

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ
Директор
С.А. Махновский
«24» февраля 2021 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

по учебной дисциплине
ОП.04 Электротехнические измерения

для студентов специальности

09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

(базовой подготовки)

Магнитогорск, 2021

ОДОБРЕНО:

Предметно-цикловой комиссией
«Информатики и вычислительной техники»
Председатель И.Г. Зорина
Протокол № 6 от 17 февраля 2021 г.

Методической комиссией МпК

Протокол №3 от «24» февраля 2021г

Составитель:

преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова Анна Петровна Иванченко

Методические указания по выполнению лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Электротехнические измерения».

Содержание лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	6
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	7
Лабораторная работа № 1.....	7
Лабораторная работа № 2.....	9
Лабораторная работа № 3.....	10
Лабораторная работа № 4.....	12
Лабораторная работа № 5.....	14
Лабораторная работа № 6.....	16

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют лабораторные занятия.

Состав и содержание лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Электротехнические измерения» предусмотрено проведение лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- классифицировать основные виды средств измерений;
- применять основные методы и принципы измерений;
- применять методы и средства обеспечения единства средств измерений;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы;
- применять генераторы шумовых сигналов, акустические излучатели, измерители шума и вибраций, измерительные микрофоны, вибродатчики;
- применять методические оценки защищенности информационных объектов.

Содержание лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.4.–Проводить измерение параметров проектируемых устройств и определять показатели надежности;

ПК 2.2.–Производить тестирование, определение параметров и отладку микропроцессорных систем;

ПК 3.1.–Проводить контроль параметров, диагностику и восстановление работоспособности компьютерных систем и комплексов.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 1. – Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. – Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. – Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. – Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 6. – Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. – Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

Выполнение обучающихся лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехнические измерения» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

– приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

– выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Продолжительность выполнения лабораторной работы составляет не менее двух академических часов и проводится после соответствующего занятия, которое обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и полностью.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
Раздел 1. Основы метрологии		4	
1.1. Классификация погрешностей. Классы точности. Цена делений приборов.	№1 Мероприятие по технике безопасности при проведении электрических измерений Поверка амперметра.	2	У1, У2, У3, У01.3, У02.2, У03.1, У03.3, У04.1, У06.1, У07.2
1.2. Электроизмерительные приборы.	№ 2 Изучение конструкции аналоговых электромеханических приборов	2	У1, У01.3, У02.1 У02.2, У06.1
Раздел 2. Измерение тока, напряжения, мощности.		4	
2.1. Измерение тока.	№3 Измерение тока многопредельным амперметром	2	У2, У3, У4, У01.1, У02.1, У03.3, У06.1, У07.2
2.3. Измерение мощности	№4 Измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока	2	У2, У3, У4, У01.1, У01.3, У02.1, У02.2, У02.3, У03.1, У03.3, У06.1, У07.2
Раздел 3. Методы и средства измерений параметров электрических цепей		4	
3.1. Методы и средства измерений сопротивлений, параметров катушек индуктивности, конденсаторов постоянной ёмкости	№5 Измерение параметров сопротивлений, катушек индуктивности, конденсаторов постоянной ёмкости	2	У2, У3, У4, У01.1, У01.3, У02.1, У02.2, У02.3, У03.1, У03.3, У04.1, У06.1, У07.2
3.2. Измерение коэффициента мощности и частоты	№6 Измерение коэффициента мощности	2	У2, У3, У4, У5 У6, У01.1, У01.3, У02.1, У02.2, У02.3, У03.1, У03.3, У04.1, У06.1, У07.2
ИТОГО		12	

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1. Классификация погрешностей. Классы точности. Цена делений приборов.

Лабораторная работа № 1

Мероприятие по технике безопасности при проведении электрических измерений Поверка амперметра.

Цель работы: ознакомиться с приборами для производства работы, изучить шкалу приборов, определить номинальное значение приборов, класс точности. Установить соответствие класса точности поверяемого прибора указанного на его шкале с действительным классом точности поверяемого прибора, полученным в результате его поверки

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- подключать амперметр;
- классифицировать основные виды средств измерений;
- применять основные методы и принципы измерений;
- производить поверку амперметра.

Материальное обеспечение:

лабораторный стенд ЭЦ-МР-01, поверяемый амперметр на 1 А класса точности 2,5; образцовый амперметр на 1А класса точности 0,5; инструкция по выполнению лабораторных работ.

