МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Колледж технологий и управления

Регистрационный
номер 24-22/11

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина ОП.02 Электротехника и электроника

Специальность 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Квалификация Техник-теплотехник

Уровень ППССЗ базовая подготовка

Срок освоения ППССЗ 3 г.10 м

Форма обучения заочная

Общая трудоемкость 69 ч.

Якутск 2022

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 25.08.2021 г. № 600.
- Учебным планом специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ от 02.09.2022 г. протокол №73/3.

Разработчик(и) Усов Олег Юрьевич - преподаватель

Цикловая комиссия теплоснабжения_____/Усов О.Ю../
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания ЦК № 01 от «01» сентября 2022 г.

Директор КТиУ_____/Яковлева Н.М./
подпись фамилия, имя, отчество

«01» сентября 2022 г.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Колледжа технологий и управления_____/Баранова В.Г./
подпись фамилия, имя, отчество

«04» апреля 2025г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025/2026уч.г.

на заседании ЦК теплоснабжение протокол № 10 от «04» апреля 2025г.

Зав. ЦК_____/ Усов О.Ю. /
подпись фамилия, имя, отчество

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Колледжа технологий и управления_____/Баранова В.Г./
подпись фамилия, имя, отчество

«17» марта 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026 /2027уч.г.

на заседании ЦК теплоснабжение протокол № от «13» марта 2026 г.

Зав. ЦК_____/ Усов О.Ю. /
подпись фамилия, имя, отчество

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Колледжа технологий и управления_____/_____/
подпись фамилия, имя, отчество

«____»_____20____г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 20___/20___уч.г.

на заседании ЦК _____протокол № от «____»_____20___г.

Зав. ЦК_____/_____/
подпись фамилия, имя, отчество

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Колледжа технологий и управления_____/_____/
подпись фамилия, имя, отчество

«____»_____20____г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 20___/20___уч.г.

на заседании ЦК _____протокол № от «____»_____20___г.

Зав. ЦК_____/_____/
подпись фамилия, имя, отчество

СОДЕРЖАНИЕ

№	Наименование раздела	Стр.
1	Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины	4
2	Структура и содержание учебной дисциплины	6
3	Условия реализации учебной дисциплины	9
4	Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины	11

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПЦ.02 Электротехника и электроника

1.1. Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена:

Учебная дисциплина ОПЦ.02 Электротехника и электроника относится к общепрофессиональному циклу.

Освоение дисциплины способствует формированию компетенций:

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

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

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

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

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

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

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

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

ОК-9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ПК-1.1. Осуществлять пуск и остановку теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

ПК-1.2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК-1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло - и топливоснабжения

ПК-2.1. Выполнять дефектацию теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК-2.2. Производить ремонт теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК 2.3. Вести техническую документацию ремонтных работ.

ПК-3.1. Проводить наладку и испытания теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

ПК-3.2. Составлять отчётную документацию по результатам наладки и испытаний теплотехнического оборудования и систем тепло - и топливоснабжения.

1.2. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины:

Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины являются обеспечение подготовки обучающихся на уровне понимания физических процессов, происходящих в электротехнических и электронных устройствах, а также создание теоретической и практической базы для изучения обучающимися всех последующих технических дисциплин

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:
У.1 подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;
У.2 рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;
У.3 снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;
У.4 собирать электрические схемы;
У.5 читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;
В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:
З.1. классификацию электронных приборов, их устройство и область применения*;*
З.2. методы расчёта основных параметров основных электрических цепей*;*
З.3. основные законы электротехники*;*
З.4 основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;
З.5 основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств;
З.6 принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов; принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических и электронных устройств и приборов;
З.7 устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов;

1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы учебной дисциплины:

Максимальной учебной нагрузки обучающегося 63 часа, в том числе:
- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 18 часов;
- самостоятельной работы обучающегося 45 часа.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	**Объем часов**
Максимальная учебная нагрузка (всего)	63
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	18
в том числе:	
лекции	8
практические занятия	10
самостоятельная работа студент	45
Итоговая аттестация в форме дифференцированного зачета	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины ОП.02 Электротехника и электроника

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов	В том числе часы по практической подготовке (указать кол-во часов)	Уровень освоения
1	2	3	4	5
Тема 1. Основные понятия электрических цепей	*Содержание учебного материала* Введение. Основные определения, методы расчета электрических цепей постоянного тока			
	Лекция №1 Введение. Основные определения, методы расчета электрических цепей постоянного тока	2		1
	Практическое занятие №1 Линейная электрическая цепь постоянного тока с последовательным соединением приемников электрической энергии	2	4	2
	Практическое занятие №2 Цепи однофазного гармонического переменного тока	2		2
	Самостоятельная работа №1 Методы расчета линейных электрических цепей постоянного тока	2		3
Тема 2. Трехфазные электрические цепи	*Содержание учебного материала* Трехфазные электрические цепи			
	Лекция №2 Трехфазные электрические цепи	2		2
	Практическое занятие №3 Трехфазная электрическая цепь при активной нагрузке однофазных приемников, соединенных «звездой»	2	4	2
	Практическое занятие №4 Расчет трехфазной электрической цепи при соединении приемников электрической энергии «треугольником»	2		2
	Самостоятельная работа №2 Методы расчета линейных электрических цепей постоянного тока	4		3
Тема 3. Трансформаторы.	*Содержание учебного материала* Трансформаторы.			
	Лекция №3 Трансформаторы.	2		2
	Практическое занятие №5 Однофазный трансформатор	2		2
	Практическое занятие №6 Расчет магнитных цепей постоянного тока	2	4	2
	Самостоятельная работа №3 Расчет переходных процессов в электрических цепях	4		3
Тема 4. Машины постоянного тока. Машины переменного тока.	*Содержание учебного материала* **Лекция №4** Машины постоянного тока, Машины переменного тока.	2		2
	Практическое занятие №7 Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока	2		2
	Практическое занятие №8 Расчет магнитных цепей постоянного тока	2	4	2
	Самостоятельная работа №4 Ответить на контрольные вопросы.	2		3
Тема 5. Элементная база современных электронных устройств	*Содержание учебного материала* Элементная база современных электронных устройств			
	Лекция №5 Элементная база современных электронных устройств	2		2
	Практическое занятие №9 Выпрямители	2		2
	Практическое занятие №10 Расчет однокаскадного полупроводникового усилителя	2	6	2

	Практическое занятие №11	2		
	Самостоятельная работа №5 Проработка учебной и справочной литературы	4		3
Тема 6. Основы цифровой электроники	*Содержание учебного материала* Основы цифровой электроники			
	Лекция №6 Основы цифровой электроники	2		2
	Практическое занятие №11	2	4	2
	Практическое занятие №12	2		2
	Самостоятельная работа №6 Выполнение тренировочных тестов	4		3
Тема 7. Электроизмерительные приборы. Электрические измерения	*Содержание учебного материала* Электроизмерительные приборы. Электрические измерения			
	Лекция №7 Электроизмерительные приборы. Электрические измерения	2		2
	Практическое занятие №13 Ознакомление с основными измерительными приборами и методами электрических измерений	2	4	2
	Практическое занятие №14 Ознакомление с основными измерительными приборами и методами электрических измерений	2		2
	Самостоятельная работа №7 Ответить на контрольные вопросы. систематическая проработка учебной и справочной литературы; подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических и лабораторных работ; выполнение индивидуальных расчетных работ; подготовка к сдаче модуля (выполнение тренировочных тестов)	4		3
Всего:		63		

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

№ п \ п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	ОП.02 Электротехника и электроника	Кабинет 1.103 Учебная аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Библиотека, читальный зал с беспроводным выходом в сеть Интернет	Стол учебный 2-х местный (парта), цвет береза-15шт. 2) Доска для написания мелом - 1 шт. 3) Трибуна напольная - 1 шт. 4) Стол преподавательский - 1 шт. 5) Стол письменный - 1 шт. 6) Стулья железные деревянные-32шт.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень учебных изданий, интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Основная литература			
1	Лунин В.П.	Электротехника и электроника в 3 т. Том 1. Электрические и магнитные цепи 2-е изд., пер. И доп. Учебник и практикум для СПО	2022 (ЭБС Юрайт)
2	Лунин В.П.	Электротехника и электроника в 3 т. Том 2. Электрические и магнитные цепи 2-е изд., пер. И доп. Учебник и практикум для СПО	2022 (ЭБС Юрайт)
Дополнительная литература			
1	Кузовкин В.А., Филатов В.В.	Электротехника и электроника. Учебник для СПО	2022 (ЭбсЮрайт)

3.3. Условия реализации учебной дисциплины для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

3.3.1. Образовательные технологии.

С целью оказания помощи в обучении студентов-инвалидов и лиц с ОВЗ применяются образовательные технологии с использованием универсальных, специальных информационных и коммуникационных средств.

Для основных видов учебной работы применяются:

Контактная работа:

- лекции – проблемная лекция, лекция-дискуссия, лекция-диалог, лекция-консультация, лекция с применением дистанционных технологий и привлечением возможностей Интернета;
- практические (семинарские) занятия - практические задания;
- групповые консультации – опрос, работа с лекционным и дополнительным материалом;
- индивидуальная работа с преподавателем - индивидуальная консультация, работа с лекционным и дополнительным материалом, беседа, морально-эмоциональная поддержка и стимулирование, дистанционные технологии.

Формы самостоятельной работы устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге или на компьютере).

В качестве самостоятельной подготовки в обучении используется - система дистанционного обучения Moodle http://sdo.agatu.ru/

Самостоятельная работа:

- работа с книгой и другими источниками информации, план-конспекты;
- творческие самостоятельные работы;
- дистанционные технологии.

При необходимости обучающимся предоставляется дополнительное время для консультаций и выполнения заданий.

3.3.2. Специальное материально-техническое и учебно-методическое обеспечение.

При обучении по дисциплине используется система, поддерживающая дистанционное образование - «Moodle» http://sdo.agatu.ru/ ориентированная на организацию дистанционных курсов, а также на организацию взаимодействия между преподавателем и обучающимися посредством интерактивных обучающих элементов курса.

Для обучающихся лиц с нарушением зрения предоставляются:

- видеоувеличитель-монокуляр для просмотра Levenhuk Wise 8x25;
- электронный ручной видеоувеличитель видео оптик “wu-tv”;
- возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- версия сайте университета http://sdo.agatu.ru/ для слабовидящих.

Для обучающихся лиц с нарушением слуха предоставляются:

- аудитории со звукоусиливающей аппаратурой (колонки, микрофон);
- компьютерная техника в оборудованных классах;
- учебные аудитории с мультимедийной системой с проектором;
- аудитории с интерактивными досками в аудиториях;
- учебные пособия, методические указания в форме электронного документа

Для обучающихся лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата предоставляются:

- система дистанционного обучения Moodle http://sdo.agatu.ru/
- учебные пособия, методические указания в форме электронного документа

3.3.3. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины.

Контроль результатов обучения осуществляется в процессе проведения практических занятий, выполнения индивидуальных самостоятельных работ.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации инвалидов и лиц с ОВЗ имеются фонды оценочных средств в ИС «Тестирование».

Формы и сроки проведения рубежного контроля определяются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.), и может проводиться в несколько этапов.
При необходимости, предоставляется дополнительное время для подготовки ответов на зачете, аттестация проводится в несколько этапов (по частям), во время аттестации может присутствовать ассистент, аттестация прерывается для приема пищи, лекарств, во время аттестации используются специальные технические средства.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	**Формы и методы контроля и оценки результатов обучения**
Итоговый контроль:	
Уметь	
У.1 подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
У.2 рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
У.3 снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
У.4 собирать электрические схемы;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
У.5 читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
Знать	
З.1 классификацию электронных приборов, их устройство и область применения;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
З.2 методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
З.3 основные законы электротехники;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
З.4 основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
З.5 основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
З.6 принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов;	Аудиторные занятия

принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических и электронных устройств и приборов;	Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.
3.7 устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов;	Аудиторные занятия Анализ результатов своей практической работы по изучаемой теме (рефлексия своей деятельности) Внеаудиторная, самостоятельная работа.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Колледж технологий и управления

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

ОП 02 Электротехника и электроника
13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Якутск 2022 г.

Фонд оценочных средств учебной дисциплины разработан в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 25 августа 2021 г., №600.
- Учебный план специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ от 02.09.2022г №73/3.

Разработчик(и) ФОС Сивцев Власий Анатольевич – преподаватель

Фонд оценочных средств учебной дисциплины ОП.02 Электротехника и электроника одобрен на цикловой комиссии теплоснабжения от «01» 09 2022 г. Протокол № 1

Председатель ЦК ТС _____ подпись /Усов О.Ю./ фамилия, имя, отчество

Фонд оценочных средств учебной дисциплины рассмотрен и рекомендован к использованию в учебном процессе на заседании методической комиссии Колледжа технологий и управления по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование.

Председатель методической комиссии КТиУ _____ подпись /Сивцева Е.И./ фамилия, имя, отчество

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ОП 02 Электротехника и электроника

13.02.02 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование»

Таблица 1

Результаты обучения (освоенныеумения, усвоенные знания)	**Код компетенций**	**Наименование темы**	**Уровень освоения темы**	**Наименование контрольно-оценочных средств**	
				Текущий контроль	**Промежуточная аттестация**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
У.1 подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристикам и; правильно эксплуатировать электрооборудо вание и механизмы передачи движения технологически х машин и аппаратов;	ОК 1-ОК 09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2.	Тема 1.	1	- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание ;	Вопросы для диф.за чета
У.2 рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;	ОК 1-ОК 09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2.	**Тема 2.** **Тема 4.**	2, 3	- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание;	Вопрос ы для диф.зачета

У.3 снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;	ОК 1-ОК 09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2.	**Тема 7**	2, 3	- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание;	Вопросы для диф.зачета
У.4 собирать электрическиесхемы;	ОК 1-ОК 09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2.	**Тема 5.**	2, 3	- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание;	Вопросы для диф.зачета
У.5 читать принципиальные, электрическиеи монтажные схемы;	ОК 1-ОК 09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2.		2, 3	- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание;	Вопросы для диф.зачета
З.1 классификацию электронных приборов, их устройство и область применения;	ОК 1-ОК 09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2.	**Тема 7**	2, 3	- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание;	Вопросы для диф.зачета
З.2 методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей;	ОК 1-ОК 09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2.	**Тема 2.** **Тема 4.**	2, 3	- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание;	Вопросы для диф.зачета

З.3 основные законы электротехники;	ОК 1-ОК 09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2.	**Тема 1.**	2, 3	- тестовое задание; - рактическая работа; - реферативное задание	Вопросы для диф.зачета
З.4 основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;	ОК 1-ОК 09, ПК 3.1 - ПК 3.2	**Тема 7**		- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание;	Вопросы для диф.зачета
З.5 основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств;;	ОК 1-ОК-9, ПК- 1.1-ПК-1.3	**Тема 3.**		- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание;	Вопросы для диф.зачета
З.6 принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов; принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических и электронных устройств и приборов;	ОК 1-ОК 09, ПК 3.1 - ПК 3.2	**Тема 5.** **Тема 6**		- тестовое задание; - практическая работа; - реферативное задание;	Вопросы для диф.зачета
З.7 устройство, принцип действия и основные характеристики	ОК 1-ОК-09, ПК- 1.1-ПК-1.3	**Тема 7**		- тестовое задание; - практическая работа; -	Вопросы для диф.зачета

электротехнических приборов;				реферативное задание;	

2 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций.

