

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«БОГДАНОВИЧСКИЙ ПОЛИТЕХНИКУМ»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению лабораторных работ

### **ОП.05 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ**

по специальности

15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного  
оборудования (по отраслям)

Организация-разработчик: ГАПОУ СО «Богдановичский политехникум»

Разработчик:

Кудряшова Т.А., преподаватель высшей квалификационной категории ГАПОУ СО «Богдановичский политехникум», г. Богданович

Рассмотрено на заседании Методического совета

Протокол: № 2 от «18» ноября 2022 г.

Председатель: Е.В. Снежкова

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Пояснительная записка	4
2 Лабораторно-практическая работа обучающегося	6
3 Содержание отчетных работ	10
4 Критерии оценки отчетных работ	11
Лабораторная работа 1 Проверка закона Ома при последовательном соединении приемников электрической энергии	13
Лабораторная работа 2 Проверка закона Кирхгофа при параллельном соединении приемников электрической энергии	15
Лабораторная работа 3 Определение работы и мощности цепи постоянного тока	18
Лабораторная работа 4 Исследование электрической цепи переменного тока с активным и индуктивным сопротивлениями	21
Лабораторная работа 5 Исследование последовательного соединения активного сопротивления, индуктивности и емкости (резонанс напряжений)	24
Лабораторная работа 6 Исследование параллельного соединения индуктивного и емкостного сопротивлений (резонанс токов)	27
Лабораторная работа 7 Исследование трехфазной цепи при соединении в звезду.	29
Лабораторная работа 8 Исследование трехфазной цепи при соединении в треугольник	32
Лабораторная работа 9 Определение мощности, коэффициента мощности в цепи переменного трехфазного тока	35
Лабораторная работа №10 Определение сопротивления с помощью амперметра и вольтметра	38
Лабораторная работа 11 Определение необходимого сечения и потери напряжения в проводах	41
Лабораторная работа 12 Исследование полупроводникового диода	44
5 Рекомендуемые источники информации	48
Приложение А Титульный лист отчетных работ	49
Приложение Б Форма отчета по лабораторной работе	50
Приложение В Правила выполнения лабораторных работ	52
Приложение Г Правила техники безопасности при проведении лабораторных работ	53
Приложение Д Подготовка устройства лабораторного к работе	54
Приложение Е Работа с измерительными приборами	55

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой общепрофессиональной дисциплины ОП.05 Электротехника и электроника

Лабораторные занятия являются одним из важнейших элементов учебного процесса. При проведении лабораторных занятий преследуются три основные цели: возможность на практике убедиться в теоретических положениях; развитие творческого мышления (критическое осмысление результатов расчета); пробуждение любознательности и воображения студента.

Результатом выполнения лабораторных работ является овладение обучающимися профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями.

Код	Наименование результата обучения
ВД 1	Осуществлять монтаж промышленного оборудования и пусконаладочные работы
ПК 1.1	Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу
ПК 1.2	Проводить монтаж промышленного оборудования в соответствии с технической документацией
ПК 1.3	Производить ввод в эксплуатацию и испытания промышленного оборудования в соответствии с технической документацией.
ВД 2	Осуществлять техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования:
ПК 2.3	Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования.
ПК 2.4	Выполнять наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием.
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 02.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 04.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 06.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК 07.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 09.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Программой ОП.05 предусмотрено выполнение 12 двухчасовых лабораторных работ.

В методических рекомендациях к лабораторным работам приведены цель, оборудование используемое при выполнении лабораторной работы, порядок проведения работы, содержание отчета и контрольные вопросы.

Предварительная подготовка обучающихся к лабораторной работе, понимание ее цели и содержания – важнейшее условие качественного выполнения работ. Поэтому прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, обучающиеся должны:

- ✓ изучить содержание работы и порядок ее выполнения;
- ✓ повторить теоретический материал, связанный с выполнением данной работы.

Обучающиеся должны иметь отдельную тетрадь для оформления отчетов по практическим работам. Работа считается законченной после выполнения всех пунктов инструкции и проверки результатов преподавателем.

Завершается лабораторная работа составлением отчета, который должен содержать все необходимые результаты и выводы.

По лабораторной работе сдается зачет в форме ответа на контрольные вопросы или собеседования.

Зачет по лабораторным работам является обязательным для получения допуска к экзамену.

## 2. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Тема	Вид, название и краткое содержание задания	Планируемые часы на выполнение работы	Форма отчетности и контроля
1.2	<p><b>Лабораторная работа 1 Проверка закона Ома при последовательном соединении приемников электрической энергии</b></p> <p><u>Цели работы:</u></p> <p>1 научиться читать электрические схемы;                  2 научиться составлять простейшие электрические схемы, включать в цепь амперметр и вольтметр;                  3 выполнить последовательное соединение проводников;                  4 определить падение напряжения в отдельных проводниках, рассчитав его по закону Ома и замерив вольтметром;                  5 результаты измерения сравнить с расчетными.</p>	2	отчетная работа №1, ответы на контрольные вопросы
1.2	<p><b>Лабораторная работа 2 Проверка закона Кирхгофа при параллельном соединении приемников электрической энергии</b></p> <p><u>Цели работы:</u></p> <p>1 научиться читать электрические схемы;                  2 научиться составлять простейшие электрические схемы, включать в цепь амперметр и вольтметр;                  3 выполнить параллельное соединение проводников;                  4 определить силу тока в отдельных проводниках и общую силу тока;                  5 убедиться в правильности первого закона Кирхгофа;                  6 результаты измерения сравнить с расчетными</p>	2	отчетная работа №2, ответы на контрольные вопросы
1.2	<p><b>Лабораторная работа 3 Определение работы и мощности цепи постоянного тока</b></p> <p><u>Цели работы:</u></p> <p>1 научиться читать электрические схемы;                  2 научиться составлять простейшие электрические схемы, включать в цепь амперметр и вольтметр;                  3 ознакомиться с методами измерения работы и мощности в цепи постоянного тока.</p>	2	отчетная работа №3, собеседование
1.4	<p><b>Лабораторная работа 4 Исследование электрической цепи переменного тока с активным и индуктивным сопротивлениями</b></p>	2	отчетная работа №4, собеседование