Задание

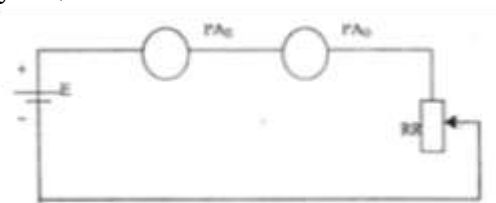
1. Установить соответствие класса точности поверяемого прибора указанного на его шкале с действительным классом точности поверяемого прибора, полученным в результате его поверки.

Порядок выполнения работы

1. Записать паспортные данные приборов в таблицу.

Паспортные данные амперметров	Поверяемый прибор (РАп)	Образцовый прибор (РАо)
1. Измерительная система прибора		
2. Класс точности прибора		
3. Номинальное значение прибора (I _н)		

2. Собрать электрическую цепь по схеме



3. Провести опыты.

Изменяя силу тока от 0 до 1 А записать значение силы тока по поверяемому и образцовому прибору на всех числовых отметках шкалы. Повторить опыт измеряя силу тока от 1 до 0 А, т.е. в обратном направлении.

Устанавливать исследуемые значения тока по поверяемому прибору.

4. Результаты измерений занести в таблицу

Измерено		Вычислено		
Образцовый прибор	Поверяемый прибор	Абсолютная погрешность	Приведенная погрешность	Поправка
I_0, A	I_{II}, A	$\Delta I, A$	$\gamma, \%$	δ, A

5. Указания к расчету

1 абсолютная погрешность вычисляется по формуле:

$$\Delta I = I_{II} - I_0$$

2 приведенная погрешность вычисляется по формуле:

$$\gamma = \frac{|\Delta I|}{I_N} \cdot 100\%,$$

где $I_N = 1 A$.

3 поправка вычисляется по формуле:

$$\delta = I_0 - I_{II}$$

6. Подготовиться к ответам на контрольные вопросы:

- Что называется погрешностью прибора?
- Виды погрешностей приборов, их определение.
- Что называется классом точности прибора?
- Что называется поверкой прибора?

7. Сделать вывод по работе

Из таблицы выберите наибольшее значение приведенной погрешности γ , данное значение будет являться $\gamma_{МАКС}$, что соответствует классу точности поверяемого прибора. Укажите в выводе, соответствует ли $\gamma_{МАКС}$ классу точности поверяемого прибора, указанному на шкале.

Форма предоставления результата:

Отчет о проделанной работе, заполненная таблица, схема, выводы.

Тема 1.2. Электроизмерительные приборы.

Лабораторная работа № 2

Изучение конструкции аналоговых электромеханических приборов

Цель работы: изучить особенности конструкции различных систем электроизмерительных приборов, научиться давать характеристику прибора по условным обозначениям, нанесенным на шкале прибора

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять характеристики прибора по обозначениям, нанесенным на его шкале;
- классифицировать основные виды средств измерений;

Материальное обеспечение:

Амперметры и вольтметры магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической системы.

Задание

1. изучить особенности конструкции различных систем электроизмерительных приборов
2. дать характеристику прибора по условным обозначениям, нанесенным на шкале прибора

Порядок выполнения работы

1. Зачертить шкалу изучаемого прибора
 2. Изучить конструкцию прибора.
 3. Ответить на вопросы
- 1) Вид системы, устройство, принцип работы
 - 2) Вид устройства для создания успокаивающего момента, принцип действия
 - 3) Вид устройства для создания противодействующего момента, принцип действия
 - 4) Достоинства, недостатки, применение приборов изучаемой системы
 4. Пояснить условные обозначения, нанесенные на шкале прибора
 5. Определить цену одного деления прибора
 6. Пояснить правило включения прибора
 7. По шкале прибора определить:
 - а) Измеренное значение физической величины;
 - б) Номинальное значение физической величины;
 - в) Наибольшую абсолютную погрешность величины;
 - г) Действительное значение физической величины.

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе, выводы.

Тема 2.1. Измерение тока.

