - 50	Ручное управление, реверсирование электропривода. Защита от токов короткого замыкания.

Таблица №6

№ варианта	Способ изменения $\cos\varphi$ электродвигателя.	Примечание
1 - 4	Переключение с $\Delta$ на $Y$ .	$K_{загр.} = 0,3$ $\cos\varphi = 0,2$

5 - 8	Увеличение загрузки электродвигателя	$K_{\text{загр.}} = 0,3 \rightarrow K_{\text{загр.}} = 0,95$ $\text{Cos}\varphi = 0,2 \rightarrow \text{Cos}\varphi = 0,8$
9 - 12	Компенсация реактивной составляющей тока	$\text{Cos}\varphi = 0,5 \rightarrow \text{Cos}\varphi = 1$ $K_{\text{загр.}} = 0,73$
13 - 16	Переключение с $\Delta$ на $Y$ .	$K_{\text{загр.}} = 0,35$ $\text{Cos}\varphi = 0,21$
17 - 20	Увеличение загрузки электродвигателя	$K_{\text{загр.}} = 0,45 \rightarrow K_{\text{загр.}} = 1,0$ $\text{Cos}\varphi = 0,5 \rightarrow \text{Cos}\varphi = 0,8$
21 - 24	Компенсация реактивной составляющей тока	$\text{Cos}\varphi = 0,25 \rightarrow \text{Cos}\varphi = 0,9$ $K_{\text{загр.}} = 0,27$
25 - 28	Переключение с $\Delta$ на $Y$ .	$K_{\text{загр.}} = 0,25$ $\text{Cos}\varphi = 0,28$
29 - 32	Увеличение загрузки электродвигателя	$K_{\text{загр.}} = 0,45 \rightarrow K_{\text{загр.}} = 0,8$ $\text{Cos}\varphi = 0,5 \rightarrow \text{Cos}\varphi = 0,7$
33 - 36	Компенсация реактивной составляющей тока	$\text{Cos}\varphi = 0,55 \rightarrow \text{Cos}\varphi = 0,9$ $K_{\text{загр.}} = 0,48$
37 - 40	Переключение с $\Delta$ на $Y$ .	$K_{\text{загр.}} = 0,33$ $\text{Cos}\varphi = 0,4$
41 - 44	Увеличение загрузки электродвигателя	$K_{\text{загр.}} = 0,45 \rightarrow K_{\text{загр.}} = 0,8$ $\text{Cos}\varphi = 0,5 \rightarrow \text{Cos}\varphi = 0,7$
45 - 48	Компенсация реактивной составляющей тока	$\text{Cos}\varphi = 0,65 \rightarrow \text{Cos}\varphi = 1,0$ $K_{\text{загр.}} = 0,85$
49 - 50	Переключение с $\Delta$ на $Y$ .	$K_{\text{загр.}} = 0,15$ $\text{Cos}\varphi = 0,18$

№ варианта	Схема работы 3 <sup>х</sup> фазного электродвигателя от 1 <sup>но</sup> фазной сети.	Примечание. Частота питающего тока стандартная 50 Гц.
1 - 4		$U_H = 220 \text{ В.}$
5 - 8		$U_H = 110 \text{ В.}$
9 - 12		$U_H = 300 \text{ В.}$
13 - 16		$U_H = 127 \text{ В.}$
17 - 20		$U_H = 110 \text{ В.}$ Номинальное напряжение конденсатора $U = 30 \text{ В.}$

21 - 24		$U_H = 250 \text{ В.}$ Номинальное напряжение конденсатора $U = 300 \text{ В.}$
25 - 28		$U_H = 380 \text{ В.}$ Номинальное напряжение конденсатора $U = 500 \text{ В.}$
29 - 32		$U_H = 400 \text{ В.}$ Номинальное напряжение конденсатора $U = 150 \text{ В.}$
33 - 36		$U_H = 100 \text{ В.}$
37 - 40		$U_H = 250 \text{ В.}$
41 - 44		$U_H = 380 \text{ В.}$

45 - 48		$U_H = 400 \text{ В.}$
49 - 50		$U_H = 110 \text{ В.}$

### РАЗДЕЛ № 2

Для электрической схемы, изображенной на рис. 2-1— 2-10, по заданным в табл. 2 параметрам и э.д.с. источника определить токи во всех ветвях цепи и напряжения на отдельных участках. Составить баланс активной и реактивной мощностей. Построить в масштабе на комплексной плоскости векторную диаграмму токов и потенциальную диаграмму напряжений по внешнему контуру. Определить показание вольтметра и активную мощность, показываемую ваттметром.