	<p><u>Цели работы:</u>  1 научиться читать электрические схемы;  2 научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы;  3 ознакомиться с процессами, происходящими в простейших электрических цепях переменного тока, содержащих последовательно соединенные активное и индуктивное сопротивления;  4 измерить общую силу тока, мощность и напряжение на отдельных участках цепи.</p>		
1.4	<p><b>Лабораторная работа 5 Исследование последовательного соединения активного сопротивления, индуктивности и емкости (резонанс напряжений)</b>  <u>Цели работы:</u>  1 научиться читать электрические схемы;  2 научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы;  3 проверить закон Ома для неразветвленной цепи переменного тока, состоящей из последовательно включенных резистора, катушки индуктивности и конденсатора; 4 ознакомиться с явлением резонанса напряжений и условиями, при которых он возникает</p>	2	отчетная работа №5, собеседование
1.4	<p><b>Лабораторная работа 6 Исследование параллельного соединения индуктивного и емкостного сопротивлений (резонанс токов)</b>  <u>Цели работы:</u>  1 научиться читать электрические схемы;  2 научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы;  3 ознакомиться с особенностями параллельного включения индуктивности (катушки) и емкости (конденсатора), а также с распределением токов в такой цепи и явлением резонанса токов</p>	2	отчетная работа №6, собеседование
1.5	<p><b>Лабораторная работа №7 Исследование трехфазной цепи при соединении в звезду</b>  <u>Цели работы:</u>  1 научиться читать электрические схемы;  2 научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы;  ознакомиться с трехфазными системами переменного тока и методами измерения фазных и линейных токов и напряжений;</p>	2	отчетная работа №7, собеседование

	<p>3 проверить основные соотношения между токами и напряжениями при соединении потребителей в звезду;</p> <p>4 выявить роль нулевого провода в четырехпроводной системе трехфазного тока.</p>		
1.5	<p><b>Лабораторная работа 8 Исследование трехфазной цепи при соединении в треугольник</b></p> <p><u>Цели работы:</u></p> <p>1 научиться читать электрические схемы;</p> <p>2 научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы;</p> <p>3 ознакомиться с трехфазными системами переменного тока и методами измерения фазных и линейных токов и напряжений;</p> <p>4 проверить основные соотношения между токами и напряжениями при соединении потребителей в треугольник.</p>	2	отчетная работа №8, собеседование
1.5	<p><b>Лабораторная работа 9 Определение мощности, коэффициента мощности в цепи переменного трехфазного тока</b></p> <p><u>Цели работы:</u></p> <p>1 научиться читать электрические схемы;</p> <p>2 научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы;</p> <p>3 ознакомиться с методами измерения и приборами, предназначенными для измерения активной мощности и коэффициента мощности в цепи трехфазного тока.</p>	2	отчетная работа №9, собеседование
1.10	<p><b>Лабораторная работа №10 Определение сопротивления с помощью вольтметра и амперметра</b></p> <p><u>Цели работы:</u></p> <p>1 научиться читать электрические схемы</p> <p>2 научиться составлять электрические схемы, включать в цепь амперметр и вольтметр;</p> <p>3 научиться измерять и вычислять электрическое сопротивление постоянному току в электрической цепи</p>	2	отчетная работа №10, собеседование
1.11	<p><b>Лабораторная работа 11 Определение необходимого сечения и потери напряжения в проводах</b></p> <p><u>Цели работы:</u></p> <p>1 научиться читать электрические схемы;</p>	2	отчетная работа №11, собеседование

	<p>2 научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы;</p> <p>3 научиться определять необходимое сечение проводов и потери напряжения в проводах;</p> <p>4 определять КПД линии передачи</p>		
2.1	<p><b>Лабораторная работа 12 Исследование полупроводникового диода</b></p> <p><u>Цели работы:</u></p> <p>1 научиться читать электрические схемы;</p> <p>2 научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы;</p> <p>3 изучить свойства плоскостных полупроводниковых диодов путем практического снятия и исследования их вольтамперных характеристик</p>	2	отчетная работа №12, собеседование

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТНЫХ РАБОТ

Тетрадь с отчетными работами обучающегося должна содержать следующие разделы:

1. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

обязательно указываются:

- название министерства, учебного заведения;
- название дисциплины;
- название специальности;
- фамилия и инициалы обучающегося;
- номер группы;
- фамилия и инициалы преподавателя;

2. ОТЧЕТЫ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ (12 ОТЧЕТНЫХ РАБОТЫ)

обязательно указываются:

- наименование, номер и название лабораторной работы;
- цели работы;
- выполненные работы с использованием формул, единиц измерения;
- выводы.

Титульный лист отчетных работ приведен в Приложении А.

## 4 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТЧЕТНЫХ РАБОТ

Форма зачета по лабораторным работам – правильно выполненная работа, и верно даны ответы на вопросы.

Лабораторная работа считается выполненной и принимается к зачету по *оценочной ведомости*.

Преподаватель оценивает действия обучающегося, отмечая в листе оценки признаки проявленных обучающимся знаний, умений, при выполнении работ с последующим переводом результата в балльную систему.