Лабораторная работа № 3

Измерение тока многопредельным амперметром

Цель работы: ознакомиться с особенностями использования многопредельного амперметра, научиться определять цену делений прибора и сопротивление его шунтов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять цену делений прибора и сопротивление его шунтов;
- применять основные методы и принципы измерений тока;
- применять методы и средства обеспечения единства средств измерений;
- применять аналоговые измерительные приборы;

Материальное обеспечение:

лабораторный стенд ЭЦ-МР-01, многопредельный амперметр 0,015 - 30 А, реостат, инструкция по выполнению лабораторных работ.

Задание

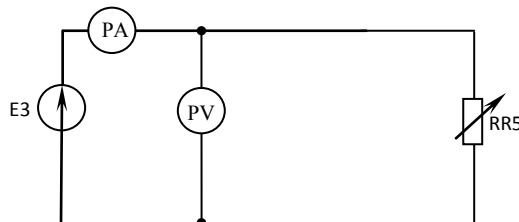
1. ознакомиться с особенностями использования многопредельного амперметра
2. научиться определять цену делений прибора и сопротивление его шунтов

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь со шкалой и внешним устройством многопредельного амперметра
2. Заполните таблицу паспортных данных

Паспортные данные приборов	амперметр	вольтметр
1. Вид системы прибора		
2. Номинальное значение прибора на всех переключателях (I)		
3. Максимальное число делений шкалы амперметра ($n_{МАКС}$)		
4. Внутреннее сопротивление измерительного прибора		

3. Собрать электрическую цепь по схеме.



4. Провести опыты.

Изменять сопротивление переменного резистора, с помощью амперметра подбирать такой предел измерения, чтобы стрелка амперметра не зашкаливала и не находилась в самом начале шкалы. Результаты измерений занести в таблицу.

Положение ручки переменного рехистора	Измерено			Вычислено					
	Предел измерений I_H , А	Число делений n , дел	Напряжения U , В	Цена делений C , А/дел	Изм. знач. тока I , А	Коэф. шунтирования m	Ток измер механизма I_A , А	Ток шунта $I_{ш}$, А	Сопротив. шунта $R_{ш}$, Ом
1									
2									
3									
4									
5									

5. Указания к расчету:

- цена одного деления многопредельного амперметра:

$$C = \frac{I_{\text{НОМ}}}{n_{\text{МАКС}}},$$

где $I_{\text{НОМ}}$ – номинальное значение амперметра соответствующего опыта;

$n_{\text{МАКС}}$ – максимальное число делений шкалы амперметра.

- измеренное значение силы тока:

$$I = C \cdot n,$$

где n – число делений амперметра, взятое из соответствующего опыта.

- коэффициент шунтирования:

$$m = \frac{I_H}{I_{H1}},$$

где I_H – номинальное значение амперметра соответствующего опыта;

I_{H1} – первый предел измерений (первое номинальное значение) амперметра, $I_{H1}=0,015$ А.

- ток измерительного механизма амперметра:

$$I_A = \frac{I}{m}$$

- ток шунта:

$$I_{\text{ш}} = I - I_A$$

- сопротивление шунта:

$$R_{\text{ш}} = \frac{R_A}{m-1},$$

где R_A – внутреннее сопротивление амперметра ($R_A=0,1$ Ом)

6. Результаты расчетов занести в таблицу.

7. Подготовиться к ответам на контрольные вопросы:

- Назначение шунтов, виды шунтов их применение;
- Особенности изготовления шунтов;
- Правило включения шунта с измерительным механизмом амперметра.

8. Сделать вывод по работе.

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе, заполненная таблица, схема, выводы.

Тема 2.3. Измерение мощности.

Лабораторная работа № 4

Измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока

Цель работы: научиться производить измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока, используя амперметр, вольтметр и ваттметр, определить погрешность измерений, указать возможные причины появления погрешности измерений

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять ваттметр;
- производить измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока косвенным и прямым методом измерения.
- определять погрешность измерений.

Материальное обеспечение:

лабораторный стенд ЭЦ-МР-01, амперметр на 1А, вольтметр на 15В, ваттметр на 30 В и 2.5А, реостат на 30 Ом, инструкция по выполнению лабораторной работы.

Задание

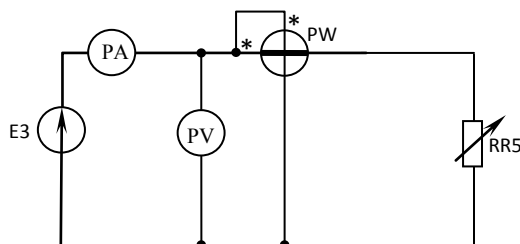
1. научиться производить измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока
2. определить погрешность измерений
3. указать возможные причины появления погрешности измерений

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с типами электроизмерительных приборов, применяемых для выполнения лабораторной работы.
2. Заполните таблицу паспортных данных приборов.