Таблица 2.1.

Компетенции	**Результаты обучения (освоенные общие компетенции)**	**Основные показатели оценки результата**	**Формы и методы контроля и оценки**
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методыи способы выполнения профессиональн	У.1 подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; правильно эксплуатировать электрооборудова ние и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;	Расположение сил в плоской системе Допускаемые напряжения Методы расчета определения опасных сечений	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета
	У.2 рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;	Расчеты кинематических характеристик различных передач	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета
	У.3 снимать показания и пользоваться электроизмерител ьными приборамии приспособлениям и;	Сборочные чертежи Деталировку сложных соединений Расчет геометрических параметров	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета

	У.4 собирать электрическиесхемы;	Сборочные чертежи Деталировку сложных соединений Расчет геометрических параметров	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета
	У.5 читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;	Расчет на срез Расчет на сжатиеРасчет на смятие	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета
	З.1 классификацию электронных приборов, их устройство и область применения;	Методы определенияопасных сечений Выбор метода определения расчета на жесткость и устойчивость	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета
	З.2 методы расчетаи измерения основных параметров электрических, магнитных цепей;	Кинематические схемы сборочных единиц Чтение чертежей, определение геометрических параметров разрезов и сечений	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета
	З.3 основные законы электротехники;	Определение вида движения тела Определение скорости и ускорения тела	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета
	З.4 основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;	Определение вида движения тела Определение скорости и ускорения тела Расчет геометрических параметров преобразующего движения механизмы	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета
	З.5 основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств;;	Методы защиты поверхности деталей Расчет точек деформации Определение интенсивность изнашивания поверхностей	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета

	З.6 принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов; принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических и электронных устройств и приборов;	Определение вида движения тела Определение скорости и ускорения тела Влияние изменения геометрических характеристик на преимущества и недостатки определенных передач	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета
	З.7 устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов;	Основные понятия о движении тела Основные сведения и устройство зубчатыхпередачах Основные сведения и устройство червячных передачах Основные сведения и устройство цепных передачах Основные сведения и устройство ременныхпередачах	Тестирование, Сдача реферата, практические работы, Ответы на вопросы диф.зачета

2.2. Оценка освоения учебной дисциплины

2.2.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине ОП.02 Электротехника и электроника, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Таблица 3.1.

Перечень объектов контроля и оценки

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)[1]	**Основные показатели оценки результата**	**Оценка (да/нет)**
1	**3**	**5**
У.1 подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;	Расположение сил в плоской системе Допускаемые напряжения Методы расчета определения опасных сечений	да
У.2 рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;	Расчеты кинематических характеристик различных передач	да
У.3 снимать показания ипользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;	Сборочные чертежи Деталировку сложных соединений Расчет геометрических параметров	да
У.4 собирать электрическиесхемы;	Сборочные чертежи Деталировку сложных соединений Расчет геометрических параметров	да
У.5 читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;	Расчет на срез Расчет на сжатие Расчет на смятие	да
З.1 классификацию электронных приборов, их устройство и область применения;	Методы определения опасных сечений Выбор метода определения расчета на жесткость и устойчивость	да
З.2 методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей;	Кинематические схемы сборочных единиц Чтение чертежей, определение геометрических параметров разрезов и сечений	да

З.3 основные законыэлектротехники;	Определение вида движениятела Определение скорости и ускорения тела	да
З.4 основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;	Определение вида движениятела Определение скорости и ускорения тела Расчет геометрических параметров преобразующего движения механизмы	да
З.5 основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств;;	Методы защиты поверхности деталей Расчет точек деформации Определение интенсивность изнашивания п оверхностей	да
З.6 принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов; принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических и электронных устройств и приборов;	Определение вида движениятела Определение скорости и ускорения тела Влияние изменения геометрических характеристик на преимущества и недостатки определенных передач	да
З.7 устройство, принцип действияи основные характеристики электротехнических приборов;	Основные понятия о движении тела Основные сведения и устройство зубчатыхпередачах Основные сведения и устройство червячныхпередачах Основные сведения и устройство цепных передачах Основные сведения и устройство ременных передачах	да

Критерии оценивания:

За правильное выполнение ОПОР ставится – 1 балл, за неправильный – 0 баллов. Компетенции оцениваются однозначно «да» или «нет» в зависимости от суммы оценокОПОР в каждой компетенции. Оценка по каждой ОПОР выставляется как: «да» - 1, «нет» -0.

Уровень оценки компетенций производится суммированием количества ответов «да» (оценок – 1) по ОПОР по всем компетенциям в процентном соотношении от возможной максимальной общей суммы количества оценок ОПОР.

В оценочной ведомости выставляется оценка («да» или «нет») и количество - 1 по каждой компетенции. Для перевода баллов в оценку применяется универсальная шкала оценки образовательных достижений.

Таблица 3.2.

Универсальная шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности	**Оценка уровня подготовки**	
	оценка компетенций обучающихся	**оценка уровня освоения дисциплин;**
90 ÷ 100	высокий	*отлично*
70 ÷ 89	продвинутый	*хорошо*
50 ÷ 69	пороговый	*удовлетворительно*
менее 50	не освоены	*неудовлетворительно*

1. **Типовые контрольные задания (вопросы) для текущей аттестации**

1) Тестовый контроль (пример)

Входной тест (пример)Типовой вариант
Раздел 1 «Постоянный электрический ток»

1. Определить сопротивление лампы накаливания , если на ней написано 100 Вт и 220 Ва) 484 Ом б)486 Ом

в) 684 Ом г) 864 Ом

2. Какой из проводов одинаково диаметра и длины сильнее нагревается – медный илистальной при одной и той же силе тока ?

а) Медный б) Стальной

в) Оба провода нагреваются г) Ни какой из проводоводинаково не нагревается

3. Как изменится напряжение на входных зажимах электрической цепи постоянного тока с активным элементом, если параллельно исходному включить ещё один элемент?

а) Не изменится б) Уменьшится

в) Увеличится г) Для ответа недостаточно данных 4.В электрической сети постоянного тока напряжение на зажимах источника электроэнергии 26 В. Напряжение на зажимах потребителя 25 В. Определить потерюнапряжения на зажимах в процентах.

а) 1 % б) 2 %

в) 3 % г) 4 %

5. Электрическое сопротивление человеческого тела 3000 Ом. Какой ток проходит черезнего, если человек находится под напряжением 380 В?

а) 19 мА б) 13 мА

в) 20 мА г) 50 мА

Задание (пример)

Проверить работоспособность блока генераторов напряжений и измерительных приборов.

Порядок выполнения эксперимента

- Соберите цепь согласно схеме рис.1.12, включив в нее для начала резистор R = 100Ом. Подайте на вход питание от нерегулируемого источника постоянного напряжения +15 В, отрегулируйте осциллограф и убедитесь, что пульсации напряжения незначительны или отсутствуют, что напряжение равно 15±0,5 В, а ток примерно равен 150 мА.
- **Переключите мультиметр для измерения тока 2 А**, замените резистор 100 Ом на 47 или 33 Ом, убедитесь, что появляются пульсации напряжения на выходе и через некоторое время срабатываетзащита и включается сигнализация перегрузки.

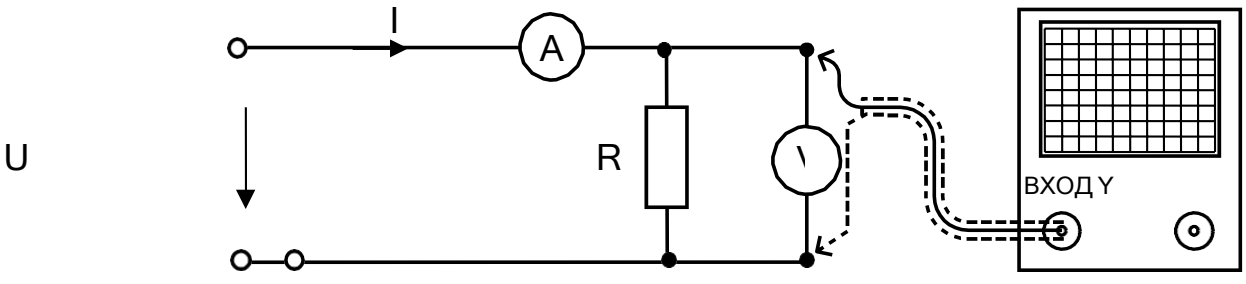


Рис. 1.12

- Повторите этот опыт с другим нерегулируемым источником напряжения - 15 В и с регулируемым источником при максимальном напряжении на его выходе. Проверьте, как работает регулятор напряжения источника и сигнализация I <, и U < ваттметра при уменьшении тока и напряжения.
- Установите в схему резистор 47 Ом, переключите мультиметры для измерения синусоидальных сигналов и подключите к схеме генератор напряжений специальной формы.
- Установите синусоидальный сигнал на выходе и убедитесь, что частота и амплитуда напряжения регулируются (по осциллографу). На частоте 1000 Гц (или какой нибудь другой) убедитесь, что переключается форма сигнала. **Внимание! Мультиметры не измеряют несинусоидальные токи и напряжения!**
- Замените резистор 47 Ом на 22 Ом и убедитесь, что срабатывает защита и сигнализация перегрузки.
- Снова включите в схему резистор 100 Ом, и, подключая к ней напряжения U_{AO}, $U_{BO,}$ U_{CO}, U_{AB}, U_{BC} и U_{CA} трёхфазного источника, убедитесь что фазные напряжения регулируются в пределах от0 до 8 В,

а линейные в $\sqrt{3}$ раз больше. Замените резистор 100 Ом на 22 Ом и проверьте работу защиты каждой фазы.

- Теперь включите в схему резистор 150 Ом и подайте на неёпеременное напряжение от источника ~24 В. Убедитесь, что напряжениесоставляет 24…27 В. **Внимание! Форма этого напряжения повторяет напряжение питающей сети.** Она отличается от синусоидальной из-за большой выпрямительной нагрузки, как в питающей сети, так и в данном блоке генераторовнапряжений. Проверьте работу защиты, включив в схему сопротивление 22 Ом.

Графическое изображение результатов исследования

Результаты исследования удобнее представить в виде графиков, потому, что это будет компактнее и нагляднее таблиц, особенно для сравнения нескольких зависимостей. Исследуемые в электротехнике величины, как правило, изменяются непрерывно и плавно, без изломов или скачков. Графические построения, сглаживая разброс в результатах измерений, помогают еще, и приблизиться к истинной зависимости величин.

При оформлении отчёта графики, если они выполняются не на компьютерной технике, должны быть вычерчены карандашом с помощью чертёжных принадлежностей, с соблюдением требований стандартов и единой системы конструкторской документации / ЕСКД /.

Требования к выполнению графиков.

Условные обозначения элементов на электрических схемах обозначаются согласно ГОСТ2722-2751- 68, 2730 -73, 2728 -74, 2755 -74.

Диаграмма или график на странице должны быть расположены вертикально. Шкалы поосям графика должны быть равномерными, всегда начинаясь с нуля, даже если нет

опытных точек, расположенных вблизи начала координат. Числовые значения величины на шкале должны быть удобными для пользования и не слишком густыми, например, с интервалом в 1 см.
Для удобства построения графиков и пользования ими важен правильный выбор масштабов. ГОСТ рекомендует следующие масштабы: 1,2,5,10 ·10 n В/мм или А/мм. Чтобы правильно выбрать масштабы величин по обеим осям, можно исходить из того, что расстояния от нуля до наибольшего значения х и у должны быть примерно равными.
Наименования откладываемых по осям величин и их размерностей желательно располагать на поле графика, для чего сами оси должны быть несколько длиннее графиков. Если кривые представляют собой разнородные функции от одного аргумента, необходимо провести дополнительные ординаты с соответствующим масштабом величин.
Нет необходимости стремиться к большим размерам графиков, так как это не улучшаетнаглядности изображения результатов, и не повышает точности в определении искомой зависимости. Размер графика должен быть таким, чтобы был ясен характер исследуемойзависимости. В большинстве случаев вполне достаточен размер 10х10 см.