Оцениванию подлежат определенные параметры по признакам их проявления, пример оценочной ведомости приведен в таблице 1

Шкала оценивания:

0 баллов – признак не проявлен,

1 или 2 балла – признак проявлен в полном объеме (в зависимости от значимости признака)

Таблица 1 - Оценочная ведомость лабораторных работ

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к источнику питания	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	7
		снял показания вольтметра	0-1	
		снял показания амперметра	0-1	
		определил цену деления вольтметра	0-2	
		определил цену деления амперметра	0-2	
3	Выполнение расчетной части лабораторной работы	определил величины измерений	0-2	7
		правильно записал и выполнил вычисления	0- 5	
6	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	8
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		схема исследования	0-1	
		порядок работы	0-1	

		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
		вывод по работе	0-1	
7	Защита лабораторной работы	ответил на вопросы к лабораторной работе (контрольные вопросы, собеседование, вопросы тестового задания)	5	5
		<b>Максимальное количество баллов:</b>		37

Оценка результатов выполнения лабораторной работы производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	34-37	5	отлично
80 ÷ 89	30-33	4	хорошо
70 ÷ 79	25-29	3	удовлетворительно
менее 70	менее 25	2	не удовлетворительно

Обучающиеся, которые собрали схему исследования, вовремя сдали правильно оформленный отчет о выполнении лабораторной работы, правильно ответили на вопросы, получают оценку **«отлично»**.

Оценку **«хорошо»** получают те, кто собрал схему исследования, допустил незначительные ошибки при оформлении отчета, или ответы на вопросы были не достаточно полными. Работа так же должна быть сдана вовремя.

Обучающиеся, не сдавшие лабораторно - практическую работу в течение недели после ее выполнения, получают оценку **«неудовлетворительно»**.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

**Тема: Проверка закона Ома при последовательном соединении приемников электрической энергии**

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться составлять простейшие электрические схемы, включать в цепь амперметр и вольтметр; выполнить последовательное соединение проводников; определить падение напряжения в отдельных проводниках, рассчитав его по закону Ома и замерив вольтметром; результаты измерения сравнить с расчетными.

**Оборудование:**  $R_1$  - резистор 100 Ом,  $R_2$  - резистор 27 Ом;  $R_3$  – резистор 470 Ом PA1 - комбинированный прибор 43101; PV1 - комбинированный прибор Ц4342;

Порядок выполнения работы:

1.Собрать схему согласно рисунку 1.1

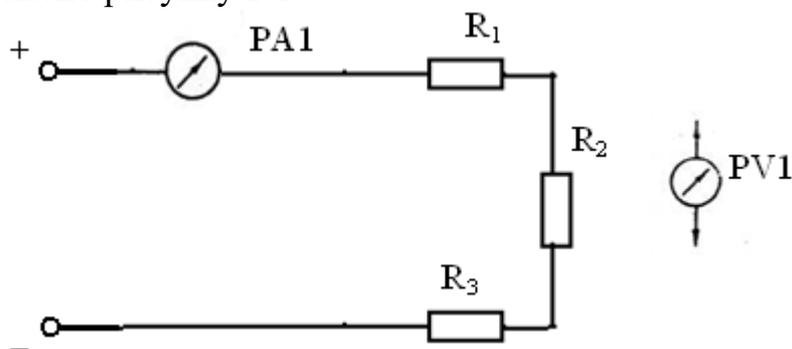


Рисунок 1.1– Электрическая схема

2.Подключить схему к источнику питания комплекта 0 – + 15 V и установить напряжение на входе схемы 10V

3.Измерить вольтметром общее падение напряжения  $U$  на последовательном соединении  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  и на каждом из приемников них и занести результаты измерения в протокол.

4.Измерить амперметром общий ток в цепи  $I$  и занести результаты измерения в протокол.

5.Рассчитать падение напряжения на отдельных приемниках по закону Ома для участка цепи  $U_1 = I \cdot R_1$   $U_2 = I \cdot R_2$   $U_3 = I \cdot R_3$

6.Сравнить полученные значения напряжений с измеренными

7 Данные расчетов занести в протокол

Таблица 1.1 – Протокол измерений и вычислений

Дано		Измерено						Вычислить		
		I, A			U, B			U	$\Delta$	$\delta$
	Ом	дел	цена делен	велич	дел	цена делен	велич	B	B	%
R <sub>1</sub>										
R <sub>2</sub>										
R <sub>3</sub>										
общ										

9.Сделать вывод по работе.

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель работы.
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема исследования и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами измерений и вычислений
6. Вывод по работе
7. Ответы на контрольные вопросы

### Контрольные вопросы

1. Какое соединение проводников и приемников называют последовательным?
2. Определить падение напряжения на приемнике, сопротивление которого R, если через него проходит ток .
3. Чему равно напряжение на входных зажимах последовательной цепи, если известно падение напряжения на ее отдельных элементах?
4. Чему равна сила тока в последовательной цепи, если известна сила тока в ее отдельных элементах?
5. Каким должно быть сопротивление амперметра, чтобы он не влиял на режим работы цепи?
6. Пять резисторов соединены последовательно, через каждый протекает ток 1А. Чему равен ток в цепи?

Таблица 1.2 - Оценочный лист лабораторной работы 1

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	

		подключил схему к источнику питания	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	9
		установить напряжение на входе схемы	0-1	
		снял 4 показания вольтметра	0-4	
		снял показания амперметра	0-1	
		определил цену деления вольтметра	0-1	
		определил цену деления амперметра	0-1	
3	Выполнение расчетной части лабораторной работы	вычислил величины 5 измерений	0-5	13
		рассчитал падение напряжения на элементах цепи	0-3	
		вычислил общее падение напряжения в цепи	0-1	
		рассчитал погрешности измерения	0-4	
4	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	7
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
вывод по работе	0-1			
5	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
<i>Максимальное количество баллов:</i>				44

Оценка результатов выполнения лабораторной работы № 1 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	40-44	5	отлично
80 ÷ 89	36-39	4	хорошо
70 ÷ 79	31-35	3	удовлетворительно
менее 70	менее 31	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

**Тема: Проверка закона Кирхгофа при параллельном соединении приемников электрической энергии**

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться составлять простейшие электрические схемы, включать в цепь амперметр и вольтметр; выполнить параллельное соединение проводников; определить силу тока в отдельных проводниках и общую силу тока; убедиться в правильности первого закона Кирхгофа; результаты измерения сравнить с расчетными.