Паспортные данные	Амперметр	Вольтметр	Ваттметр
1. Вид системы прибора.			
2. Род измеряемой величины.			
3. Номинальное значение. ($n_{\text{МАКС}}$)	$I_H =$	$U_H =$	$I_H =$ $U_H =$
4. Максимальное число делений шкалы прибора.			
5. Цена одного деления прибора (С).			

3. Собрать электрическую цепь по схеме.



4. Провести опыты: установить с помощью реостата напряжение в цепи нагрузки 80В. Поочередно включая лампы накаливания записать показания приборов.
5. Результаты опытов занести в таблицу.
6. Произвести расчеты:
 - цены одного деления приборов:
 - а) амперметра – $C_A = \frac{I_H}{n_{\text{макс}}}$;

б) вольтметра – $C_V = \frac{U_H}{n_{\max}}$;

в) ваттметра – $C_W = \frac{U_H \cdot I_H}{n_{\max}}$;

– измеренное значение тока:

$$I = C_A \cdot n_A;$$

– измеренное значение напряжения:

$$U = C_V \cdot n_V;$$

– измеренное значение мощности цепи (по ваттметру):

$$P_1 = C_W \cdot n_W;$$

– мощность цепи методом амперметра и вольтметра:

$$P = U \cdot I$$

– погрешность измерений:

$$\gamma = \frac{P_1 \cdot P_2}{P_2} \cdot 100\%;$$

7. Результаты расчетов занести в таблицу.

Положение переключателя	Измерено					Вычислено		
	n _A , дел	I, А	n _V , дел	U, В	n _W , дел	P ₁ , Вт	P ₂ , Вт	γ, %
1								
1,2								
1,2,3								

8. Подготовиться к контрольным вопросам

– поясните правило включения ваттметра;

– поясните, какой метод, по вашему мнению, наиболее удобен для измерения мощности (амперметра и вольтметра или ваттметра).

9. Из таблицы выберите наибольшее значение погрешности измерений сравните ее с допустимой погрешностью ($\gamma_{\text{допуст}} \leq 5\%$)

10. Сделать вывод по работе.

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе, заполненная таблица, схема, выводы.

Тема 3.1. Методы и средства измерений сопротивлений, параметров катушек индуктивности, конденсаторов постоянной ёмкости.

Лабораторная работа № 5

Измерение параметров сопротивлений, катушек индуктивности, конденсаторов постоянной ёмкости

Цель работы: научиться определять параметры сопротивлений, катушки индуктивности, конденсаторов постоянной ёмкости, используя косвенный метод измерения и приборы непосредственной оценки

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять параметры сопротивлений, катушки индуктивности, конденсаторов постоянной ёмкости;
- применять основные методы и принципы измерений;
- применять измерительные приборы;

Материальное обеспечение:

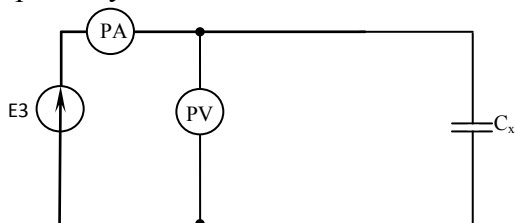
лабораторный стенд ЭЦ-МР-01, амперметр на 1А, вольтметр на 15 В, конденсатор неизвестной ёмкости (10-30 мкФ), катушка индуктивности ваттметр на 30 В и 2,5А

Задание

1. определять параметры сопротивлений, катушки индуктивности, конденсаторов постоянной ёмкости
2. Сравнить результаты измерений разных методов

Порядок выполнения работы

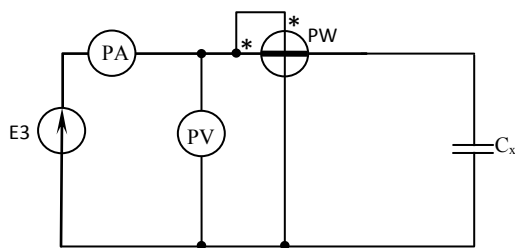
1. Определение ёмкости конденсатора методом амперметра и вольтметра.
2. Собрать электрическую цепь по схеме