**Номер варианта задания XX выбирается в таблицах в соответствии с номером студента по списку деканата в данном учебном году.**

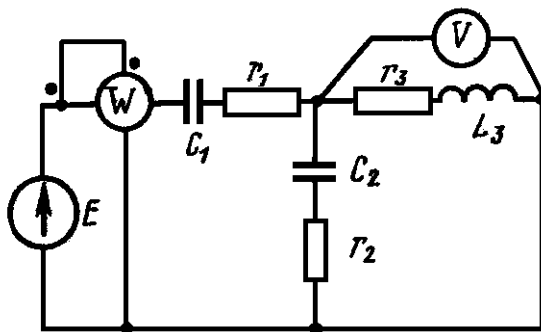


Рис. 2-1

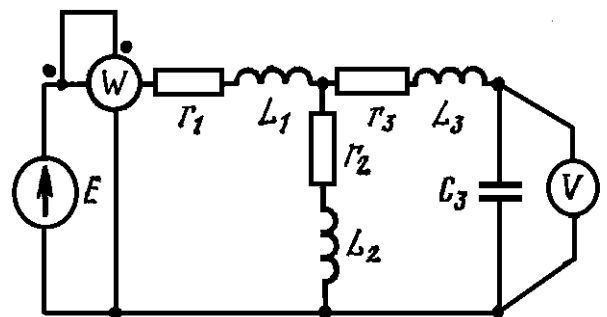


Рис. 2-2

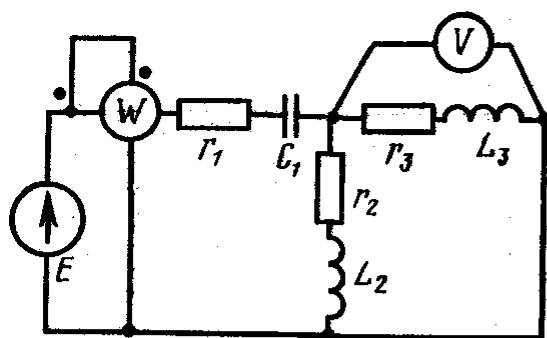


Рис. 2-3

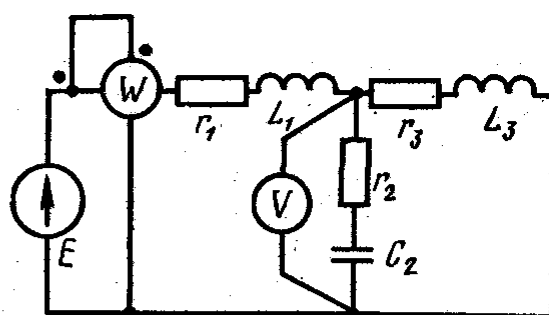


Рис. 2-4

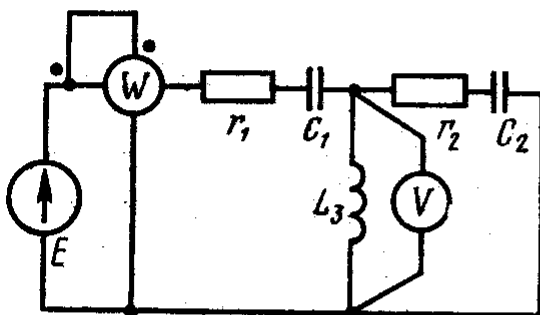


Рис. 2-5

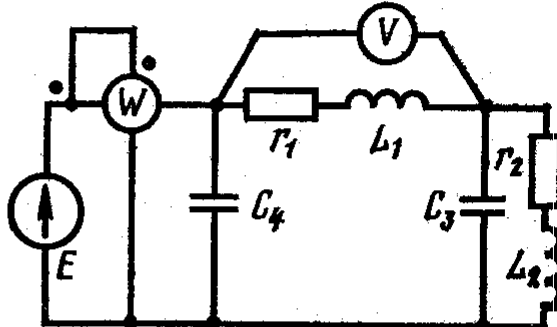


Рис. 2-6

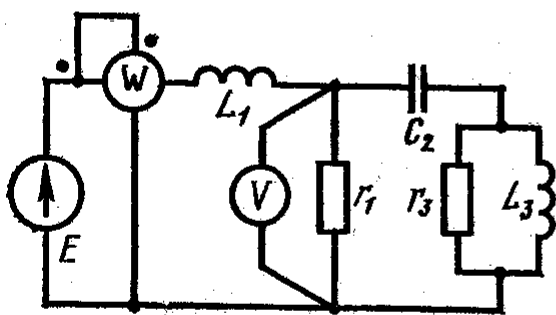


Рис. 2-7

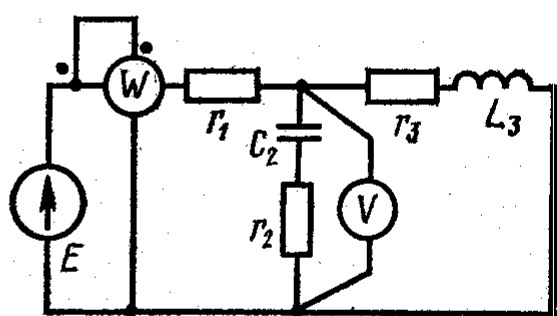


Рис. 2-8

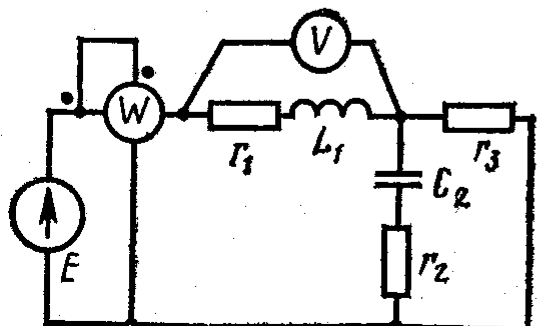


Рис. 2-9

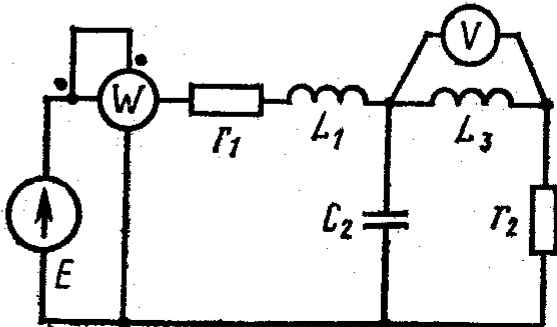


Рис. 2-10



Таблица 2

Вариант	Рисунок	E, В	f, Гц	C1, мкФ	C2, мкФ	C3, мкФ	C4, мкФ	L1, мГн	L2, мГн	L3, мГн	r1, Ом	r2, Ом	r3, Ом
1	2--1	150	50	637	300	---	---	---	---	15,9	2	3	4
2	2--1	100	50	637	300	---	---	---	---	15,9	8	3	4
3	2--1	120	50	637	300	---	---	---	---	15,9	8	3	4
4	2--1	200	50	637	300	---	---	---	---	15,9	8	3	4
5	2--1	220	50	637	300	---	---	---	---	15,9	8	3	4
6	2--2	50	50	---	---	100	---	15,9	1000	115	10	4	100
7	2--2	100	50	---	---	100	---	15,9	1000	115	10	4	100
8	2--2	120	50	---	---	100	---	15,9	1000	115	10	4	100
9	2--2	200	50	---	---	100	---	15,9	1000	115	10	4	100
10	2--2	220	50	---	---	100	---	15,9	1000	115	10	4	100
11	2--3	50	50	637	---	---	---	---	15,9	6,37	5	10	8
12	2--3	100	50	637	---	---	---	---	15,9	6,37	5	10	8
13	2--3	120	50	637	---	---	---	---	15,9	6,37	5	10	8