Рекомендации по составлению и оформлению отчётао выполненной лабораторной работе

Отчёт составляется на основе домашних расчётов, выполненных при подготовке к работе, и данных измерений, полученных в ходе выполнения работы в лаборатории и заверенных подписью преподавателя в черновой тетради.
Отчёт оформляется на отдельных листах формата А4 с полями: слева – 25 мм, сверху и снизу –20 мм, справа –10 мм. На листах должен быть обязательно штамп
Отчёт должен содержать:

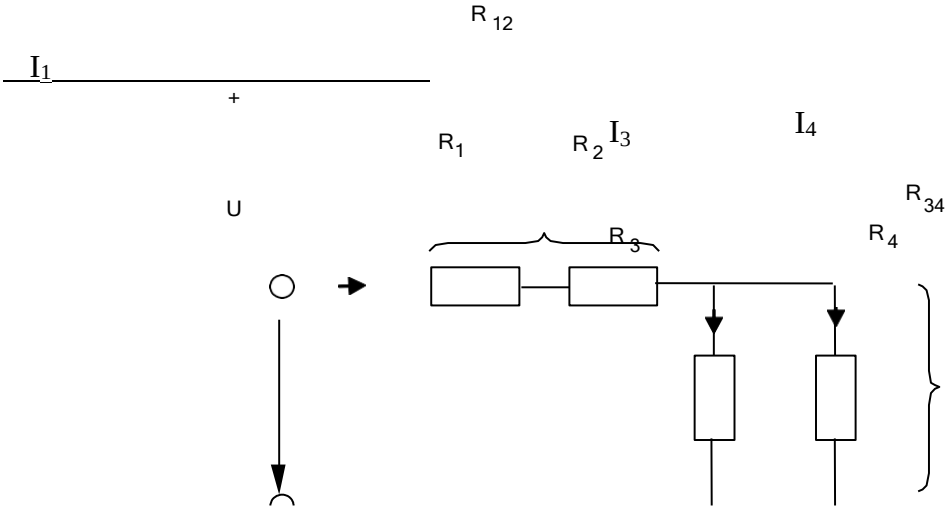
- титульный лист с указанием номера и наименования работы, группы, фамилии и инициалов обучающегося. Образец титульного листа приводится ниже;
- цель работы. Для лучшего восприятия она может быть изложена в виде нескольких пунктов, конкретно соответствующих выполняемым опытам. Такое изложение цели будет способствовать конкретной формулировке выводов или заключения по работе;
- по каждому эксперименту должны быть представлены исследуемая схема, краткое пояснение сути опыта и порядка его выполнения /что и где измерено, как рассчитано, куда внесено/, таблицы измеренных величин, построенные по ним диаграммы или графики;
- заключение или выводы по работе, изложенные в соответствии со сформулированной целью работы.

Отчёт не должен быть громоздким. В отчёт не стоит, например, включать пояснения к работе, изложенные в методических указаниях, полные расчёты, выполненные в домашней подготовке, схемы, рисунки и графики огромных размеров т.п.

Лабораторная работа №1 (пример)

Цепь постоянного тока при смешанном соединении резисторов Цель лабораторной работы. 1. Изучить методы измерения тока, напряжения, мощности и сопротивления в электрических цепях постоянного тока со смешеннымсоединением резисторов.
2. Проверить экспериментальным и расчётным путём законы Ома и Кирхгофа, законсохранения энергии, составить баланс мощности.

Выполнил обучающийся гр. ТЭ – 22 Иванов И.П.17.09.13



Участки цепи с последовательным и параллельным соединением резисторов относительно друг друга соединены последовательно. Чтобы вычислить полное сопротивление цепи сначала определяют эквивалентное сопротивление параллельногоучастка:

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

Затем определяют эквивалентное сопротивление всей цепи, состоящей теперь из трёх последовательно соединённых сопротивлений:

$$R_Э = R_1 + R_2 + R_{34}.$$

Для расчёта токов в этой цепи необходимо сначала определить по закону Ома ток вэквивалентном сопротивлении, он же в сопротивлениях R_1 и R_2:

$$I_1 = \frac{U}{R_Э}.$$

После этого опять же по закону Ома определяются напряжение на участке с параллельным соединением и токи в параллельных ветвях:

$$U_{34} = I_1 R_{34}; I_3 = \frac{U_{34}}{R_3}; \quad I_4 = \frac{U_{34}}{R_4}.$$

Экспериментальная часть

Задание

Измерить токи, напряжения и мощность в цепи при смешанном соединении резисторов. Проверить результаты измерений расчётом. Проверить выполнение первого и второго законов Кирхгофа и баланса мощностей.

- Измерьте токи во всех ветвях, поочерёдно включая миллиамперметр в каждую ветвь цепи. Измерьте напряжения на всех элементах и мощность. ***При измерении мощности правильно выберите пределы измерения ваттметра (так, чтобы не светились светодиоды I> и I<)***.Результаты измерений занесите в табл. 1.1.

Таблица 1.1

	I_1, мА	I_3, мА	I_4, мА	U, В	U_1, В	U_2, В	U_{34}, В	P, Вт
Измеренные величины								
Расчётные значения								

- Убедитесь, что выполняются первый и второй законы Кирхгофа, а именно:

$$I_1 = I_3 + I_4;$$

$$U_1 = U_1 + U_2 + U_{34}.$$

- Рассчитайте токи и напряжения на всех элементах по формулам, приведённым в разделе «Общие сведения», занесите результаты в строку «Расчётные значения» и сравните их с экспериментальными данными. Проверьте также выполнение первого и второго законовКирхгофа по расчётным значениям.
- Определите мощность, потребляемую каждым резистором и сумму мощностей потребителей:

$$P_1 = I^2R = \text{.....} \text{ Вт;}$$

1 1

$$P_2 = I^2R = \text{.....} \text{ Вт;}$$

$$P_3 = {}^{1}I^{2}{}^{2}R = \text{.....} \text{ Вт;}$$

3 3

$$P_4 = I^2R = \text{.....} \text{ Вт;}$$

4 4

$$\cdot\cdot \sum P = \text{.....} \text{ Вт.}$$

- Вычислите мощность, отдаваемую источником, и убедитесь, что она примерно равна сумме мощностей потребителей:

$P = UI =$.....Вт.

Занесите это значение в табл. 1.1 и сравните с мощностью, измеренной ваттметром

Контрольные вопросы

1. Как можно проверить закон Ома для данной цепи?.
2. В чем сущность расчета цепи методом непосредственного применения законаКирхгофа?
3. Как можно проверить первый закон Кирхгофа в данной схеме?
4. Какое соединение называется последовательным? Параллельным?
5. Условия последовательного соединения, параллельного соединения.
6. Что такое баланс мощности?
7. В чем заключается физический смысл уравнения баланса мощности?
8. Как можно проверить баланс мощности электрической цепи постоянного тока?
9. Что произойдет с напряжением на параллельном участке цепи, если сопротивление220 Ом заменить, на 100 Ом?
10. Что произойдет с напряжением на параллельном участке цепи, если сопротивление220 Ом заменить, на 100 Ом?
11. Какой ток протекает по сопротивлению 47 Ом?
12. Как соединены сопротивления 47 Ом и 100 Ом?
13. Как соединены сопротивления 220 Ом и 470 Ом?
14. Как можно проверить первый закон Кирхгофа в данной схеме?

.МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательноеучреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Колледж технологий и управления

КОМПЛЕКТ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ для текущего контроля

ОП.02 Электротехника и электроника

Якутск 2022 г.

Практическая работа №1. Изучение линейнойэлектрической цепи постоянного тока

Цель работы

Исследовать линейную электрическую цепь постоянного тока с по-следовательным,параллельным и смешанным соединением резисторов, экспериментально проверить достоверность закона Ома и законов Кирхгофа.

Приобрести практические навыки сборки электрических цепей, ра-боты сэлектроизмерительными приборами, измерения электрических величин.

Рассчитать сопротивление и мощность приемников.

Основные теоретические положения

Приемники электрической энергии можно соединять между собой после-довательно,параллельно и смешано.

Последовательным называют такое соединение элементов цепи, прикотором условный конец каждого предыдущего элемента соединяют с
условным началом только одного последующего элемента.

Сила тока во всех последовательно соединенных элементах одинакова.

Ток, текущий по последовательно соединенным элементам, создает накаждом из них напряжение:

$U = R I$

(1)

Общее напряжение на всех последовательно соединенных элементахравно сумме напряжений на отдельных элементах:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \ldots + U_N$$

(2)

Эквивалентное сопротивление последовательно соединенных элементов
равно сумме сопротивлений отдельных элементов:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_N$$

(3)

Общее сопротивление N последовательно соединенных одинаковых
элементов в N раз больше сопротивления каждого из них. Следовательно,чтобы увеличить сопротивление цепи, элементы надо соединять последовательно**.**

Мощность всей цепи равна сумме мощностей отдельных участков:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_N \quad (4)$$

Напряжения и мощности распределяются пропорционально сопротивле-ниям:

$$\frac{U_1}{U_N} = \frac{P_1}{P_N} = \frac{R_1}{R_N} \quad (5)$$

Достоинство последовательного соединения – простота, наглядность, а недостатки заключаются в том, что при последовательном соединении требуется согласование номинальных данных приемников электрической энергии, исключается возможность их независимого включения и отключения, а при выходе из строя одного из них отключаютсятакже остальные. Последовательное соединение применяется сравнительно редко.

Последовательно можно включить, в частности, одинаковые приемники, если напряжение источника равно сумме их номинальных напряжений.

Параллельным называется такое соединение, при котором условные на-чала всех элементов соединяются в один узел, а условные концы – в другой.

При параллельном соединении элементов сила тока в неразветвленнойчасти цепи равна сумме сил токов в отдельных элементах:

$I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots + I_N$

(6)

Формула (6) является математическим выражением первого закона Кирхгофа: сумма токов, направленных к узлу электрической цепи, равна сумме токов, направленных от этого узла.

При параллельном соединении все элементы независимо от величины их сопротивления находятся под одинаковым напряжением, равнымнапряжению на зажимах электрической цепи:

$U = U_1 = U_2 = \ldots = U_N$

(7)

Величина обратная сопротивлению – проводимость. Эквивалентная проводимость при параллельном соединении равна сумме проводимостей всех параллельных ветвей:

$g = g1 + g2 + g3 + \ldots + gN$ (8) или

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots + \frac{1}{R_N} \quad (9)$$

При параллельном соединении двух элементов их эквивалентное сопротивление:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

(10)

При параллельном соединении N ветвей с равными сопротивлениями вкаждой ветви, т.е. $R_1 = R_2 = \ldots = R_N$

$$R = \frac{R_N}{N}$$

(11)

Эквивалентное сопротивление N параллельно соединенных одинаковых элементов цепи в N раз меньше сопротивления каждого из них. При парал- лельном соединении любого количества элементов их общее сопротивление всегда будет меньше самого меньшего сопротивления этих элементов. Поэтому для уменьшения сопротивления цепи элементы надо соединять параллельно.

Параллельное соединение имеет следующие преимущества по сравнению споследовательным соединением:

-все приемники независимо от их мощности находятся под одним напряжением,равным напряжению источника электрической энергии;

-отключение одного или нескольких приемников энергии не нарушает режимаработы оставшихся включенных приемников.

Учитывая эти преимущества, параллельное соединение-это основная схе-ма питания потребителей силовых и осветительных установок.

Смешанным, или последовательно-параллельным, называется такое соединение, прикотором в цепи имеются группы параллельно и последова-тельно включенных приемников.

Эквивалентное сопротивление в этом случае равно сумме сопротивлений отдельныхучастков цепи.

3.3 Задание по работе

3.3.1 Собрать электрические цепи с последовательным, параллельным и смешаннымсоединением приемников электрической энергии.

3.3.2 Измерить с помощью многопредельных измерительных приборов непосредственного отсчета (амперметров и вольтметра) токи и напряжения на участкахэлектрической цепи. Данные измерений занести в таблицы.

3.3.3 Опытным путем убедиться в достоверности закона Ома и законов Кирхгофа.

3.3.4 По экспериментальным данным рассчитать сопротивления и мощ-ности всех приемников исследуемой электрической цепи.

3.4 Объект и средства исследования

Объектом исследования служит цепь, содержащая три резистора пере-менного сопротивления и источник питания с регулируемым напряжением.
Все элементы цепи смонтированы на панели лабораторного стенда, представ-ленного на рисунке 1.
Для измерения токов в ветвях и напряжений на элементах используются многопредельные измерительные приборы непосредственного отсчета – три
амперметра и вольтметр.
Напряжение на стенд подается с помощью автоматическоговыключателя QF и тумблера «Сеть».

3.5 Подготовка к выполнению работы

3.5.1 Пользуясь литературными источниками, указанными в списке литературы, и конспектом лекций, изучить из раздела дисциплины «Электротехника» «Электрические цепи постоянного тока» следующие вопросы:
-последовательное параллельное и смешанное соединение резистивных элементов;

-закон Ома и законы Кирхгофа для цепей постоянного тока.

3.5.2 Записать формулы для расчета сопротивления и мощности всехприемников исследуемой электрической цепи.
3.5.3 Начертить электрические схемы и таблицы для записи результатов измерений.
3.5.4 Методические указания по выполнению работы и обработкерезультатов эксперимента

3.6.1 Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием, не-обходимымдля выполнения работы. Занести сведения о приборах в таблицу 1.

3.6.2 Собрать электрическую цепь с последовательным соединением резисторов согласно схеме, представленной на рисунке 2, и представить для проверки преподавателюили лаборанту.

3.6.3 Установить ЛАТРом напряжение, указанное преподавателем, изме-

рить силу тока, напряжение на каждом элементе и общее напряжение, подведенное к цепи. Убедиться, что общее напряжение на зажимах цепи равно сумме напряжений на каждом элементе цепи.

3.6.4 Рассчитать сопротивления и мощности всех приемников, а также эквивалентное сопротивление и мощность всей цепи.

3.6.5 Показания приборов и результаты расчетов занести в таблицу 2.

3.6.6 Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резис-торов согласно схеме, представленной на рисунке 3, и представить для проверки преподавателюили лаборанту.

3.6.7 Установить ЛАТРом напряжение, указанное преподавателем, измерить общийток и ток в каждой ветви, напряжение на каждом элементе и общее напряжение, подведенное к цепи. Убедиться, что для любого узла алгебраическая сумма токов равна нулю.

3.6.8 Рассчитать сопротивления и мощности всех приемников, а также эквивалентное сопротивление и мощность всей цепи.

3.6.9 Показания приборов и результаты расчетов занести в таблицу 3.

3.6.10 Собрать электрическую цепь со смешанным соединением резис-торов согласно схеме, представленной на рисунке 4, и представить для проверки преподавателюили лаборанту.

3.6.11 Установить ЛАТРом напряжение, указанное преподавателем, из-меритьобщий ток и ток в ветвях, напряжение на каждом элементе и общее напряжение, подведенное к цепи.

Убедиться, что:
U = U1 + U23, (12)

I1 = I2 +I3, (13)

R = R1 + R2 R3 R2 □ R3 (14)

3.6.12 Рассчитать сопротивления и мощности всех приемников, а такжеэквивалентное сопротивление и мощность всей цепи.

3.6.13 Показания приборов и результаты расчетов занести в таблицу 4.