3. Провести опыт. Установить с помощью реостата напряжение питания цепи 20В, записать значение силы тока и напряжения в таблицу

Измерено		Вычислено
U, В	I, А	C, Ф

4. Определить параметры конденсаторов с помощью амперметра, вольтметра, ваттметра
5. Собрать электрическую цепь по схеме



6. Провести опыт. Установить с помощью реостата напряжение питания цепи 15 В, записать значение силы тока, напряжения, активной мощности в таблицу

Измерено			Вычислено			
U, В	I, А	P, Вт	Z, Ом	R, Ом	C, Ф	tgδ

7. Произвести расчеты:

- Полного сопротивления конденсатора
- Активного сопротивления конденсатора
- Емкость конденсатора
- Тангенс диэлектрических потерь в конденсаторе

8. Сделать вывод по работе

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе, заполненные таблицы, схемы, выводы.

Тема 3.2. Измерение коэффициента мощности и частоты.

Лабораторная работа № 6

Измерение коэффициента мощности

Цель работы: научиться производить измерение коэффициента мощности электрических цепей, используя фазометр электродинамической системы; установить зависимость величины коэффициента мощности от вида сопротивления электрической цепи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять основные методы и принципы измерений коэффициента мощности;
- применять измерительные приборы для определения коэффициента мощности;
- производить измерение коэффициента мощности электрических цепей.

Материальное обеспечение:

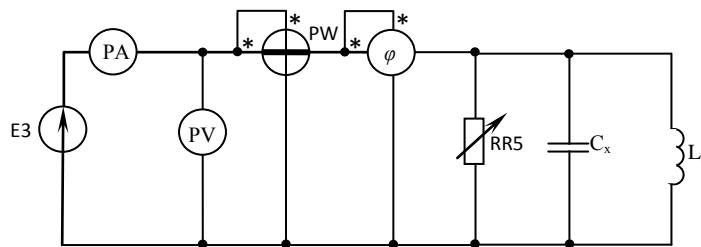
лабораторный стенд ЭЦ-МР-01, амперметр на 1А, вольтметр на 15В, фазометр на 127 В и 5А, катушка индуктивности на 220В, магазин емкостей до 40 мкф, ваттметр на 30В и 2,5 А, активная нагрузка, источник переменного однофазного напряжения 220 В.

Задание

1. Научиться производить измерение коэффициента мощности электрических цепей, используя фазометр электродинамической системы
2. Установить зависимость величины коэффициента мощности от вида сопротивления электрической цепи

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме



2. Провести опыты:

- 1) Включить выключатель B_2 , т.е. включить активную нагрузку (R) – лампы накаливания. Выключатели B_3 и B - отключить. Включить цепь. Записать показание приборов в 1 строку таблицы. Выключить цепь.
- 2) Включить выключатели B_2 и B_3 , т.е. включить активную нагрузку (R) и индуктивную нагрузку (L). Выключатель B - отключить. Записать показание приборов во 2 строку таблицы.
- 3) Включить выключатели B_2 и B , т.е. включить активную нагрузку (R) и емкостную нагрузку (C). Выключатель B_3 - отключить. Записать показание приборов в 3 строку таблицы.
- 4) Включить все выключатели, т. е. включить активную, индуктивную и емкостную нагрузки. Записать показание приборов в 4 строку таблицы.

Вид нагрузки	Измерено					Вычислено				
	I, А	U, В	P, Вт	cosφ	φ, град	Z, Ом	S, ВА	Q, вар	cosφ	φ, град
Активная (R)										
Активно-индуктивная (R-L)										
Активно-емкостная (R-C)										
Активно-реактивная (R-L-C)										

3. Произвести расчеты:

- Полное сопротивление цепи: $z = \frac{U}{I}$;
- Полная мощность цепи: $S = U \cdot I$;
- Коэффициент мощности цепи по (данным расчетов): $\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}$;
- Угол сдвига между током и напряжением цепи: $\varphi = \arccos \cos \varphi$;
- Реактивная мощность: $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$.

4. Подготовить ответы на контрольные вопросы:

- Назначение, применение конденсаторов;
- Назовите примеры устройств, обладающих индуктивностью;

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе, заполненная таблица, схема, выводы.