14	2--3	200	50	637	---	---	---	---	15,9	6,37	5	10	8
15	2--3	220	50	637	---	---	---	---	15,9	6,37	5	10	8
16	2--4	150	50	---	1600	---	---	31,8	---	95	10	2	10
17	2--4	100	50	---	1600	---	---	31,8	---	95	10	8	10
18	2--4	120	50	---	1600	---	---	31,8	---	95	10	8	10
19	2--4	200	50	---	1600	---	---	31,8	---	95	10	8	10
20	2--4	220	50	---	1600	---	---	31,8	---	95	10	8	10
21	2--5	50	50	637	159	---	---	---	---	95	15	10	---
22	2--5	100	50	637	159	---	---	---	---	95	15	10	---
23	2--5	120	50	637	159	---	---	---	---	95	15	10	---
24	2--5	200	50	637	159	---	---	---	---	95	15	10	---
25	2--5	220	50	637	159	---	---	---	---	95	15	10	---
26	2--6	150	50	---	---	637	159	25	9	---	6	4	---
27	2--6	100	50	---	---	637	159	25	9	---	6	4	---
28	2--6	100	50	---	---	637	159	25	9	---	6	4	---
29	2--6	200	50	---	---	637	159	25	9	---	6	4	---
30	2--6	220	50	---	---	637	159	25	9	---	6	4	---
31	2--7	50	50	---	637	---	---	19,1	---	31,8	40	---	40
32	2--7	100	50	---	637	---	---	19,1	---	31,8	40	---	10
33	2--7	120	50	---	637	---	---	19,1	---	31,8	40	---	10
34	2--7	200	50	---	637	---	---	19,1	---	31,8	10	---	40
35	2--7	220	50	---	637	---	---	15,9	---	31,8	40	---	10
36	2--8	50	50	---	318	---	---	15,9	---	---	8	10	4
37	2--8	100	50	---	318	---	---	15,9	---	---	8	10	4
38	2--8	150	50	---	318	---	---	15,9	---	---	8	10	4
39	2--8	200	50	---	318	---	---	15,9	---	---	8	10	4
40	2--8	220	50	---	318	---	---	15,9	---	---	8	10	4
41	2--9	50	50	---	318	---	---	9,55	---	---	4	40	40