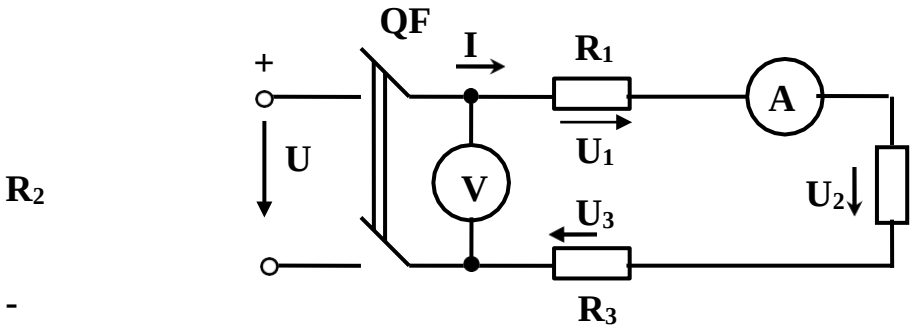
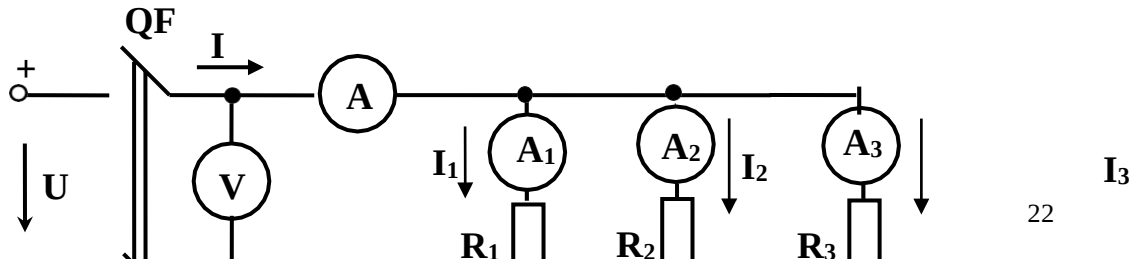


Рисунок 2 - Последовательное соединение резисторов

Таблица 2 - Результаты исследования электрической цепи споследовательным соединением резисторов

Измерение					Вычисление							
U	U_1	U_2	U_3	I	P_1	P_2	P_3	P	R_1	R_2	R_3	R
В	В	В	В	А	Вт	Вт	Вт	Вт	Ом	Ом	Ом	Ом



-

Рисунок 3 - Параллельное соединение резисторов

Таблица 3 - Результаты исследования электрической цепи спараллельным соединением резисторов

Измерение					Вычисление											
U	I	I_1	I_2	I_3	R_1	R_2	R_3	R	g_1	g_2	g_3	g	P_1	P_2	P_3	P
В	А	А	А	А	Ом	Ом	Ом	Ом	См	См	См	См	Вт	Вт	Вт	Вт

QF

I_1

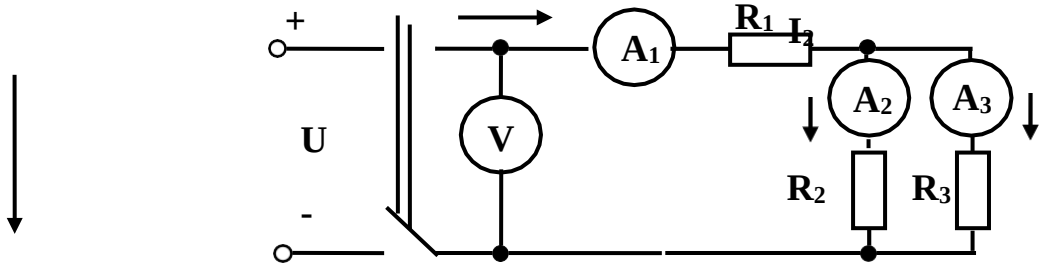


Рисунок 4 – Смешанное соединение резисторов

Таблица 4 - Результаты исследования электрической цепи со смешанным соединением резисторов

Измерение						Вычисление							
U	U_1	U_{23}	I_1	I_2	I_3	R_1	R_2	R_3	R	P_1	P_2	P_3	P
В	В	В	А	А	А	Ом	Ом	Ом	Ом	Вт	Вт	Вт	Вт

3.6 Отчетный материал

3.6.1 Технические параметры электроизмерительных приборов, использо-ванных вработе.

3.6.2 Электрические схемы последовательного, параллельного и смешан-ногосоединения элементов.

3.6.3 Таблицы с экспериментальными данными и расчетами.

3.6.4 Краткие выводы по проделанной работе

3.7 Контрольные вопросы

3.7.1 Какое соединения элементов называется последовательным?

3.7.2 Чему равно эквивалентное сопротивление цепи с последовательновключенными

элементами?

3.7.3 При каких условиях применяется последовательное соединение приемников?

3.7.4 Какое соединения элементов называется параллельным?

3.7.5 Как определить эквивалентное сопротивление и эквивалентную проводимостьдля параллельного соединения элементов?

3.7.6 Почему схема параллельного включения приемников является основной?

3.7.7 Какое соединения элементов называется смешанным?

3.7.8 Как определить эквивалентное сопротивление для смешанного сое-динениязлементов?

3.7.9 Сформулируйте закон Ома для всей цепи, для активного участка цепи, дляпассивного участка цепи и напишите его математическое выражение.

3.7.10 Сформулируйте законы Кирхгофа и напишите их математическое выражение.

Практическая работа№2

Изучение электрического состояния трехфазной цепи при соединении однофазных приемников электроэнергии звездой

Цель работы

Изучить основные свойства симметричной и несимметричной трех-фазных системпри соединении звездой.

Изучить влияние изменения параметров однофазных приемников, соединенных звездой и включенных в четырехпроводную сеть, на ток в ней-тральном проводе.

Изучить влияние изменения параметров однофазных приемников, соединенных звездой на напряжение между зажимами каждого из них при включении их в трехпроводную сеть. Выяснить роль нейтрального провода.

Приобрести практические навыки сборки электрических цепей трехфазного тока, работы с электроизмерительными приборами, измерения линейных и фазных токов и напряжений.

Основные теоретические положения

Совокупность трех однофазных цепей переменного тока, в которых действуют ЭДСодной и той же частоты, сдвинутые по фазе, называется трехфазной системой.
Однофазные цепи, входящие в состав трехфазной системы, называются фазами. При сдвигефаз между ЭДС, напряжениями и токами на 120^0 и равенстве их амплитудных значений трехфазная система называется симметричной.

Трехфазная система переменного тока была изобретена выдающимся русским инженером М.О. Доливо-Добровольским в 1891 г. Им были разра-ботаны трехфазный генератор, трансформатор и асинхронный двигатель. Простое устройство, относительная дешевизна, надежность в эксплуатации и лучшие экономические показатели трехфазных генераторов, трансформато-ров, асинхронных двигателей, линий электропередач трехфазного тока по сравнению с аналогичными устройствами однофазного тока, возможность получения в одной установке двух эксплуатационных напряжений – фазного илинейного – способствовали широкому промышленному внедрению трехфазной системы переменного тока.

Трехфазная цепь состоит из трех основных частей: трехфазного генератора, в котором механическая энергия преобразуется в электрическую с трехфазной системой ЭДС, линии передачи со всем необходимым обору-дованием и приемников энергии, которые могут быть как трехфазными (например, электродвигатели), так и однофазными (например, лампы накаливания).

Трехфазный генератор представляет собой синхронную машину двух типов: турбогенератор или гидрогенератор. На статоре генератора размещается три фазные обмотки (фазы), смещенные в пространстве относительно друг друга на угол 120^0. При равномерном вращении ротора, выполненного в виде электромагнита постоянного тока, в обмотках генератора в соответствии с законом электромагнитной индукции возбуждаютсятри синусоидальные ЭДС, взаимно сдвинутые по фазе на 120^0.

К фазам генератора подключаются приемники электрической энергии. Нагрузка фаз называется симметричной, если к каждой фазе подключены приемники, имеющие равные по величине и одинаковые по характеру сопро-тивления. Симметричной нагрузкой являются трехфазные двигатели, трехфаз-ные трансформаторы, электрические печи, несимметричной – осветительная нагрузка и потребители бытового обслуживания (холодильники, телевизоры).

Источники энергии и приемники энергии трехфазной системы могут быть соединены звездой или треугольником.

При соединении звездой концы всех обмоток генератора соединяются в один общий узел N, называемый нулевой или нейтральной точкой источника. Аналогично соединяется звездой приемник: концы его фаз соединяются в один общий узел n, называемый нулевой или нейтральной точкой приемника. Начала фаз источника с началом фаз приемника соединяются линейными проводами. Такая трехфазная система называется трехпроводной.В некоторых случаях нейтральную точку генератора N и нейтральную точку приемника n соединяют между собой четвертым проводом – нейтральным или нулевым. Такое соединение называется соединение звездой с нулевым проводом и обозначается Y_0, а трехфазная система в этом случае является четырех-проводной.

В трехфазных электрических цепях различают фазные и линейные напряжения и токи. Напряжения между началами отдельных фаз приемника U_{ab}, U_{bc} и U_{ca} называютсялинейными, а между началом и концом фаз U_a, U_b, U_c – фазными.

При соединении фаз трехфазного источника звездой справедливо соотношение:

$$U_Л = \sqrt{3}\, U_Ф \qquad (39)$$

Это же выражение справедливо для напряжения на зажимах приемника, но при условии,что нагрузка симметрична или при наличии нейтрального провода при несимметричной нагрузке.

Токи I_A, I_B, I_C в линейных проводах называют линейными, токи, проте-кающие пофазам, - фазными, а ток I_N в нейтральном проводе называется нейт-ральным.

При соединении звездой линейные токи равны соответствующим фазным токам:

$$I_Л = I_Ф \qquad (40)$$

Ток в нейтральном проводе в соответствии с первым законом Кирхгофа для узла n равен:

$$I_A + I_B + I_C = I_N \qquad (41)$$

При симметричной нагрузке тока в нейтральном проводе не будет ($I_N = 0$), поэтомунейтральный провод не нужен и его не включают.

Несимметричная нагрузка включается в трехфазную сеть звездой с нейтральным проводом. При этом потенциал нейтральной точки приемника равен потенциалу нейтральной точки генератора, следовательно, фазные напряжения приемника равны соответствующим фазным напряжениям генератора. Изменение фазной нагрузки одной фазы вызывает изменение тока в данной фазе, который влияет на ток только в нейтральномпроводе и не влияет на ток в других фазах.

Несимметричную нагрузку нельзя подключать в трехфазную сеть без нейтрального провода. В случае обрыва нейтрального провода ($Y_N = 0$) при несимметричной нагрузке между нейтральной точкой источника и приемника возникает напряжение U_N и происходит перераспределение напряжений по фазам приемника. На фазах, имеющих большее сопротивление, напряжение будет больше номинального фазного напряжения, приемники перегреются и даже могут сгореть. На фазах, имеющих меньшее сопротивление, напряжение будет меньше номинального, и приемники получат меньшую мощность.
Следовательно, нейтральный провод обеспечивает симметрию фазных напряжений приемника при несимметричной нагрузке. Плавкий предохра-нитель в нейтральный провод не ставят: при перегорании предохранителя на фазах нагрузки могут возникнутьзначительные перенапряжения, в нейтральный провод также не вводят выключатель.

Соединение приемников энергии звездой применяют в тех случаях, когда их номинальное напряжение меньше линейного напряжения источника в $\sqrt{3}$ раз.

Задание по работе

Исследовать четырехпроводную трехфазную электрическую цепь при соединении приемников электроэнергии звездой и установить соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями при симметричном и несимметричном режимах работы.

Исследовать трехпроводную трехфазную электрическую цепь при соединении приемников электроэнергии звездой и установить соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями при симметричном и несимметричном режимах работы.

Для исследуемых цепей построить векторные диаграммы токов и напряжений присимметричном и несимметричном режимах работы.

Объект и средства исследования

Исследуемую трехфазную цепь собирают из трех однофазных прием- ников – регулируемых резисторов r_a, r_b, r_c, соединяемых звездой и включаемых в четырехпроводную или трехпроводную трехфазную цепь. Все элементы цепи смонтированы на панели лабораторного стенда, представленного на рисунке 1.
Напряжение на стенд подается через автоматический выключатель QF.
Для измерения токов и напряжений на рабочем столе размещены многопредельные измерительные приборы непосредственного отсчета: четыреамперметра и вольтметр.

5.5 Подготовка к выполнению работы

5.5.1 Пользуясь литературными источниками, указанными в списке лите-ратуры, и конспектом лекций, изучить раздел дисциплины «Электротехника» «Трехфазные цепи».
5.5.2 Начертить электрическую схему для исследования трехфазной цепи при соединении приемников звездой и таблицу для записи результатов измерений.
5.5.3 Записать выражение для определения активной мощности трехфазной цепи.

5.6 Методические указания по выполнению работы и обработке результатов эксперимента

5.6.1 Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием, используемыми при выполнении работы.

5.6.2 Собрать электрическую цепь включения приемников звездой в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 6, и представить для проверки преподавателю или лаборанту.

5.6.3 Симметричный режим работы установить по показаниям ампер- метров (фазные токи должны быть равны).
5.6.4 Измерить линейные и фазные напряжения приемников, фазные (линейные) токи при всех режимах работы цепи, результаты измерений записать в таблицу 6. В четырехпроводной цепи - измерить ток в нейтральном проводе, в трехпроводной – напряжение между нейтральными точками.
5.6.5 Рассчитать мощность отдельных фаз $P_Ф$ и общую мощность трехфазной цепи P.
5.6.6 По результатам измерений в масштабе построить векторные диаграммы токов и напряжений при симметричном и несимметричном

режимах работы цепи.