**Оборудование:** РА1 - комбинированный прибор 4342; R1 - резистор 3,3 кΩ; R2 - резистор 4,7 кΩ; R3 - резистор 10 кΩ;

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему согласно рисунку 2.1

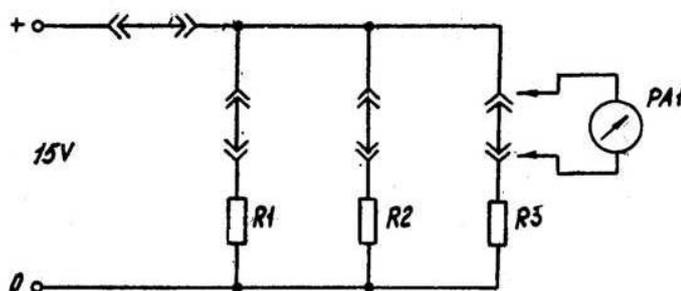


Рисунок 2.1 – Электрическая схема

2. Подключить схему к источнику питания комплекта 0 – + 15 V и установить напряжение на входе схемы 15 V;
3. Измерить амперметром (43101) общий ток в неразветвленной части электрической цепи и занести результат измерений в таблицу;
4. Измерить поочередно амперметром (Ц4317) токи  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ , протекающие через приемники R1, R2, R3 и занести результаты измерений в протокол;

Таблица 2.1 – Протокол измерений и вычислений

	Дано	Измерено		Вычислить		
	R	I,	U,	I,	$\Delta$ ,	$\Delta$ ,
	Ом	А	В	А	А	%
1						
2						
3						
общ						

5. Рассчитать силу тока в каждой ветви по закону Ома  $I = U/R$ , в неразветвленной части цепи по первому закону Кирхгофа:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

6. Сравнить полученные значения  $I$  с измеренными и сделать вывод.

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель работы.
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема исследования и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами измерений и вычислений
6. Вывод по работе
7. Ответы на контрольные вопросы

## Контрольные вопросы

1. Чему равна сила тока в отдельной ветви цепи, если падение напряжения в ней равно  $U$ , а сопротивление  $R$ ?
2. Чему равна сила тока в неразветвленной электрической цепи, если известна сила тока в каждом сопротивлении, включенном параллельно?
3. Чему равно общее сопротивление  $R$  электрической цепи при параллельном соединении пяти приемников электрической энергии, сопротивления которых равны между собой?
4. Как определяют общее сопротивление электрической цепи при параллельном соединении приемников, если сопротивления их разные?
5. Чему равна общая проводимость десяти параллельно соединенных приемников, если сопротивление каждого из них равно  $R$ ?
6. Как распределяется ток по резисторам, соединенным параллельно, если известна общая сила тока  $I$  в цепи, число резисторов 4 и сопротивление каждого  $R$ ?

Таблица 2.2 - Оценочный лист лабораторной работы 2

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы параллельного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения ( $V$ и $A$ )	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к источнику питания	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	9
		установить напряжение на входе схемы	0-1	
		снял показания вольтметра	0-1	
		снял 4 показания амперметра	0-4	
		определил цену деления вольтметра	0-1	
		определил цену деления амперметра	0-1	
3	Выполнение расчетной части лабораторной работы	определил величины 5 измерений	0-5	13
		рассчитал ток в каждой ветви цепи	0-3	
		вычислил значение общего тока в цепи	0-1	
		рассчитал погрешности измерения	0-4	
4	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре:	0-1	7
		наименование отчета		
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
вывод по работе	0-1			

5	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
<i>Максимальное количество баллов:</i>				44

Оценка результатов выполнения лабораторной работы № 2 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	40-44	5	отлично
80 ÷ 89	36-39	4	хорошо
70 ÷ 79	31-35	3	удовлетворительно
менее 70	менее 31	2	не удовлетворительно

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

#### Тема: Определение работы и мощности цепи постоянного тока

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться составлять простейшие электрические схемы, включать в цепь амперметр и вольтметр; ознакомиться с методами измерения работы и мощности в цепи постоянного тока.

**Оборудование:** PA1 - комбинированный прибор 43101; PV1- комбинированный прибор Ц4342; R1 - резистор 1 кΩ; R2 - резистор 1,5 кΩ.

Порядок выполнения работы:

- 1.Собрать схему согласно рисунку 3.1
- 2.Подключить схему к источнику питания постоянного тока с напряжением 0+15 V;
- 3.Вычислить общее сопротивление последовательного соединения резисторов по формуле:

$$R' = R1 + R2$$

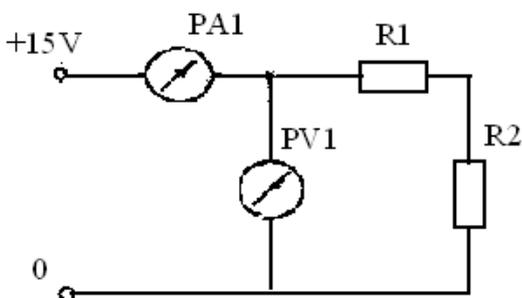


Рисунок 3.1– Электрическая схема

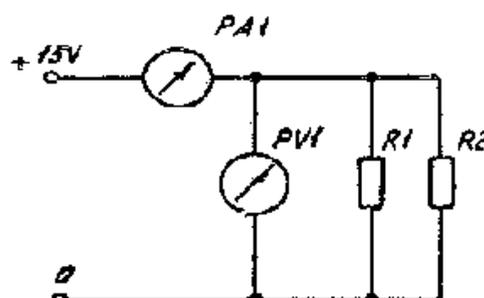


Рисунок 3.2– Электрическая схема

4. Снять показания приборов и вычислить мощность, потребляемую последовательным соединением резисторов по формуле:

$$P = U_1 \cdot I_1 = I_1^2 \cdot R' = \frac{U_1^2}{R'}$$

5. Собрать схему согласно рисунку 3.2

6. Снять показания приборов и вычислить: общее сопротивление параллельного соединения резисторов по формуле:

$$R'' = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$$

7. Мощность, потребляемую параллельным соединением резисторов по формуле:

$$P = U_2 \cdot I_2 = I_2^2 \cdot R'' = \frac{U_2^2}{R''}$$

8. Работу электрического тока за время  $t = 10$  минут по формуле:

$$A = P \cdot t$$

9. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу

Таблица 3.1 – Протокол измерений и вычислений

Способ соединения	Дано		Измерено						Вычислить		
	R1	R2	I, А			U, В			R	P	A
	Ом	Ом	дел	ц. д.	вел	дел	ц. д.	вел	Ом	Вт	Дж
Последовательное											
Параллельное											