42	2--9	100	50	---	318	---	---	9,55	---	---	4	40	4
43	2--9	120	50	---	318	---	---	9,55	---	---	4	40	4
44	2--9	200	50	---	318	---	---	9,55	---	---	40	10	40
45	2--9	220	50	---	318	---	---	9,55	---	---	40	10	40
46	2--10	50	50	---	159	---	---	9,55	---	31,8	35	20	---
47	2--10	100	50	---	159	---	---	15,9	---	31,8	35	20	---
48	2--10	120	50	---	159	---	---	15,9	---	31,8	35	20	---
49	2--10	200	50	---	159	---	---	15,9	---	31,8	35	20	---
50	2--10	220	50	---	159	---	---	15,9	---	31,8	35	20	---
51	2--10	50	50	---	318	---	---	15,9	---	31,8	5	10	---

# Электротехника

Ф.И.О. ....

Группа ..... Факультет .....Дата .....

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
1		12	
2		13	
3		14	
4		15	
5		16	
6		17	
7		18	
8		19	
9		20	
10		21	
11		22	
		ЗАДАЧИ	
		ИТОГ	

# **ЧЕРНОВИК**

### 1

Какая погрешность указывается на лицевой панели электрического прибора?

- 1) приведённая погрешность
- 2) относительная погрешность
- 3) максимальная погрешность
- 4) абсолютная погрешность

### 2

Какая электрическая величина оказывает непосредственное физическое воздействие на организм человека?

- 1) напряжение
- 2) ток
- 3) частота
- 4) мощность

### 3

Какой прибор способен измерить разность потенциалов в электрической цепи?

- 1) амперметр
- 2) ваттметр
- 3) вольтметр
- 4) омметр

### 4

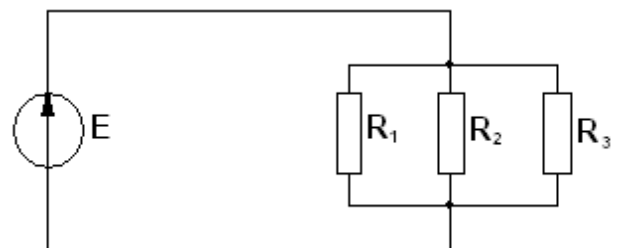
Общее напряжение, приложенное к электрической цепи, в случае последовательного соединения элементов, можно найти из уравнения...