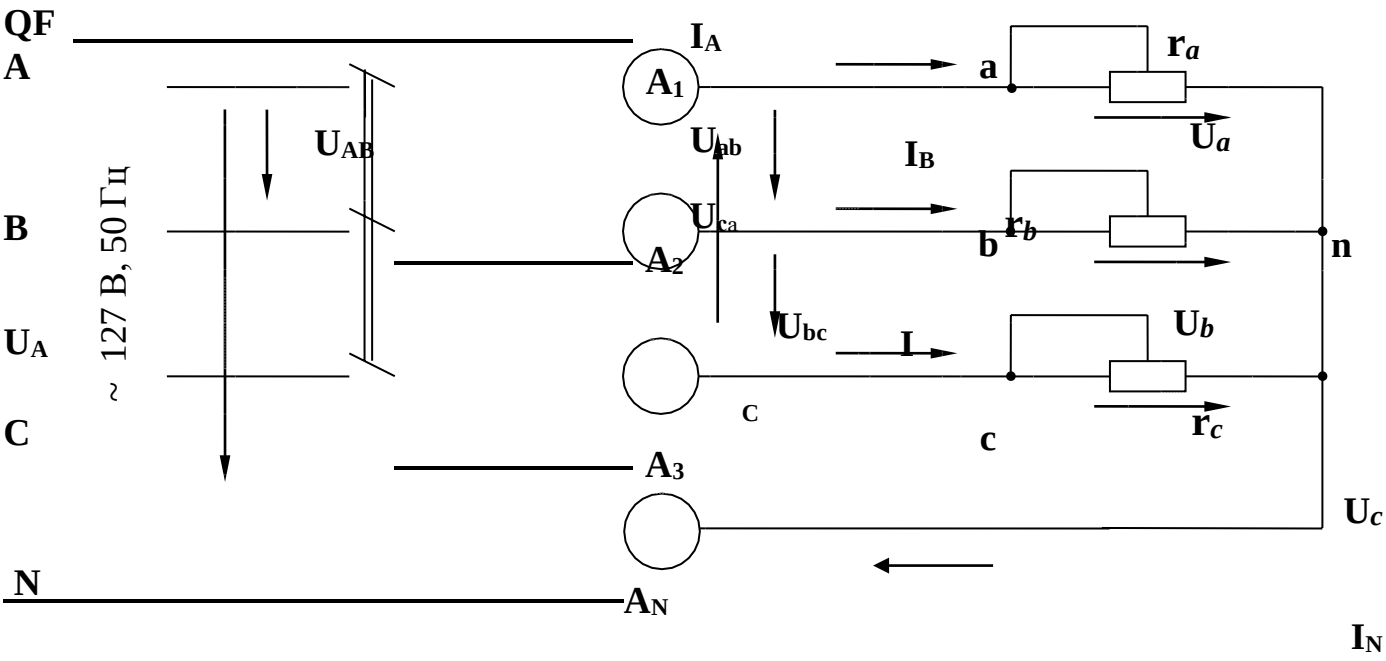


Рисунок 6 – Схема соединения однофазных приемников звездой

Таблица 6 – Результаты исследований при соединении однофазныхприемников электроэнергии звездой

Режим работы цепи	Измерения											Вычисления			
	I_A	I_B	I_C	I_N	U_a	U_b	U_c	U_{ab}	U_{bc}	U_{ca}	U_N	P_a	P_b	P_c	P
	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	Вт	Вт	Вт	Вт
	Соединение приемников звездой с нейтральным проводом														
Симмет-ричный															
Обрыв фазы															
Несим-метрич-ный															
	Соединение приемников звездой без нейтрального провода														
Симмет-ричный															
Обрыв фазы															
Несим-метрич-ный															

Отчетный материал

Технические параметры электроизмерительных приборов и обору-дования, использованных в работе.

Схема трехфазной цепи при соединении приемников звездой.

Таблицы с экспериментальными данными и расчетами.

Векторные диаграммы токов и напряжений при симметричном и несимметричном режимах работы цепи.
Краткие выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы
Дайте определение трехфазной системе синусоидального тока.
Поясните преимущества трехфазной системы синусоидального тока в сравнении соднофазной системой.
Укажите способы соединения приемников электроэнергии в трех-фазной системе.Какие напряжения и токи называются линейными и фазными?
Какая нагрузка называется симметричной?
Каково соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами присоединении приемников электроэнергии звездой?
Когда в трехфазной цепи применяют нейтральный провод?
Почему при симметричной нагрузке нейтральный провод не нужен?
К чему приведет отключение нейтрального провода при несим-метричной нагрузке? Какова роль нейтрального провода? Почему в него не включают разъединители, предохранители.

Практичекая работ №3

Однофазный трансформатор

Цель работы

Изучить устройство и принцип действия однофазного трансформа-тора.
Научиться экспериментально определять коэффициент трансформа-ции и КПД трансформатора при различной нагрузке, аварийный ток короткого замыкания.

Научиться измерять потери в стали при выполнении опыта холостого ходатрансформатора и потери в меди при выполнении опыта короткого замыкания трансформатора.

Основные теоретические положения

Трансформатором называется статический электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования посредством электромагнитной индукции энергии переменного тока одного напряжения в энергию переменного тока другого напряжения при неизменной частоте тока.

Трансформатор состоит из двух или большего числа взаимно неподвижных и электрически не связанных между собой обмоток, располагаемых на ферромагнитном сердечнике. Обмотки имеют между собой магнитную связь, осуществляемую магнитным полем. Ферромагнитный сердечник предназначен для усиления магнитной связи между обмотками. Сердечник изготавливается из листов электротехнической стали толщиной 0,35 или 0,5 мм. Иногда в трансформаторах сердечник может отсутствовать. Такие трансформаторы называются воздушными. Они применяются в специальных случаях при преобразовании переменных токов высокой частоты.

Обмотка трансформатора, подключенная к источнику электрической энергии,называется первичной, а обмотка, с которой снимается напряжение и подводится к потребителю электрической энергии – вторичной. Обмотки трансформатора рассчитываются для подключения к сетям с разными напряжениями. Обмотка, предназначенная для присоединения к сети с более высоким напряжением, называется обмоткой высшего напряжения (ВН), а подсоединяемая к сети с меньшим напряжением – обмоткой низшего напряжения (НН).

Опыты холостого хода и короткого замыкания характеризуют работу силового трансформатора в предельных режимах нагрузки: при отсутствии нагрузки (I_2=0) и при

номинальном токе вторичной обмотки (**$I_2=I_{2н}$**). На основании этих опытов определяются исходные данные для расчета основных эксплуатационных характеристик трансформатора, параметры Г-образной схемы замещения.

Опыт холостого хода проводится при подведении к первичной обмотке номинального напряжения, а цепь вторичной обмотки разомкнута ($I_2 = 0$). Опыт холостого хода проводят для экспериментального определения потерь холостого хода
– P_0, тока холостого хода – I_{10}, коэффициента трансформации -k, а также параметров намагничивающего контура схемы замещения.

Первичное напряжение создает в первичной обмотке ток холостого хода I_{10}. У трансформаторов ток холостого хода $i_0\% = \frac{I_{10}}{I_{1н}} \times 100\%$ составляет 1-10% от первичного номинального тока при полной загрузке трансформатора. Большие значения тока холостого хода относятся к трансформаторам небольшой мощности.

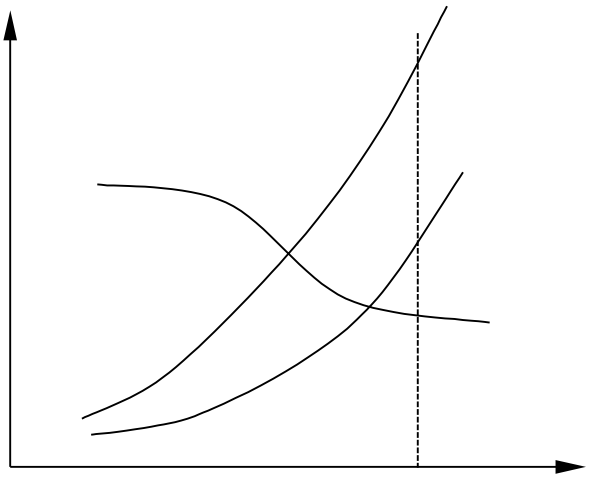
При холостом ходе трансформатор потребляет из сети активную мощность P_0, которая идет на покрытие потерь в нем. Основные потери в трансформаторе имеют две составляющие электрические потери в обмотках **$P_{меди}$** и магнитные потери в сердечнике **$P_{стали}$.** Ток холостого хода мал, величина, определяющая потери в меди первичной обмотки $I^2_{10}R$, ничтожно мала, потери в меди вторичной обмотки отсутствуют, так как ток в ней I_2 равен нулю. Поэтому электрические потери в обмотках трансформатора при холостом ходе можно принять равными нулю **$P_{меди}$**=0. При холостом ходе в трансформаторе имеются только магнитные потери в магнитопроводе.

В современных трансформаторах потери холостого хода составляют от 0,1 до 2% их номинальной мощности.

Магнитные потери в трансформаторе не зависят от его нагрузки. Потери в стали (в сердечнике) при f=const пропорциональны B^2, а так как $B \equiv \Phi \equiv U_1$, то $P_0 \equiv U^2_1$. При холостом ходе, из-за малого значения тока холостого хода, падение напряжения в первичной обмотке весьма мало. Поэтому, пренебрегая малой величиной падения напряжения, можно принять, что приложенное напряжение уравновешивается электродвижущей силой $(U_1 \approx E_1)$. Напряжение вторичной обмотки при холостом ходе $U_2=E_2$. Коэффициент трансформации с учетом указанных допущений можно определить по нижеследующей формуле:

$$k = E_1 / E_2 = W_1 / W_2 = U_{10} / U_{20} \qquad (42)$$

Основным для трансформатора является опыт холостого хода при номинальном первичном напряжении $U_{1н}$. Однако в ряде случаев важно знать, как изменится режим трансформатора при изменении первичного напряжения. Зависимости $I_{10}=f(U_1)$, $P_0=f(U_1)$,



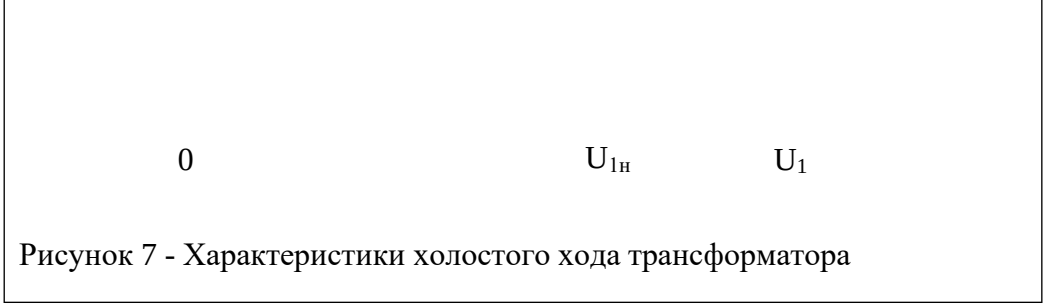


Рисунок 7 - Характеристики холостого хода трансформатора

$\cos\varphi_0 = f(U_1)$ называются характеристиками холостого хода трансформатора.

По рисунку 7 видно, что при повышении напряжения U_1, пока сердечник не насыщен, сила тока I_{10} будет возрастать пропорционально напряжению. Затем начинает сказываться насыщение сердечника и примерно при $U_1 > 0{,}8U_{1н}$ происходит более резкое изменение намагничивающего тока. Потери в стали пропорциональны U^2 и зависимость мощности потерь в стали от напряжения U_1 изображается параболической кривой. С увеличением напряжения U_1 коэф-фициент мощности уменьшается, так как ток I_{10} растет быстрее U_1. Потери P_0 и ток I_{10} являются важными характеристиками трансформатора. Снижение значений этих величин уменьшает потери энергии и потребление реактивного тока. Это достигается путем применения электротехнической стали с улучшенными магнитными свойствами.

Опыт холостого хода – это один из двух обязательных контрольных опытов при заводском испытании готового трансформатора, он используется как элемент технического контроля. По величине тока и мощности потерь можно судить о качестве материала, использованного для сердечника, о правильности выбора сечения сердечника и числа витков первичной обмотки.

Коротким замыканием называется режим работы трансформатора, при котором первичная обмотка подсоединена к сети, а выводы вторичной обмотки замкнуты накоротко или на очень малое сопротивление. Следует различать короткое замыкание в эксплуатационных условиях и опыт короткого замыкания.

Короткое замыкание при номинальном первичном напряжении является аварийным режимом, при котором токи в обмотках достигнут величин, превышающих номинальные в 10-15 раз. Такие токи опасны для трансформатора, так как внутри трансформатора выделяется большое количество тепла, что может вызвать его разрушение.

Опыт короткого замыкания имеет важное практическое значение, так как из него определяются потери мощности в обмотках, напряжение короткого замыкания, параметры схемы замещения.

При проведении опыта короткого замыкания напряжение U_1 на первич-ной обмотке трансформатора плавно повышается от нуля до тех пор, пока токи I_1 и I_2 обмоток трансформатора станут равными номинальным токам.

Напряжение короткого замыкания составляет 5-10% у трансформаторов высокого напряжения и 3-5% у трансформаторов низкого напряжения от номинального напряжения первичной обмотки. Эта величина является важнейшей характеристикой силовых трансформаторов. Напряжение короткого замыкания обычно приводится в процентах:

$$u_к = \frac{U_{1K}}{U_{1H}} 100 \qquad (43)$$

На основании величины напряжения короткого замыкания определяются изменения вторичного напряжения трансформатора при нагрузке. Согласно принятым стандартам напряжение короткого замыкания должно быть указано на щитке трансформатора.

Мощность, потребляемая трансформатором при опыте короткого замыкания, идет на покрытие электрических потерь в проводниках обмоток, так как потери в сердечнике, как было отмечено выше, будут незначительными. Практическое значение потери короткого замыкания имеют при номинальных токах в обмотках. В силовых трансформаторах потери короткого замыкания составляют 0,4-4% номинальной мощности.

Опыт короткого замыкания может служить контрольным опытом для определения коэффициента трансформации. Величину напряжения короткого замыкания $u_к$ используют при расчете тока короткого замыкания трансформатора в условиях эксплуатации. В этих условиях короткое замыкание является аварийным режимом, который возникает в результате электрического пробоя изоляции, неправильных соединений в цепи вторичной обмотки. При внезапном коротком замыкании во вторичной цепи токи I_2 и I_1 резко возрастают. Сила взаимодействия между двумя витками, которые обтекаются общим током, пропорциональна квадрату этого тока. При коротком замыкании, токи возрастают в

десятки раз, механические силы в обмотках при этом увеличиваются в тысячу раз и более. Возможны также случаи, когда вследствие повреждения межвитковой изоляции накоротко замыкается один или несколько витков обмотки. Подобные замыкания особенно опасны,так как ток в этих витках почти во столько раз больше тока при коротком замыкании на зажимах вторичной обмотки, во сколько раз полное число витков W_1 первичной обмотки больше числа поврежденных витков. В результате интенсивного нагрева медькороткозамкнутых витков начинает плавиться, а изоляция обугливается.
Рабочим режимом трансформатора называется работа трансформатора призамкнутой вторичной обмотке на нагрузку.
КПД трансформатора, как и всякой другой машины, определяется отно-шением полезной мощности ко всей подведенной мощности. Он зависит от величины и характера нагрузки. Максимальный КПД трансформатора достигается при равенстве потерь в обмотках и в сердечнике трансформатора. У современных силовых трансформаторов

$P_0 \; P_к \models 0{,}15 - 0{,}5$, что дает $\beta_{max} = 0{,}4 - 0{,}7$, при нагрузке S = (0,5 – 0,7) $S_Н$. При такой

средней нагрузке обычно работают силовые трансформаторы.