10. Сделать вывод по проделанной работе

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель работы.
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема исследования и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами измерений и вычислений
6. Вывод по работе
7. Ответы на контрольные вопросы

### Контрольные вопросы

1. Что такое работа и мощность в электрической цепи и в каких единицах их измеряют?
2. Какими приборами измеряют мощность постоянного тока?
3. Какими приборами и в каких единицах измеряют электрическую энергию?
4. В чем отличие мощности источника энергии от мощности потребителя?

5. Что такое электрическая энергия источника, приведите и поясните формулу для ее определения?
6. Изменяются ли потери энергии внутри источника при изменении сопротивления внешнего участка цепи при условии, что ЭДС  $E = \text{const}$ ?
7. Как изменится количество теплоты, выделяющейся в нагревательном приборе, при ухудшении контакта в штепсельной розетке?
8. Два источника имеют одинаковые ЭДС и токи, но различные внутренние сопротивления. Какой из источников имеет больший КПД?

Таблица 3.2 - Оценочный лист лабораторной работы 3

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к источнику питания	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	6
		установить напряжение на входе схемы	0-1	
		снял показания вольтметра	0-1	
		снял показания амперметра	0-1	
		определил цену деления вольтметра	0-1	
		определил цену деления амперметра	0-1	
3	Сборка электрической схемы параллельного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	6
		переставил на поле монтажной платы необходимое для проведения данного опыта оборудование	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		подключил схему к источнику питания	0-1	
4	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	6
		установить напряжение на входе схемы	0-1	
		снял показания вольтметра	0-1	
		снял показания амперметра	0-1	
		определил цену деления вольтметра	0-1	
		определил цену деления амперметра	0-1	
5	Выполнение расчетной части лабораторной работы	определил величины измерений	0-2	8
		определил общее сопротивление цепи	0-2	
		вычислил мощность, потребляемую последовательным и параллельным соединением	0-2	
		вычислил работу электрического тока за 10 минут	0-2	
6	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	7
		тема лабораторной работы	0-1	

		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
		вывод по работе	0-1	
7	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	10	10
		<b>Максимальное количество баллов:</b>		53

Оценка результатов выполнения работы 3 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	48-53	5	отлично
80 ÷ 89	42-47	4	хорошо
70 ÷ 79	37-41	3	удовлетворительно
менее 70	менее 37	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

**Тема: Исследование электрической цепи переменного тока с активным и индуктивным сопротивлениями**

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; правильно включать в цепь электроизмерительные приборы; измерять общую силу тока, мощность и напряжение на отдельных участках цепи; ознакомиться с процессами, происходящими в простейших электрических цепях переменного тока, содержащих последовательно соединенные активное и индуктивное сопротивления.

**Оборудование:** L – катушка индуктивности – трансформатор TV1, выводы 4 – 8; PA1– комбинированный прибор 43101; PV1– комбинированный прибор Ц4342; мультиметр; R – резистор 100 Ω

Порядок выполнения работы:

1.Собрать схему согласно рисунку 4.1

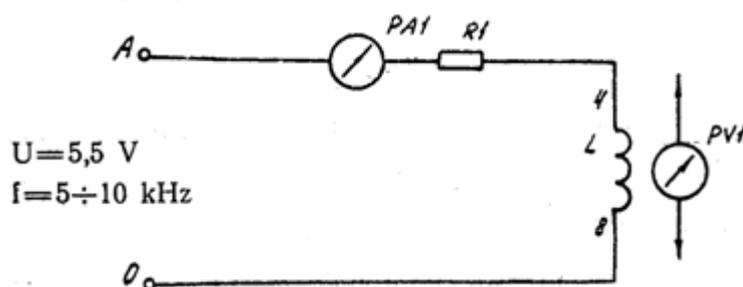


Рисунок 4.1 – Электрическая схема исследования

2. Подключить схему к клеммам А и 0 трехфазного генератора;

3. Измерить силу тока  $I$ , напряжение  $U$  на входе схемы и падение напряжения на активном  $U_a$  и индуктивном  $U_k$  сопротивлениях;
4. Результаты измерений занести в таблицу;
5. Вычислить

- полное сопротивление электрической цепи по формуле:  $Z = \frac{U}{I}$  ;

- полное сопротивление катушки индуктивности  $Z_k$  по формуле:  $Z = \frac{U_k}{I}$  ;

- с помощью мультиметра измерить активное сопротивление катушки индуктивности  $R_L$ .

Определить индуктивное сопротивление катушки по формуле:  $X_L = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2}$  ;

- индуктивность катушки по формуле  $L = \frac{X_L}{2\pi f}$  ;

- сопротивление  $R_a$  активного участка цепи по формуле:  $R_a = \frac{U_a}{I}$  ;

- активное сопротивление электрической цепи:  $R = R_a + R_k$

- активную мощность, потребляемую в электрической цепи,  $P = I^2 \cdot R$

- реактивную мощность цепи:  $Q = I^2 \cdot X_L$

- полную мощность цепи:  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$  ;

- угол сдвига фаз в цепи:  $\cos \varphi = \frac{P}{S}$  ;  $\varphi = \arccos \frac{P}{S}$  ;

6. Данные расчетов занести в таблицу.

Таблица 4.1 – Протокол измерений и вычислений

Измерено				Вычислено										
$I$	$U$	$U_a$	$U_k$	$Z$	$Z_k$	$X_L$	$L$	$R_a$	$R$	$P$	$Q$	$S$	$\cos \varphi$	$\varphi$
$A$	$B$	$B$	$B$	$\text{Ом}$	$\text{Ом}$	$\text{Ом}$	$\text{Гн}$	$\text{Ом}$	$\text{Ом}$	$\text{Вт}$	$\text{ВАр}$	$\text{ВА}$		

1. По результатам измерений и расчетов построить векторную диаграмму.
2. Сделать вывод по работе.