- 1)  $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$
- 2)  $U_{\text{общ}} = U_1 \cdot U_2 \cdot \dots \cdot U_n$
- 3)  $U_{\text{общ}} = (U_1 + U_2 + \dots + U_n) / (U_1 \cdot U_2 \cdot \dots \cdot U_n)$
- 4)  $U_{\text{общ}} = (U_1 \cdot U_2 \cdot \dots \cdot U_n) / (U_1 + U_2 + \dots + U_n)$

### 5

Соединение резисторов  $R_1, R_2, R_3 \dots$

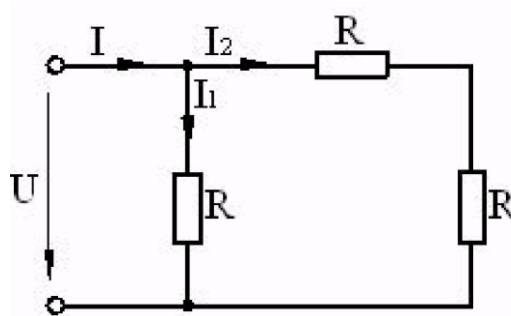
- 1) последовательное
- 2) звездой
- 3) смешанное
- 4) параллельное



6

Если ток  $I_2 = 1\text{ A}$  то ток  $I_1$  равен...

- 1) 2 A
- 2) 3 A
- 3) 1,5 A
- 4) 1 A



7

Треугольник мощностей ...

- 1) прямоугольный
- 2) равносторонний
- 3) равнобедренный
- 4) половина параллелограмма

8

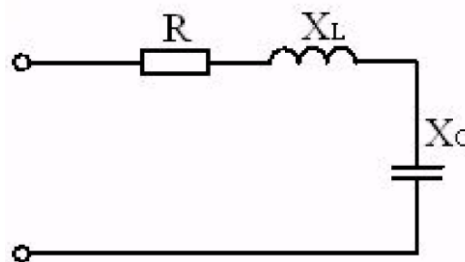
Угол сдвига фаз это угол между...

- 1) мощностью и током
- 2) напряжениями в различных ветвях
- 3) токами в различных ветвях
- 4) напряжением и током

9

Полное сопротивление  $Z$  цепи при резонансе равно...

- 1)  $R + X_L + X_C$
- 2) 0
- 3)  $\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
- 4)  $R$



10

Соотношение между линейными и фазными напряжениями в симметричной трёхфазной цепи, (схема Y) имеет вид:

- 1)  $U_\phi = U_\Delta$
- 2)  $U_\phi = \sqrt{3} \cdot U_\Delta$
- 3)  $U_\Delta = \sqrt{3} \cdot U_\phi$
- 4)  $U_\phi = 3 \cdot U_\Delta$

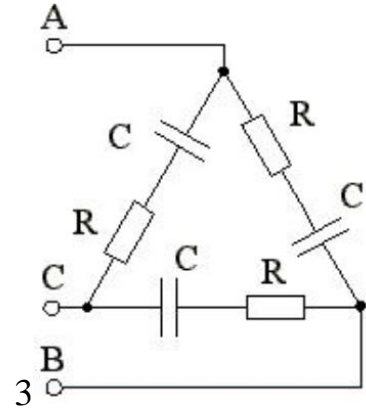
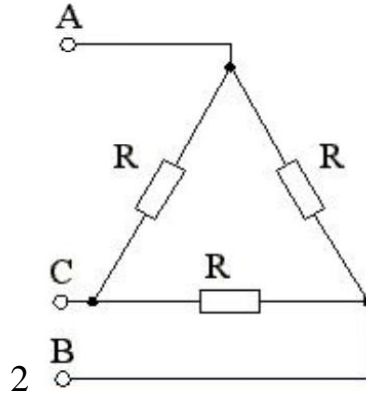
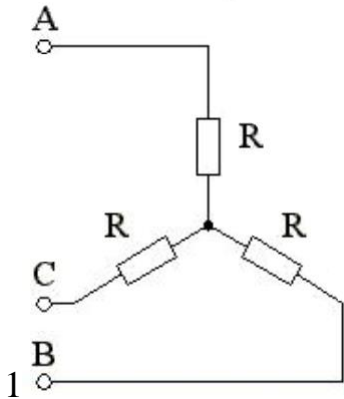
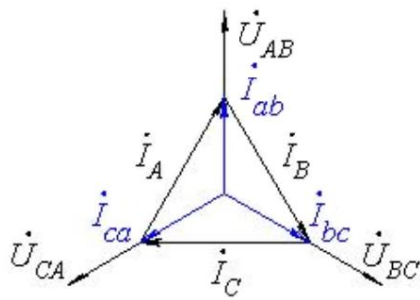
### 11

Определить коэффициент мощности симметричного трехфазного потребителя, соединенного треугольником, если известно его линейное напряжение  $U_{л} = 380\text{В}$ , фазный ток  $I = 10\text{ А}$  и потребляемая активная мощность  $P_{3\phi} = 9,12\text{ кВт}$ .