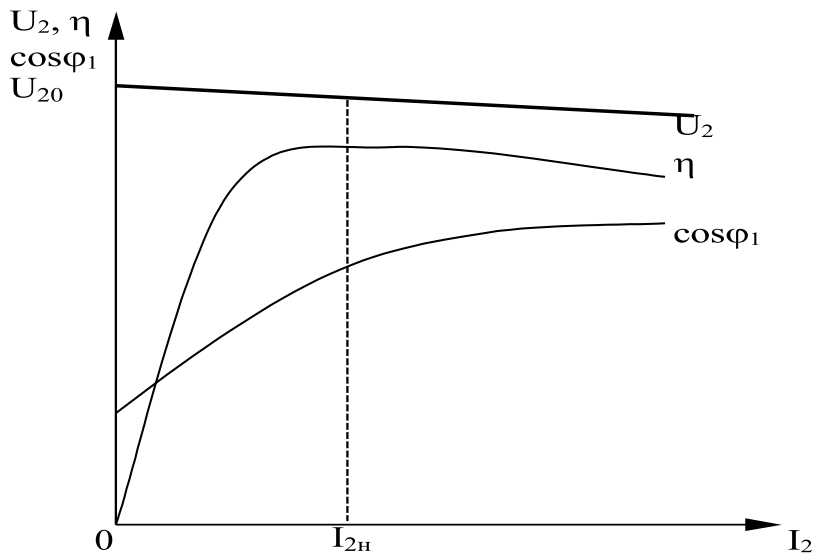


Рисунок 8 - Внешняя характеристика и рабочие характеристики трансформатора

На рисунке 8 представлена внешняя характеристика трансформатора $U_2=f(I_2)$ и егорабочие характеристики $\eta=f(I_2)$ и $\cos\varphi_1 = f(I_2)$.

Задание по работе

Изучить устройство и ознакомиться с паспортными данными однофазного трансформатора.

Провести опыт холостого хода исследуемого трансформатора. Провести опыт короткого замыкания

исследуемого трансформатора.

Осуществить режим нагрузки исследуемого трансформатора, вклю-чив в еговторичную цепь переменное активное сопротивление.

На основании полученных экспериментальных данных произвести определениеосновных параметров трансформатора.

Построить внешнюю характеристику и рабочие характеристики трансформатора.

Составить краткие выводы по работе.

6.4 Объект и средства исследования

Исследуемый трансформатор имеет следующие номинальные данные: номинальная мощность $S_н$=20 ВА, напряжение первичной обмотки $U_{1н}$=220 В, напряжение вторичной обмотки $U_{2н}$ =48 В, потери мощности в стали P_0=2,5 Вт, потери мощности в меди $P_к$=1,5 Вт. Процентное значение тока холостого хода i_0=20%, процентное значение напряжения короткого замыкания $u_к$=5,5%.

Исследование однофазного трансформатора проводится на лабораторном стенде, приведенном на рисунке 1. Питание стенда осуществляется от сети переменного тока через регулирующий автотрансформатор ЛАТР. Ток измеряется амперметром, напряжение - вольтметром, потери мощности -ваттметром.

Подготовка к выполнению работы

Пользуясь литературными источниками, указанными в списке лите-ратуры иконспектом лекций изучить раздел дисциплины «Электротехника» «Трансформаторы».

По паспортным данным рассчитать номинальные токи трансфор-матора.

Начертить электрические схемы включения трансформатора для проведения опытовхолостого хода, короткого замыкания, работы трансфор-матора под нагрузкой.

Записать необходимые расчетные формулы. Начертить таблицы для занесения результатов опытов.

6.6 Методические указания по выполнению работы и обработке результатов эксперимента

6.6.1 Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием стенда, используемыми при выполнении лабораторной работы.

6.6.2 В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 9, собрать электрическую цепь для проведения опыта холостого хода трансформатора и показать ее для проверки преподавателю или лаборанту.

6.6.3 После проверки подключить собранную цепь в сеть и, лабораторным автотрансформатором плавно подать на первичную обмотку номинальное напряжение $U_{1н}$, произвести измерения и записать показания приборов в таблицу 7.

6.6.4 По результатам измерений, проведенных в опыте холостого хода трансформатора, вычислить: коэффициент трансформации k, коэффициент мощности холостого хода $\cos\varphi_0$, параметры намагничивающего контура, процентное значение тока

холостого хода i_0 по нижеследующим формулам:

$$k = \frac{U_{10}}{U_{20}}, \quad (44)$$

$$\cos\varphi_0 \quad \bar{U}\,\frac{P_0}{I}, \quad (45)$$

$$r = \frac{P_0}{I}, \quad (46)$$

$$Z_0 = \frac{U_{10}}{I_{10}}, \quad (47)$$

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2} \quad (48)$$

6.6.5 В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 10, собрать электрическую цепь для проведения опыта короткого замыкания трансформатора и показать ее для проверки преподавателю или лаборанту.

6.6.6 После проверки подключить собранную цепь в сеть. Опыт короткого замыкания

трансформатора провести при пониженном напряжении на первичной обмотке

трансформатора, при котором ток в первичной обмотке $I_{1к}=I_{1н}$, а во вторичной $I_{2к}=I_{2н}$. Напряжение, подводимое к первичной обмотке, должно устанавливаться с нулевого значения.

6.6.7 Лабораторным автотрансформатором плавно подать на первичную обмоткутакое напряжение $U_к$, при котором токи в обмотках достигнут номинальных значений,определяемых по паспортным данным. Произвести измерения, результаты измерений записать в таблицу 8.

6.6.8 По результатам измерений опыта короткого замыкания вычислить: сопротивления короткого замыкания, коэффициент мощности $\cos\varphi_{1к}$, активные сопротивления обмоток r_1, r_2, реактивные сопротивления обмоток X_1, X_2, аварийный ток короткого замыкания $I_{1к}$, процентное значение напряжения короткого замыкания $u_к$ по нижеследующим формулам:

$$r_K = r_1 + r_2 = \frac{P_K}{I_{1H}^2}, \quad (49)$$

$$Z_{1н} = \frac{U_к}{I_к}, \quad (50)$$

$$X_к = X_1 + X_2 = \sqrt{Z_K^2 - r_K^2} \quad (51)$$

$$\cos\varphi_{1к} = \frac{P_к}{U_{1н} I_{1к}}, \quad (52)$$

$$r_1 = r_2 = \frac{r_K}{2}, \quad (53)$$

$$r_2 = \frac{r_2}{k^2}, \quad (54)$$

$$X_1 = X_2 = \frac{X_K}{2}, \quad (55)$$

$$X_2 = \frac{X_2}{k^2}, \quad (56)$$

$$I_{1к} = \frac{U_{1н}}{Z_к} = \frac{100\%}{u_к\%} \times I_{1н}, \quad (57)$$

6.6.9 В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 11, собрать электрическую цепь для проведения опыта нагрузки исследуемого трансформатора. В качестве нагрузки к зажимам вторичной обмотки подключить реостат ($\cos\varphi_2 = 1$). Показать собранную цепь для проверки преподавателю или лаборанту.

6.6.10 После проверки подключить собранную электрическую цепь в сеть и установить лабораторным автотрансформатором на первичной обмотке трансформатораноминальное напряжение $U_{1н}$. Изменяя сопротивление реостата, произвести измерения: тока в первичной обмотке I_1, напряжения на вторичной обмотке U_2 и потребляемой мощности P_1 при различных токах нагрузки I_2. При проведении опыта напряжение на зажимах первичной обмотки трансформатора поддерживать неизменным. Результаты измерений записать в таблицу 9.

6.6.11 По результатам измерений опыта нагрузки определить: коэффициент мощности $\cos\varphi_1$, коэффициент нагрузки трансформатора β, активную мощность потребителя электроэнергии P_2, коэффициент изменения напряжения на вторичной обмотке

γ, коэффициент полезного действия η по нижеследующим формулам:

$$\cos\varphi_1 = \frac{P_1}{U_1 I_1}, \qquad (58)$$

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2н}}, \quad (59)$$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos\varphi_2, \quad (60)$$

$$\gamma = \frac{U_2}{U_{2н}}, \quad (61)$$

$$\eta = \frac{\beta\gamma S_{2н}\cos\varphi_2}{\beta\gamma S_{2н}\cos\varphi_2 + \gamma^2 P_0 + \beta^2 P_к}. \quad (62)$$

6.6.12 По расчетным и измеренным данным испытаний построить внешнюю характеристику $U_2=f(I_2)$ и рабочие характеристики трансформатора: $\eta=f(I_2)$ и $\cos\varphi_1 = f(I_2)$.

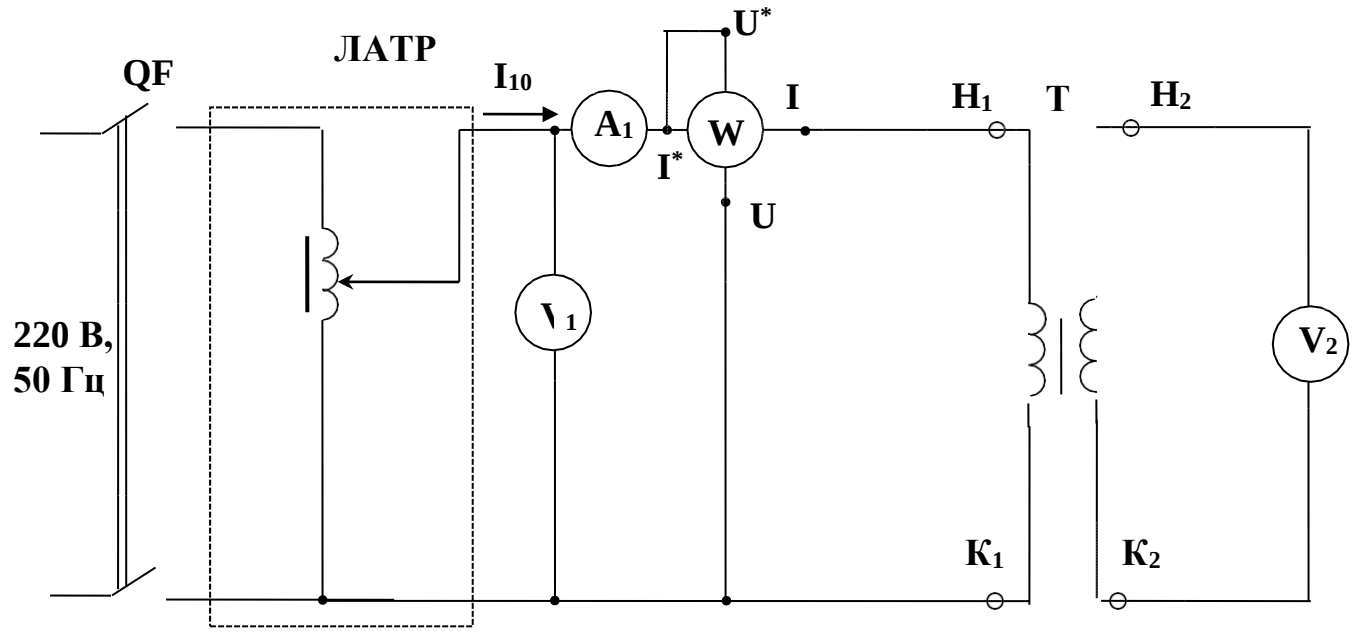


Рисунок 9 – Электрическая схема для проведения опыта холостого ходаисследуемого трансформатора