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель работы.
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема исследования и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами измерений и вычислений
6. Вывод по работе
7. Ответы на контрольные вопросы

## Контрольные вопросы

1. Чему равно индуктивное сопротивление и в каких единицах его измеряют?
2. Чему равно мгновенное напряжение на индуктивности  $L$  и на активном сопротивлении  $R$ , если по ним протекает ток?
3. Чему равна угловая частота и в каких единицах ее измеряют?
4. Чему равны действующие значения синусоидальных токов и напряжений, если известны их амплитудные значения?
5. Как изменится сдвиг фаз между напряжением и током, если  $R$  и  $X_L$  цепи увеличатся в 2 раза?

Таблица 4.2 - Оценочный лист лабораторной работы 4

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения ( $V$ и $A$ )	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к генератору трехфазного напряжения клеммы 0 и $A$	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	8
		измерил сопротивление катушки	0-1	
		снял 3 показания вольтметра	0-3	
		снял показания амперметра	0-1	
		определил цену деления вольтметра	0-1	
		определил цену деления амперметра	0-1	
3	Выполнение расчетной части лабораторной работы	определил 4 величины измерений	0-4	15
		рассчитал полное сопротивление цепи	0-1	
		рассчитал полное сопротивление катушки	0-1	
		рассчитал индуктивное сопротивление катушки	0-1	
		вычислил индуктивность катушки	0-1	
		вычислил сопротивление активного участка цепи	0-1	
		рассчитал активное сопротивление цепи	0-1	
		вычислил активную мощность цепи	0-1	
		вычислил реактивную мощность цепи	0-1	
		вычислил полную мощность цепи	0-1	
		рассчитал коэффициент мощности	0-1	
определил угол сдвига фаз в цепи	0-1			
4	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	9
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		схема исследования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
		построенная векторная диаграмма	0-1	

		вывод по работе	0-1	
5	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
		<b>Максимальное количество баллов:</b>		47

Оценка результатов выполнения работы 4 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	43-47	5	отлично
80 ÷ 89	38-42	4	хорошо
70 ÷ 79	33-37	3	удовлетворительно
менее 70	менее 33	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

**Тема: Исследование последовательного соединения активного сопротивления, индуктивности и емкости (резонанс напряжений)**

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы; проверить закон Ома для неразветвленной цепи переменного тока, состоящей из последовательно включенных резистора, катушки индуктивности и конденсатора; ознакомиться с явлением резонанса напряжений и условиями, при которых он возникает

**Оборудование:** PA1 — комбинированный прибор Ц4342; PV1 — комбинированный прибор 43101; мультиметр; L — катушка индуктивности (трансформатор TV1, выводы 4—8); C1 — конденсатор 0,1 мкФ.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему согласно рисунку 5.1
2. Подключить схему к клеммам источника А и 0 трехфазного генератора;
3. Выполнить измерения. Измерить силу тока  $I$ , напряжение  $U$  на контуре, падение напряжения на емкостном  $U_C$  и индуктивном  $U_L$  сопротивлениях;
4. Результаты измерений занести в протокол;
5. Вычислить

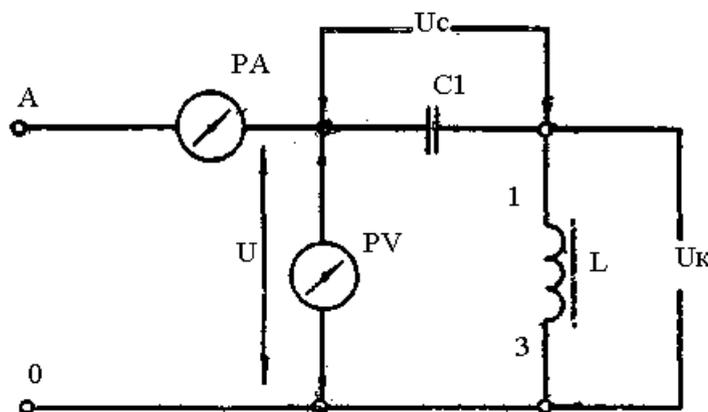


Рисунок 5.1 – Электрическая схема

- полное сопротивление катушки индуктивности  $Z_k$  по формуле:  $Z_L = \frac{U_k}{I}$ ;
- определить индуктивное сопротивление катушки по формуле:  $X_L = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2}$ ;
- емкостное сопротивление конденсатора:  $X_c = \frac{U_c}{I}$  ;
- падения напряжения на активном и индуктивном сопротивлениях катушки
 
$$U_R = I \cdot R;$$

$$U_L = I \cdot X_L;$$
- активную мощность, потребляемую в электрической цепи:  $P = U_R \cdot I$
- полную мощность цепи:  $S = U \cdot I$ ;
- угол сдвига фаз в цепи:  $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ ;  $\varphi = \arccos \frac{P}{S}$ ;

6. Результаты расчетов занести в протокол.

Таблица 5.1 – Протокол измерений и вычислений

Измерено				Вычислено								
$I$	$U$	$U_c$	$U_k$	$Z_L$	$X_L$	$X_c$	$U_R$	$U_L$	$P$	$S$	$\cos \varphi$	$\varphi$
$A$	$B$	$B$	$B$	$Om$	$Om$	$Om$	$B$	$B$	$Bm$	$Ba$		

7. По результатам измерений и расчетов построить векторную диаграмму напряжений.

8. Сделать выводы по работе.

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель работы.
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема исследования и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами вычислений
6. Построенная векторная диаграмма напряжений.
7. Вывод по работе

### Контрольные вопросы

1. Изобразите векторы напряжений на индуктивности и емкости
2. Чему равно полное сопротивление цепи, состоящее из последовательно соединенных R, L и C?
3. Какой знак имеют емкостное и индуктивное сопротивления?
4. Что такое резонанс напряжений?
5. Чему равна резонансная частота, если известна индуктивность и емкость цепи?
6. Совпадает ли по фазе ток с напряжением сети при резонансе напряжений?