- 1)  $\cos \varphi = 0,6$
- 2)  $\cos \varphi = 0,722$
- 3)  $\cos \varphi = 0,0024$
- 4)  $\cos \varphi = 0,8$

### 12

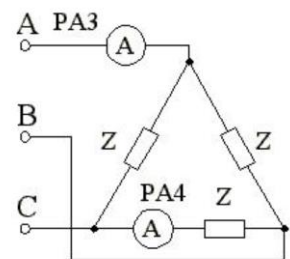
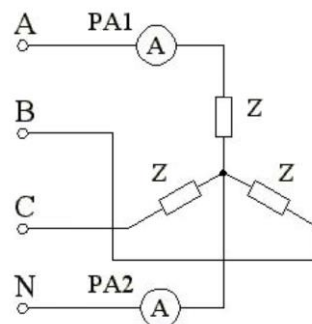
Какая схема соответствует данной векторной диаграмме?



### 13

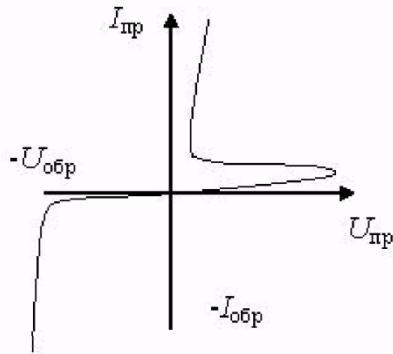
Какие амперметры измеряют токи фазных нагрузок?

- 1) PA2 и PA4
- 2) PA1 и PA3
- 3) PA2 и PA3
- 4) PA1 и PA4



## 14

На рисунке изображена вольтамперная характеристика...



- 1) биполярного транзистора
- 2) полевого транзистора
- 3) полупроводникового диода
- 4) триодного тиристора

## 15

Частота вращения ротора асинхронной машины  $n_2$  рассчитывается по формуле ...

- 1)  $60f(1 - S)$
- 2)  $2\pi f(1 - S)$
- 3)  $\frac{60f}{p}(1 - S)$
- 4)  $\frac{2\pi f}{p}(1 - S)$

## 16

Если номинальная частота вращения ротора асинхронного двигателя составляет  $n_2=1420 \text{ мин}^{-1}$ , то частота вращения магнитного поля статора составит...

- 1)  $3000 \text{ мин}^{-1}$
- 2)  $750 \text{ мин}^{-1}$
- 3)  $600 \text{ мин}^{-1}$
- 4)  $1500 \text{ мин}^{-1}$

## 17

Сердечник статора асинхронной машины собирают из изолированных листов стали для:

- 1) уменьшения потерь в обмотках
- 2) упрощения технологии сборки сердечника
- 3) уменьшения потерь на перемагничивание сердечника
- 4) уменьшения потерь на вихревые токи

## 18

Какую функцию выполняет нулевой (нейтральный) провод в трехфазных сетях переменного тока?

- 1) Уравнитель потенциалов между фазами, по нему при несимметричной нагрузке протекает ток, тем самым устраняется явление «перекоса фазных напряжений».
- 2) Выполняет функции защитного заземления и зануления потребителя.
- 3) Позволяет получить два различных напряжения при пуске электродвигателя по схеме «Y/Δ».
- 4) Без нулевого провода трехфазная система нормально работать не будет, так как по фазным проводам ток подается потребителю, а по нулевому возвращается обратно, т.е. получается замкнутый электрический контур.

## 19

При диагностике асинхронного электродвигателя, у которого отсутствует табличка с паспортными данными, выяснилось, что на клеммной колодке у него всего четыре вывода, сопротивление на двух из них  $Z_1 = 14$  Ом, на двух других  $Z_2 = 7$  Ом. Это свидетельствует о том, что:

- 1) Это трехфазный электродвигатель, обмотки статора соединены на заводе по схеме «Y», с нулевым выходом. Наличие различных сопротивлений только на двух пар выходов свидетельствует о неисправности электродвигателя.
- 2) Это электродвигатель постоянного тока. На клеммную колодку выведены выводы обмотки якоря и обмотки возбуждения. Двигатель абсолютно исправен.
- 3) Это универсальный электродвигатель, который может работать как на переменном, так и на постоянном токе. Для этого у него сделана секционированная обмотка с различным сопротивлением секций. Двигатель абсолютно исправен.
- 4) Это однофазный электродвигатель переменного тока, с рабочей и пусковой обмотками. Двигатель абсолютно исправен.