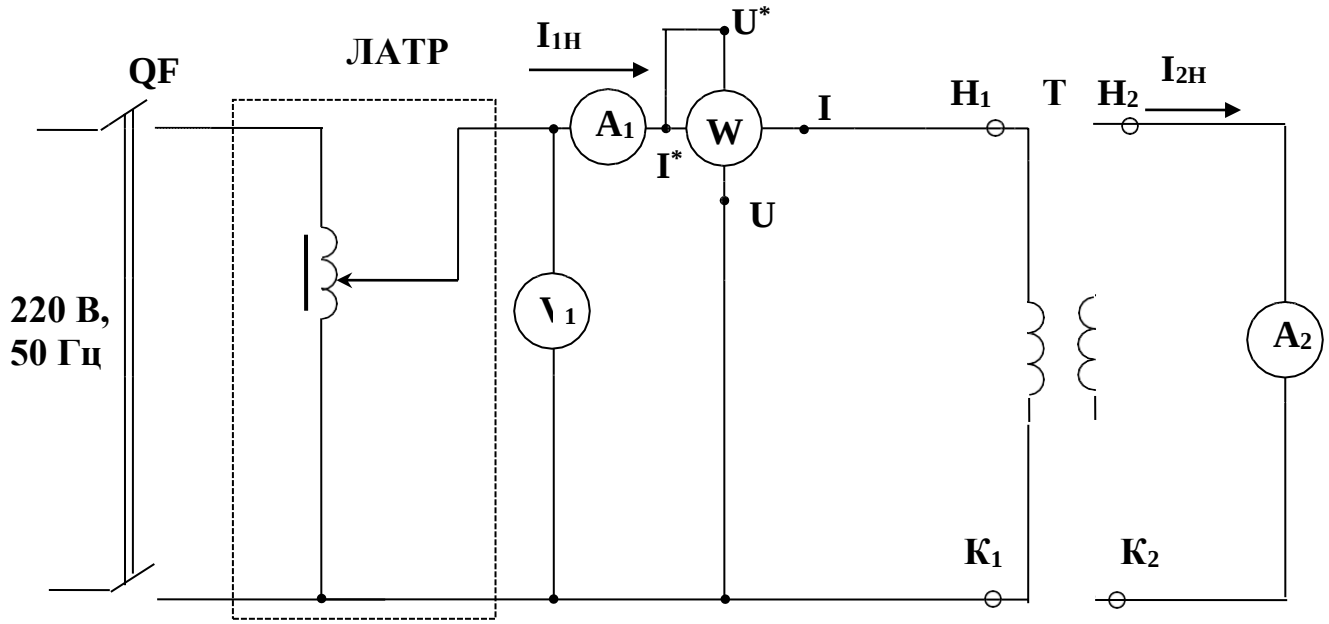


Рисунок 10 – Электрическая схема для проведения опыта короткого

замыкания исследуемого трансформатора

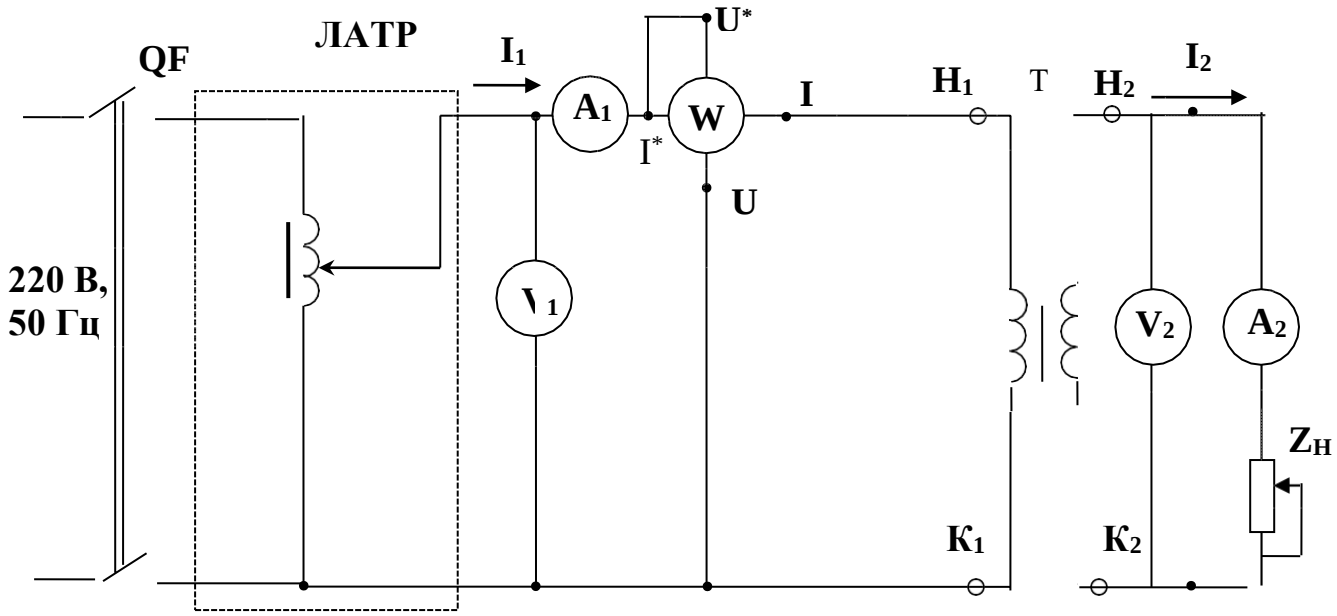


Рисунок 11 – Электрическая схема для проведения опыта нагрузкиисследуемого трансформатора
Таблица 7 – Результаты измерений опыта холостого хода трансформатора

Измерения				**Вычисления**					
U_{10}	**U_{20}**	**P_0**	**I_{10}**	**k**	**r_0**	**Z_0**	**X_0**	**$\cos\varphi_0$**	**I_0**
В	**В**	**Вт**	**А**	**-**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**-**	**%**

Таблица 8 **–** Результаты измерений опыта короткого замыканиятрансформатора

Измерения				**Вычисления**									
$U_{1к}$	**$I_{1н}$**	**$I_{2н}$**	**$P_К$**	**$r_к$**	**$Z_к$**	**$X_к$**	**r_1**	**X_1**	**r_2**	**X_2**	**$\cos\varphi_{1к}$**	**$u_к$**	**$I_{1к}$**
В	**А**	**А**	**Вт**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**-**	**%**	**А**

Таблица 9 **–** Результаты измерений опыта работы трансформатора поднагрузкой

Номер измерений	**Измерения**					**Вычисления**				
	U_1	**U_2**	**P_1**	**I_1**	**I_2**	**β**	**γ**	**η**	**$\cos\varphi_1$**	**P_2**
	В	**В**	**Вт**	**А**	**А**					**Вт**

Отчетный материал

Электрические схемы для проведения опытов.Формулы для расчетов.
Таблицы с результатами измерений и вычислений. Характеристики трансформатора, построенные в масштабе.Краткие выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

Поясните назначение трансформатора.
Укажите основные конструктивные узлы трансформатора и объясните принцип егодействия.
Как и с какой целью проводится опыт холостого хода трансформатора?
Что называется коэффициентом трансформации трансформатора и как его практически определить?
Почему при опыте холостого хода можно пренебречь потерями мощности вобмотках трансформатора?
Почему потери мощности в магнитопроводе трансформатора не зависят от токанагрузки?
Как и с какой целью проводится опыт короткого замыкания трансформатора?Что такое напряжение короткого замыкания?
Почему при опыте короткого замыкания можно пренебречь потерями мощности в магнитопроводе трансформатора?
Как экспериментально определить ток аварийного короткого замыкания?Что называется рабочим режимом трансформатора?
Как экспериментально определяется КПД трансформатора?Что показывает коэффициент нагрузки трансформатора?

Практическая работа № 3

Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока

Цель работы – изучение экспериментальных и графических методов анализа электрических цепей с нелинейными элементами.

Программа работы

1. Выполнить задание на подготовку к лабораторной работе.
2. Исследовать нелинейную электрическую цепь по вольт-амперным характеристикам ее элементов.

Описание лабораторной установки

В работе исследуется электрическая цепь, содержащая линейный резистор R_1, две электрические лампы накаливания Н1 и Н2 и полупроводниковый стабилитрон *VD*1 (рис.1). Для снятия вольт-амперных характеристик (ВАХ) используется регулируемый источник ЭДС, миллиамперметр *PA*1 и вольтметр *PV*1. С помощью ключа *S*1 изменяется конфигурация схемы.

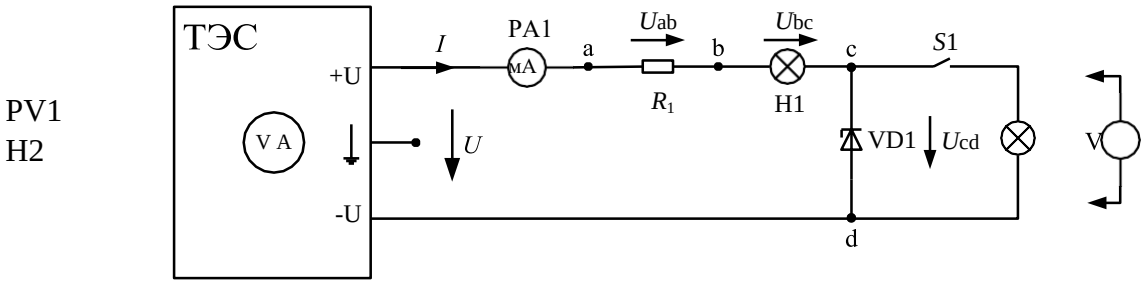


Рис.1

Задание на подготовку к лабораторной работе

1. Изучить раздел курса электротехники, в котором рассматриваютсянелинейные электрические цепи постоянного тока.

2. Подготовить бланк протокола, соответствующий программе выполнения лабораторной работы.

3. Привести пример нелинейной ВАХ и рассчитать для произвольнойточки статическое и динамическое (дифференциальное) сопротивление.

4. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Порядок выполнения экспериментальной части

1. Ознакомиться с оборудованием и измерительными приборами, необходимыми для проведения эксперимента.

2. Собрать электрическую цепь, соответствующую схеме замещения (рис.1) и показать её преподавателю.

3. Снять ВАХ резистора R_1, лампы накаливания H1 и стабилитрона *VD*1. Для этого разомкнуть ключ *S*1 . Изменяя напряжение источника *U,* измерить соответствующие значения тока *I* с помощью миллиамперметра *PA*1 и соответствующие значения напряжений U_{ab}, U_{bc} и U_{cd} с помощью вольтметра *PV*1. Измеренные значения занести в таблицу1. В диапазоне токов от нуля и до50 мА измерения вести с шагом 10 мА, далее - с шагом 50 мА.

4. Снять эквивалентную ВАХ всей цепи. Для этого замкнуть ключ *S*1 и изменяя напряжение источника *U,* измерить соответствующие значения тока *I*с помощью миллиамперметра *PA*1. Напряжение *U* контролировать по цифровому вольтметру источника. Измеренные значения занести в таблицу 2.

5. Используя экспериментальные данные, построить ВАХ исследуемых элементов и графически найти эквивалентную ВАХ всей цепи при замкнутом ключе *S*1. На этом же графике построить экспериментальную эквивалентную ВАХ цепи и оценить точность эксперимента.

6. Выбрать точку примерно в середине участка стабилизации ВАХ стабилитрона *VD*1 и рассчитать соответствующие статическое и динамическоесопротивления.

7. По результатам физического эксперимента сделать выводы.

Таблица 1

I	U_{ab}	U_{bc}	U_{cd}
мА	В	В	В
10			
20			
30			
40			
50			
100			
150			
200			
250			
300			
350			

Таблица 2

I	U
мА	В
10	
20	
30	
40	
50	
100	
150	
200	
250	
300	
350	

Контрольные вопросы

1. Дайте определение вольт-амперной характеристики резистора.
2. Чем отличаются ВАХ линейных и нелинейных элементов электрических цепей ?
3. Дайте определение статического и динамического (дифференциального) сопротивлений.
4. Дайте классификацию нелинейных элементов по виду ВАХ.
5. Покажите порядок графического расчёта неразветвлённой нелинейнойцепи постоянного тока.
6. Покажите порядок графического расчёта разветвлённой нелинейнойцепи постоянного тока.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15

Выпрямители

Цель работы – изучение устройства и принципа действия однофазного двухполупериодного выпрямителя и исследование его работы при различных нагрузках.

Программа работы:

Изучить разделы курса, в которых рассматриваются полупроводниковыеуправляемые выпрямители.

Выполнить контрольное задание.

Экспериментально снять заданные характеристики выпрямителя.Оформить протокол отчёта и ответить на контрольные вопросы.

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит: из автоматического выключателя *QF*1,управляемого выпрямителя *UD*1, амперметра *PA*1, вольтметра *PV*1, цифрового вольтметра *PV*2, нагрузки выпрямителя в виде двух реостатов $R_н$ или реостата $R_н$ и катушки *LR*, ключа *SA*1 для подключения нагрузки к управляемому выпрямителю и осциллографа.

На рис.1 приведена принципиальная электрическая схема лабораторной установки. В качестве управляемого выпрямителя *UD*1 используется мостовая схема, состоящая из двух диодов *VD*1, *VD*2 и двух тиристоров *VS*1, *VS*2.

Управляемые выпрямители используются не только для преобразованияпеременного тока в постоянный, но и для управления мощностью постоянного

тока в нагрузке. Во время положительной полуволны напряжения от источника питания U_{CA} тиристор *VS*2 и диод *VD*2 закрыты, причём

длительность их закрытого состояния определяется фазой запускающихимпульсов, подаваемых на управляющий электрод *VS*2 от СИФУ. В течение отрицательной полуволны под действием импульса тока управления будетоткрыт тиристор *VS*1 и, следовательно, диод *VD*1. Мощность постоянного тока в нагрузке определяется углом регулирования (α).

Угол α, отсчитываемый от начала полуволны напряжения до момента

включения тиристора, называется углом запаздывания включения или угломрегулирования.

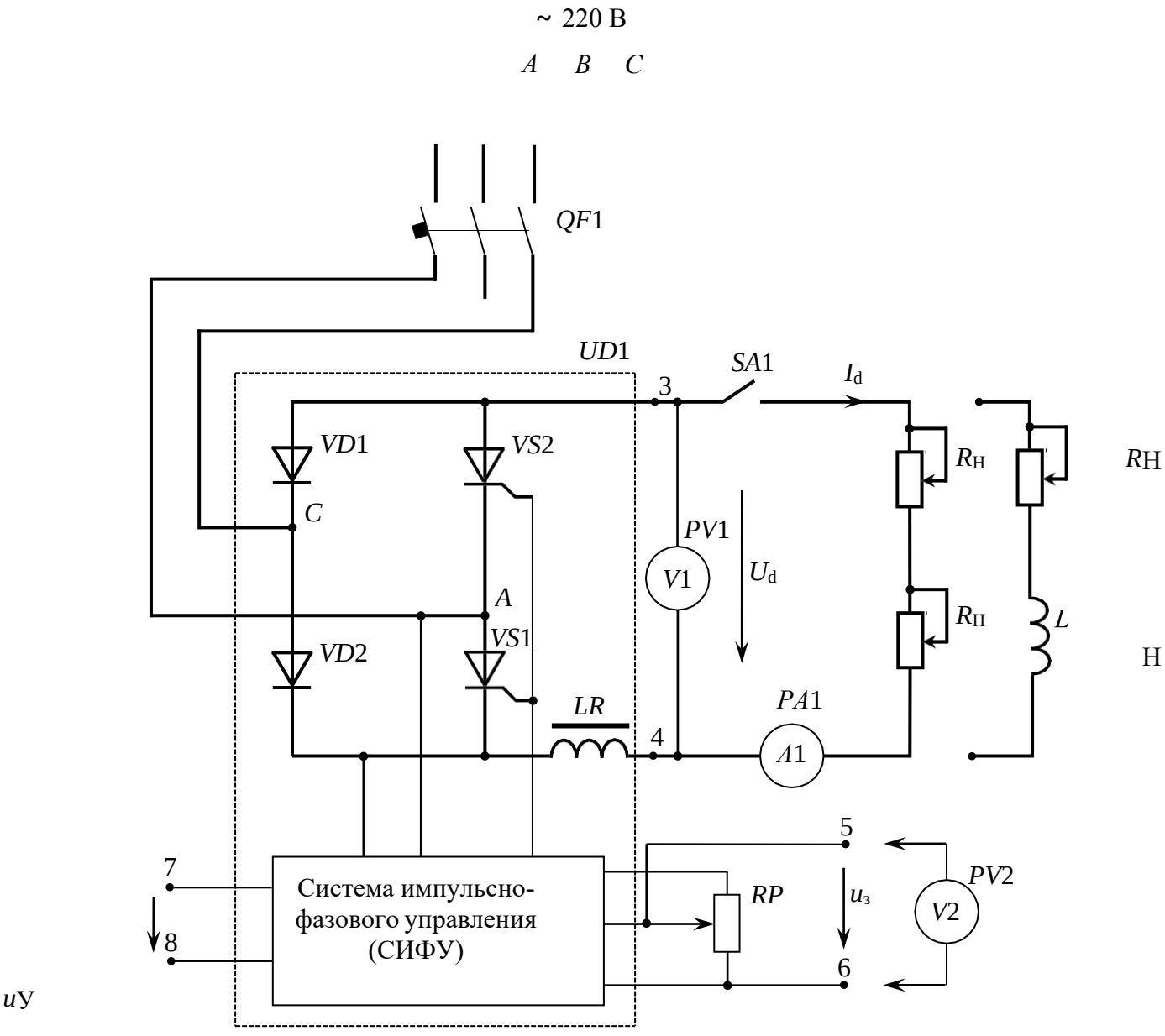


Рис. 1

Таким образом, изменяя угол регулирования α от 0 до π можно управлять средней величиной выпрямленного напряжения U_d на нагрузке от максимального значения до нуля. Средняя величина выпрямленного напряжения

$$U_d = \frac{U_m}{\pi}(1+\cos\alpha),$$

где U_m - амплитуда синусоидального напряжения.