7. В каких случаях вектор тока в электрической цепи при последовательном, соединении R, L и C отстает от вектора напряжения сети и в каких случаях опережает его?

8. Чему равен коэффициент мощности при резонансе напряжений?

9. Какую опасность может создать резонанс напряжения?

Таблица 5.2 - Оценочный лист лабораторной работы 5

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к генератору трехфазного напряжения клеммы 0 и A	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	8
		вращая ручкой регулировки частоты ГТ4, добиться резонанса	0-1	
		измерил сопротивление катушки	0-1	
		снял показания амперметра	0-1	
		снял 3 показания вольтметра	0-3	
		определил цену деления вольтметра	0-1	
		определил цену деления амперметра	0-1	
3	Выполнение расчетной части лабораторной работы	определил 4 величины измерений	0-4	14
		рассчитал полное сопротивление катушки	0-1	
		рассчитал индуктивное сопротивление катушки	0-1	
		рассчитал емкостное сопротивление	0-1	
		вычислил напряжение на активном сопротивлении катушки	0-1	
		вычислил напряжение на индуктивном сопротивлении катушки	0-1	
		рассчитал активное сопротивление цепи	0-1	
		определил активную мощность цепи	0-1	
		вычислил полную мощность цепи	0-1	
		рассчитал коэффициент мощности	0-1	
определил угол сдвига фаз в цепи	0-1			
4	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	8
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		схема исследования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
		вывод по работе	0-1	
5	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
<b>Максимальное количество баллов:</b>				45

Оценка результатов выполнения работы 5 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	41-45	5	отлично
80 ÷ 89	36-40	4	хорошо
70 ÷ 79	31-35	3	удовлетворительно
менее 70	менее 31	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

**Тема: Исследование параллельного соединения индуктивного и емкостного сопротивлений (резонанс токов).**

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы; ознакомиться с особенностями параллельного включения индуктивности (катушки) и емкости (конденсатора), а также с распределением токов в такой цепи и явлением резонанса токов.

**Оборудование:** PA1 — прибор комбинированный 43101; PV1 — прибор комбинированный Ц4342; мультиметр; TV1 — трансформатор; C1 — конденсатор 3300 pF.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему согласно рисунку 6.1

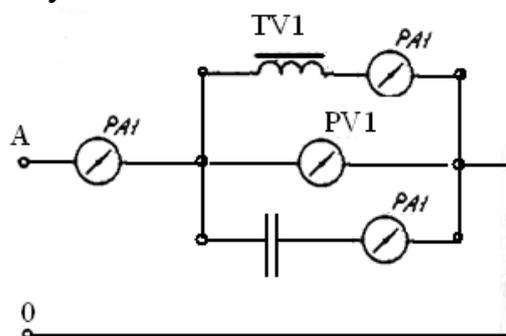


Рисунок 6.1 – Электрическая схема

2. Подключить схему к клеммам А и 0 трехфазного генератора;

3. Выполнить измерения Измерить напряжение контура  $U$ , ток катушки  $I_L$  и ток конденсатора  $I_C$  при включении емкости 3300 pF;

4. Результаты измерений занести в протокол;

5. Вычислить

- полное сопротивление катушки индуктивности  $Z_L$  по формуле:  $Z_L = \frac{U}{I_L}$ ;

- определить индуктивное сопротивление катушки по формуле:  $X_L = \sqrt{Z_L^2 - R_L^2}$ ;

- емкостное сопротивление конденсатора:  $X_c = \frac{U}{I_c}$  ;
- угол сдвига фаз в цепи:  $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ ;  $\varphi = \arccos \frac{P}{S}$ ;
- активную мощность, потребляемую в электрической цепи:  $P = I_L^2 \cdot R_L$ ;
- полную мощность цепи:  $S = U \cdot I$ ;

6. Результаты расчетов занести в протокол.

7. По результатам измерений и расчетов построить векторную диаграмму напряжений.

Таблица 6.1 – Протокол измерений и вычислений

Измерено				Вычислено						
$U$	$I$	$I_c$	$I_L$	$Z_L$	$X_L$	$X_c$	$\cos \varphi$	$\varphi$	$P$	$S$
$B$	$A$	$A$	$A$	$\text{Ом}$	$\text{Ом}$	$\text{Ом}$			$\text{Вт}$	$\text{Ва}$

8. Сделать вывод по работе.

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель работы.
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема исследования и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами вычислений
6. Построенная векторная диаграмма токов.
7. Вывод по работе

### Контрольные вопросы

1. Что такое индуктивное и емкостное сопротивления и в каких единицах их измеряют?
2. Что такое угол  $\varphi$  и как его вычисляют?
3. Как определяют силу суммарного тока в неразветвленной цепи переменного тока, если известна сила тока и его фаза в каждой параллельной ветви?
4. В каких случаях вектор тока совпадает с вектором напряжения, отстает от вектора напряжения и опережает его?
5. Что такое резонанс токов?
6. Какую опасность может представить резонанс токов?

Таблица 6.2 - Оценочный лист лабораторной работы 6

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	

		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к генератору трехфазного напряжения клеммы 0 и A	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	7
		снял показания вольтметра	0-1	
		снял 3 показания амперметра	0-3	
		определил цену деления вольтметра	0-1	
		определил цену деления амперметра	0-1	
3	Выполнение расчетной части лабораторной работы	определил 4 величины измерений	0-4	11
		рассчитал полное сопротивление катушки	0-1	
		рассчитал индуктивное сопротивление катушки	0-1	
		рассчитал емкостное сопротивление	0-1	
		определил активную мощность цепи	0-1	
		вычислил полную мощность цепи	0-1	
		рассчитал коэффициент мощности	0-1	
		определил угол сдвига фаз в цепи	0-1	
4	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре:	0-1	7
		наименование отчета		
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
		вывод по работе	0-1	
5	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
		<b>Максимальное количество баллов:</b>		40

Оценка результатов выполнения работы б производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	36-40	5	отлично
80 ÷ 89	32-35	4	хорошо
70 ÷ 79	28-31	3	удовлетворительно
менее 70	менее 28	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

### Тема: Исследование трехфазной цепи при соединении в звезду

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; правильно включать в цепь электроизмерительные приборы; ознакомиться с трехфазными системами переменного тока и методами измерения фазных и линейных токов и напряжений; проверить основные соотношения между токами и напряжениями при соединении потребителей в звезду; выявить роль нулевого провода в четырехпроводной системе трехфазно-го тока..