## 20

Как можно охарактеризовать магнитное поле, создаваемое в статоре трехфазного асинхронного электродвигателя?

- 1) Переменное, пульсирующее.
- 2) Переменное, вращающееся.
- 3) Постоянное, с четко выраженными полюсами.
- 4) Постоянное, вращающееся с четко выраженными полюсами.



## 21

Что характеризует скольжение у асинхронного электродвигателя?

- 1) Разность частот вращения магнитного поля статора и магнитного поля ротора.
- 2) Насколько эффективно преобразуется электрическая энергия в механическую.
- 3) Степень загрузки электродвигателя.
- 4) Соотношение между активной и реактивной энергией в электродвигателе.

## 22

Однофазный трансформатор имеет две обмотки с номинальным напряжением 250 В и 50 В. Ток в обмотке высшего напряжения равен 10 А. Ток в обмотке низшего напряжения равен:

- 1) 50 А
- 2) 2,5 А
- 3) 5 А
- 4) 10 А

### ЗАДАЧА №1

Элементный водонагреватель оборудован двумя тепловыделяющими элементами, мощностью  $P_1$  и  $P_2$ . Сопротивление элементов  $R_1 = 16,15 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 48,5 \text{ Ом}$ . Элементы включены в сеть параллельно. Рассчитать при каком напряжении питающей сети они потребляют ток в  $10,5 \text{ А}$ ?

**РЕШЕНИЕ:**

Ответ: .....

### ЗАДАЧА №2

Светильник снабжен двумя лампами накаливания и переключателем, включающим лампы параллельно (рабочее освещение) и последовательно (дежурное освещение). Лампы идентичны и имеют сопротивление  $R = 490 \text{ Ом}$  каждая. Рассчитать мощность, потребляемую светильником из сети **при рабочем** и **дежурном** освещении. Напряжение сети  $U = 230 \text{ В}$ .

**РЕШЕНИЕ:**

Ответ: .....

### ЗАДАЧА №3

Определить напряжение в цепи переменного тока с последовательным соединением активного сопротивления  $R = 50 \text{ Ом}$  и конденсатора с емкостью  $C = 100 \text{ мкф}$ , если ток  $I = 3,7 \text{ А}$ ,  $f = 50 \text{ Гц}$ .

**РЕШЕНИЕ:**

Ответ: .....

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) основная литература

1. Гальперин, Михаил Владимирович. Электронная техника [Электронный ресурс] : учебник / М. В. Гальперин. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон.дан. - М. : ФОРУМ : Инфра-М, 2019. - 352 с. - (Среднее профессиональное образование). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1013821>
2. Комиссаров, Юрий Алексеевич. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник / Ю. А. Комиссаров, Г. И. Бабокин ; под ред. П. Д. Саркисова. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон.дан. - М. : Инфра-М, 2019. - 480 с. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1003357>
3. Марченко, Алексей Лукич. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник : в 2-х томах / А. Л. Марченко, Ю. Ф. Опадчий. - Электрон.дан.Т. 2 : Электроника. - М. : Инфра-М, 2019. - 391 с. Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=974384>
4. Славинский, Алексей Кириллович. Электротехника с основами электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. К. Славинский, И. С. Туревский. - Электрон.дан. - М. : ФОРУМ : Инфра-М, 2019. - 448 с. - (Среднее профессиональное образование). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=989315>
5. Ткаченко, Федор Алексеевич. Электронные приборы и устройства [Электронный ресурс] : учебник / Ф. А. Ткаченко. - Электрон.дан. - Москва : ИНФРА-М ; Минск : Новое знание, 2020. - 682 с. - (Высшее образование). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1062340>
6. Хромоин, Петр Константинович. Электротехнические измерения [Электронный ресурс] : учебное пособие / П. К. Хромоин. - 3-е изд., испр. и доп. - Электрон.дан. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. - 288 с. - (Среднее профессиональное образование). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1071959>

### б) Список программного обеспечения (ПО) для рабочих программ (в соответствии с реестром ПО ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА) по электротехнике и электронике:

#### Программное обеспечение общего назначения, используемое в обучение

- Операционная система Microsoft Windows
- Табличный редактор Microsoft Office Excel
- Текстовый редактор Microsoft Office Word
- Редактор презентаций Microsoft Office Power Point
- Средства антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security
- Система управления обучением MOODLE (Образовательный портал) – режим доступа: <https://moodle.molochnoe.ru/>
- Электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: [https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r\\_14/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC](https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC)
- Электронные библиотечные системы:
  - o ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
  - o ЭБС Znanium.com – режим доступа: <http://znanium.com/>
  - o ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://biblio-online.ru/>
  - o ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>

#### Профессиональное программное обеспечение, используемое в обучение

- Виртуальные лаборатории: электротехника
- Автоматизированная информационная система «Меркурий», подсистема Хозяйствующего субъекта (Меркурий.ХС) (демоверсия) – режим доступа: <https://mercury.vetrif.ru/hs>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы с выходом в сеть Интернет, с установленными средствами MS Office: Word, Excel, PowerPoint и др., лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным видеопроектором и настенным экраном. Для проведения лабораторно-практических занятий по электротехнике в учебном корпусе № 4 оборудованы специальные лаборатории (ауд. 4106, ауд. 4107), оснащенные лабораторными стендами для изучения устройства и работы электрических устройств и приборов.

Специализированный компьютерный класс с виртуальной лабораторией по электротехнике (ауд. 4218).

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 10. Карта компетенций дисциплины

<b>Название дисциплины (код и название направления подготовки)</b> «Электротехника и электроника (направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование)»	
Цель дисциплины	– подготовка бакалавров к решению профессиональных задач в области эффективного использования средств электрификации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции животноводства; разработка и эксплуатация средств электрификации для технологической модернизации производства. Формирование у студентов совокупности знаний по анализу, синтезу, выбору

		и использованию современных систем и средств электрификации в производстве.			
Задачи дисциплины		<ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовка выпускника, знающего теорию и практические основы работы электрооборудования;</li> <li>- получение базовых знаний и формирование основных навыков по техническим средствам электрификации машин и технологических линий;</li> <li>- научить выпускника работать с электрифицированными и автоматизированными технологическими процессами, машинами и установками, в том числе работающими непосредственно с биологическими объектами.</li> <li>- научить методам анализа и синтеза электрических систем, технических средств и электрических объектов.</li> </ul>			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Компетенции		Перечень компонентов (планируемые результаты обучения)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Ин-декс	Формулировка				
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>					
ПК-4	Способен формировать подсистему оперативного сбора и анализа данных о фактическом состоянии оборудования и систем автоматики путем считывания штрих-кодов и съема информации с внешних датчиков	<p>ИД-1ПК-4 Знает состав, функции и возможности использования информационно-коммуникационных технологий в информационных системах управления техническим обслуживанием и ремонтом технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов и систем автоматики автоматизированных технологических линий по производству продуктов питания.</p> <p>ИД-2ПК-4 Умеет использовать специальное программное обеспечение, компьютерные и телекоммуникационные средства в процессе проведения испытаний и внедрения прогрессивных технологий технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации пищевой им перерабаты-</p>	<p>Лекции</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Самостоятельная работа</p> <p>Интерактивные занятия</p>	<p>Тестирование</p> <p>Устный опрос</p>	<p><b>Пороговый (удовлетворительный)</b></p> <p><b>от 51-64 баллов</b></p> <p><b>Знает</b> состав, функции и возможности использования информационно-коммуникационных технологий в информационных системах управления техническим обслуживанием и ремонтом технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов и систем автоматики автоматизированных технологических линий по производству продуктов питания.</p> <p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p> <p><b>от 65-84 баллов</b></p> <p><b>Умеет</b> использовать специальное программное обеспечение, компьютерные и телекоммуникационные средства в процессе проведения испытаний и внедрения прогрессивных технологий</p>

		<p>вающей промышленности ИД-3 ПК-4 Владеет навыками формирования подсистемы оперативного сбора и анализа данных о фактическом состоянии оборудования и систем автоматизации путем считывания штрих-кодов и съема информации с внешних датчиков</p>			<p>технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации пищевой им перерабатывающей промышленности <b>Высокий (отлично) от 85-100 баллов</b> <b>Владеет</b> навыками формирования подсистемы оперативного сбора и анализа данных о фактическом состоянии оборудования и систем автоматизации путем считывания штрих-кодов и съема информации с внешних датчиков</p>
--	--	--	--	--	--