Временные диаграммы напряжений и токов, поясняющие работу схемыуправляемого выпрямителя с активной нагрузкой, показаны на рис.2.

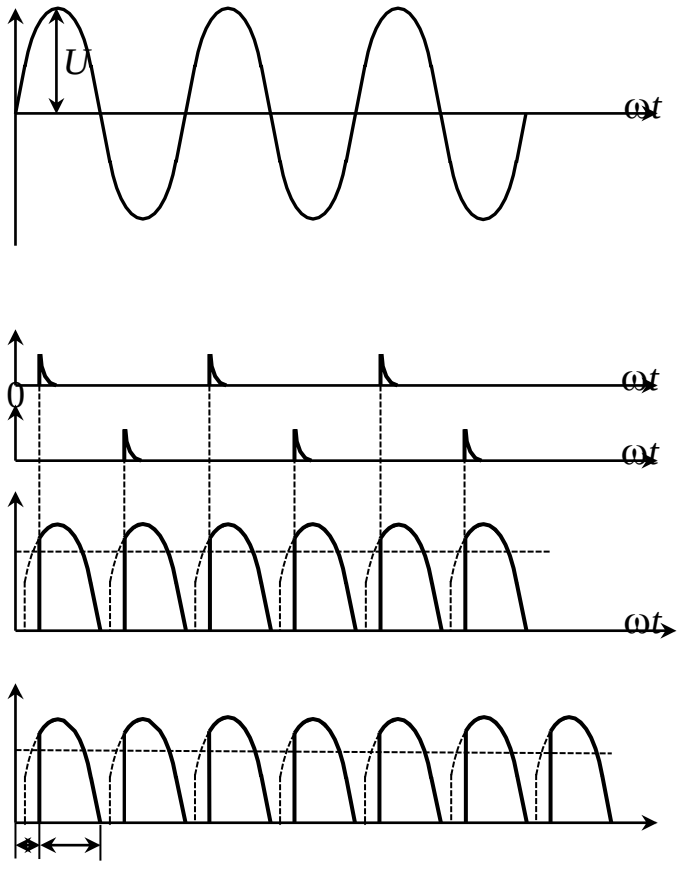


Рис. 2

Угол регулирования α изменяется в зависимости от величины задающего напряжения $U_З$.

С помощью осциллографа измеряется длительность импульса напряжения β между управляющим электродом (зажим 8) и катодом (зажим

7). Длительность этого импульса β равна длительности включения тиристора. Тогда угол регулирования $\alpha = 180 - \beta$, что справедливо только при активной нагрузке.

Контрольное задание

Изобразить схему управляемого двухполупериодного выпрямителя. Определить величину среднего значения выпрямленного напряжения при углерегулирования $\alpha = 90^0$. Построить кривую выпрямленного напряжении при активной нагрузке.

Порядок выполнения экспериментальной части

Ознакомиться с оборудованием и измерительными приборами, необходимыми для проведения эксперимента.

Собрать схему экспериментальной установки (рис.1), с активной нагрузкой. Проверить правильность собранной схемы и показать её преподавателю или лаборанту.

Установить регулятор *RP* в нулевое положение. Подключить схему к сети с помощью автоматического выключателя *QF*1. Снять характеристику вход-выход $U_d = f(U_з)$ при постоянной нагрузке $I_d = 0{,}5\ A.$ Зажимы 5 и 6 – это зажимы задающего (управляющего) напряжения $U_з$. Данные занести в табл.1.

Табл.1.

№ п/п	1	2	3	4	5	6
$U_з, B$	0					
U_d, B	0					

Снять регулировочную характеристику управляемого выпрямителя $U_d = f(\alpha)$ при постоянной нагрузке $I_d = 0{,}5\ A.$ Данные занести в таблицу 2. При каждом измерении U_d с помощью осциллографа зарисовать форму кривой напряжения U_d и форму импульса напряжения между управляющим электродом и катодом тиристора.

Таблица 2

№ п/п	1	2	3	4	5	6
α, *град*						
U_d, *В*						

Снять внешнюю вольтамперную характеристику управляемого выпрямителя $U_d = f(I_d)$. Данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

№ п/п	1	2	3	4	5	6
I_d, *А*						
U_d, *В*						

Повторить пункты 3, 4, 5, 6 при активно-индуктивной нагрузке. По данным таблиц 1 – 3 построить на отдельных графиках зависимости $U_d = f(U_з)$, $U_d = f(\alpha)$, $U_d = f(I_d)$.

Контрольные вопросы

Тиристоры и их вольтамперная характеристика.Схемы управляемых выпрямителей. Принцип работы мостовых схем управляемых выпрямителей.Назначение и тип сглаживающих фильтров.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательноеучреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Колледж технологий и управления

КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения тестового контроля ОПЦ.02 Электротехника и электроника

Якутск – 2022 г.

Входной тест Типовой вариант

Раздел 1 «Постоянный электрический ток»

1. Определить сопротивление лампы накаливания , если на ней написано 100 Вт и 220 Ва) 484 Ом б)486 Ом

в) 684 Ом г) 864 Ом

2. Какой из проводов одинаково диаметра и длины сильнее нагревается – медный илистальной при одной и той же силе тока ?

а) Медный б) Стальной

в) Оба провода нагреваются г) Ни какой из проводоводинаково не нагревается

3. Как изменится напряжение на входных зажимах электрической цепи постоянного тока с активным элементом, если параллельно исходному включить ещё один элемент?

а) Не изменится б) Уменьшится

в) Увеличится г) Для ответа недостаточно данных 4.В электрической сети постоянного тока напряжение на зажимах источника электроэнергии 26 В. Напряжение на зажимах потребителя 25 В. Определить потерюнапряжения на зажимах в процентах.

а) 1 % б) 2 %

в) 3 % г) 4 %

5. Электрическое сопротивление человеческого тела 3000 Ом. Какой ток проходит черезнего, если человек находится под напряжением 380 В?

а) 19 мА б) 13 мА

в) 20 мА г) 50 мА

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

а) Оба провода нагреваются одинаково;

б) Сильнее нагревается провод с большим диаметром;в) Сильнее нагревается провод с меньшим диаметром;г) Проводники не нагреваются;

7. В каких проводах высокая механическая прочность совмещается с хорошей электропроводностью?

а) В стальных б) В алюминиевых

в) В сталь-алюминиевых г) В медных

8. Определить полное сопротивление цепи при параллельном соединении потребителей, сопротивление которых по 10 Ом?

а) 20 Ом б) 5 Ом

в) 10 Ом г) 0,2 Ом

9. Два источника имеют одинаковые ЭДС и токи, но разные внутренние сопротивления.Какой из источников имеет больший КПД ?

а) КПД источников равны.

б) Источник с меньшим внутренним сопротивлением. в) Источник с большим внутренним сопротивлением. г) Внутреннее сопротивление не влияет на КПД.

10. В электрической схеме два резистивных элемента соединены последовательно. Чемуравно напряжение на входе при силе тока 0,1 А, если R_1 = 100 Ом; R_2 = 200 Ом?

а) 10 В б) 300 В

в) 3 В г) 30 В

Текущий тест Типовой вариант

1.Чему равен ток в нулевом проводе в симметричной трёхфазной цепи при соединениинагрузки в звезду?

а) Номинальному току одной фазы б) Нулю
в) Сумме номинальных токов двух фаз г) Сумме номинальных токов трёх фаз
2.Симметричная нагрузка соединена треугольником. При измерении фазного тока амперметр показал 10 А. Чему будет равен ток в линейном проводе?
а) 10 А б) 17,3 А
в) 14,14 А г) 20 А
3.Почему обрыв нейтрального провода четырехпроходной системы является аварийнымрежимом?
а) На всех фазах приёмника энергии напряжение падает.
б) На всех фазах приёмника энергии напряжение возрастает.в) Возникает короткое замыкание
г) На одних фазах приёмника энергии напряжение увеличивается, на других уменьшается.
4.Выбераите соотношение, которое соответствует фазным и линейным токам в трехфазной электрической цепи при соединении звездой.
а) л = ф б) л = ф

в) ф = л г) ф = л
5. Лампы накаливания с номинальным напряжением 220 В включают в трехфазную сеть с напряжением 220 В. Определить схему соединения ламп.
а) Трехпроводной звездой.
б) Четырехпроводной звездойв) Треугольником
г) Шестипроводной звездой.
6. Каково соотношение между фазными и линейными напряжениями при соединении потребителей электроэнергии треугольником.
а) $И_л = И_ф$ б) $И_л = * И_л$
в)$И_ф = * И_л$ г) $И_л = * И_ф$
7. В трехфазной цепи линейное напряжение 220 В, линейный ток 2А, активная мощность380 Вт. Найти коэффициент мощности.
а) cos = 0.8 б) cos = 0.6
в) cos = 0.5 г) cos = 0.4
8. В трехфазную сеть с линейным напряжением 380 В включают трехфазный двигатель,каждая из обмоток которого рассчитана на220 В. Как следует соединить обмотки двигателя?
а) Треугольником б) Звездой
в) Двигатель нельзя включать в эту сеть г) Можно треугольником, можно звездой
9. Линейный ток равен 2,2 А .Рассчитать фазный ток, если симметричная нагрузкасоединена звездой.
а) 2,2 А б) 1,27 А
в) 3,8 А г) 2,5 А
10. В симметричной трехфазной цепи линейный ток 2,2 А.Рассчитать фазный ток, еслинагрузка соединена треугольником.
а) 2,2 А б) 1,27 А
в) 3,8 А г) 2,5 А

Итоговый тест

Типовой вариант

ВАРИАНТ -1

1. Часть цепи между двумя любыми точками – это

A. Узел
B. Участок цепи
C. Ветвь
D. Контур

2. Мощность измеряется

A. Вольтметром
B. Амперметром
C. Ваттметром
D. Омметром

3. Произведение тока на напряжение:

A. Ток
B. Напряжение
C. Сопротивление
D. Мощность

4. Закон Ома для всей цепи:

A. $I = \frac{E}{R}$

B. $I = \frac{U}{R}$

C. $I = U \cdot R$

D. $I = \frac{R}{U}$

5. Единица измерения сопротивления:

A. Вт
B. В
C. А
D. Ом

6. Напряжение измеряется;

A. Вольтметром
B. Амперметром
C. Ваттметром
D. Омметром

7. Вольтметр включается в цепь

A. Смешано
B. Параллельно
C. Последовательно
D. Параллельно и последовательно

8. Какая величина измеряется ваттметром?

A. U
B. I
C. P
D. R

9. Соединение, при котором начало соединяется с концом называется

A. Параллельное
B. Последовательное
C. Звезда
D. Треугольник

10. Соединение, при котором ток одинаковый называется
A. Параллельное
B. Последовательное
C. Звезда
D. Треугольник

Критерии оценивания:

K = $\frac{A}{P}$ K – коэффициент усвоения, A – число правильных ответов, P – общее число вопросов в тесте.
5 = 0,91-1
4 = 0,76-0,9
3 = 0,61-0,75
2 = 0,6

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательноеучреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Колледж технологий и управления

КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для промежуточной аттестации по результатам освоения дисциплины

ОПЦ.02 Электротехника и электроника

Якутск 2022 г.

Перечень вопросов для промежуточной аттестациии

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 переменноготока?
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 какпрактически 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. Скважность (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 законовКирхгофа.
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 данныетрансформаторов.
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 иконденсатор в цепи синусоидального тока.
104. Сдвиг фаз между напряжением и током в R, L, и C элементах. Векторные диаграммысинусоидального тока. Сдвиг фаз напряжением и током в них.
105. Назначение, устройство и принцип работы трехфазных трансформаторов.
106. Цепи синусоидального тока с последовательным и паралельным 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 техникоэкономическоезначение. 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 линейныевеличины при несимметричном режиме. Векторная диаграмма..

118. Пуск асинхронных электродвигателей. Способы улучшения пусковых свойств.
119. Способы соединения фаз трехфазного генератора и приемника. Соотношение линейных и фазныхвеличин при схемах соединения « А » 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. Регулированиечастоты 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 харак-теристика.
125. Трехфазная цепь соединенная треугольником. Соотношение между фазными и линейныминапряжениями и токами при симметричном нагрузке.
126. Принцип работы и устройство ЭД постоянного тока.
127. Магнитная цепь, параметры. Закон электромагнитной индукции, самоиндукции, взаимоиндукции.
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 рабочихкарактеристики.
134. Соединение трехфазного генератора и приемника «звездой» без нейтрального провода, векторнаядиаграмма 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 при-менения.
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. Регули-рование частоты вращения двигателя.

148. Что означает в марке электрического двигателя четвертой серии каждое цифровое и буквенноеобозначение

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 температурунагрева. 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 каппаратам управления и защиты. Общее обоснование их выбора.

159. Устройство, принцип работы и выбор предохранителей и плавких вставок для защиты одного игруппы 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 регули-рования мощности водонагревателей. Требования техники безопасности

168. Порядок расчета электродного водонагревателя

169. Величина допустимой плотности тока на электродах водонагревателя с плоскими и ци-линдрическими 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 (Со8ц). 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