**Оборудование:** PA1 — мультиметр; PV1 — прибор комбинированный Ц4342; R1 — - резистор 470  $\Omega$ , 680  $\Omega$ , R2 — резистор 680  $\Omega$ , 680  $\Omega$ , R3 — - резистор 1 к $\Omega$ , 680  $\Omega$ ; SA1 — тумблер TM1-1

Порядок выполнения работы:

1.Собрать схему согласно рисунку 7.1

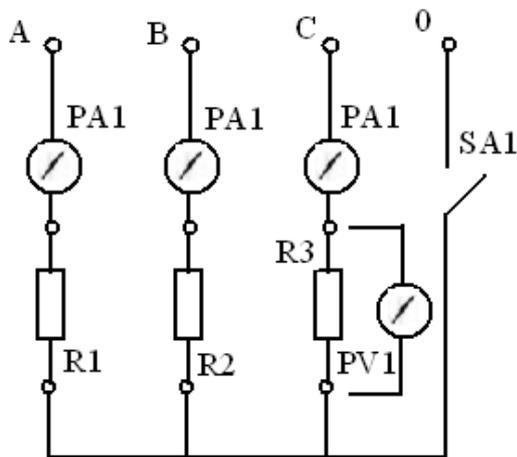


Рисунок 7.1 – Электрическая схема

2. Подключить схему к клеммам трехфазного генератора; соединить в звезду с симметричной нагрузкой во всех трех фазах;
3. Измерить линейные и фазные токи и напряжения, проверить соотношение между линейными и фазными напряжениями при включенном и выключенном нулевом проводе;
4. Изменить нагрузку в фазах так, чтобы во всех трех фазах была разная нагрузка;
5. Измерить линейные и фазные токи и напряжения, проверить соотношения между фазными и линейными напряжениями при выключенном и включенном нулевом проводе;
6. Результаты измерений занести в протокол;
7. По результатам измерений построить векторные диаграммы напряжений и токов для симметричной и несимметричной нагрузок, определить ток в нулевом проводе.
- 8.Сделать вывод по работе.

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель лабораторной работы
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема исследования и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами вычислений
6. Построенные векторные диаграммы напряжений и токов.
7. Вывод по работе

Таблица 7.1 – Протокол измерений и вычислений

Фаза	Дано	Измерено				Вычислить				
	$R_{\phi}$	$I_{\phi}$	$I_{\text{лин}}$	$U_{\phi}$	$U_{\text{лин}}$	$I_0$	$m_I$	$m_U$	Длины векторов	
	Ом	А	А	В	В	А	А/см	В/см	см	
<b>Симметричный режим</b>									$L_I$	$L_U$
<b>A</b>										
<b>B</b>										
<b>C</b>										
<b>Несимметричный режим</b>										
<b>A</b>										
<b>B</b>										
<b>C</b>										

### Контрольные вопросы

1. Какое соединение однофазных потребителей электрической энергии называют звездой?
2. Какое напряжение называют линейным?
3. Во сколько раз линейное напряжение больше фазного при соединении в звезду?
4. Как определить силу тока в нулевом проводе, если известна сила тока в каждом фазном проводе?
5. Для чего применяют нулевой провод в четырехпроводной трехфазной системе?
6. Как изменится напряжение на зажимах приемника электрической энергии, соединенного в звезду с выведенной нулевой точкой, при обрыве нулевого провода при симметричной и несимметричной нагрузках?

Таблица 7.2 - Оценочный лист лабораторной работы 7

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к клеммам трехфазного генератора	0-1	
2	Выполнение измерений при симметричной нагрузке	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	10
		измерить фазные токи	0-1	
		измерить линейные токи	0-1	
		измерить фазные напряжения	0-1	
		измерить линейные напряжения	0-1	
3	Выполнение измерений при несимметричной нагрузке	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	
		измерить фазные токи	0-1	
		измерить линейные токи	0-1	
		измерить фазные напряжения	0-1	
		измерить линейные напряжения	0-1	

4	Выполнение расчетной части лабораторной работы	указал масштаб токов и напряжений		22
		<i>Построил векторную диаграмму для симметричного режим</i>		
		- построил векторы фазного напряжения и обозначил их	0-3	
		- построил векторы линейного напряжения и обозначил их	0-3	
		- отложил векторы фазные (линейные) токи и обозначил их	0-3	
		- построил вектор тока в нулевом проводе	0-1	
		- определил величину тока в нулевом проводе	0-1	
		<i>Построил векторную диаграмму для несимметричного режима</i>		
		- построил векторы фазного напряжения и обозначил их	0-3	
		- построил векторы линейного напряжения и обозначил их	0-3	
		- отложил векторы фазные (линейные) токи	0-3	
		- построил вектор тока в нулевом проводе	0-1	
- определил величину тока в нулевом проводе	0-1			
5	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	7
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
		вывод по работе	0-1	
6	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
<b>Максимальное количество баллов:</b>			54	

Оценка результатов выполнения работы 7 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	49-54	5	отлично
80 ÷ 89	44-48	4	хорошо
70 ÷ 79	38-43	3	удовлетворительно
менее 70	менее 38	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

**Тема: Исследование трехфазной цепи при соединении в треугольник.**

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы; ознакомиться с трехфазными системами переменного тока и методами измерения фазных и линейных токов и напряжений; проверить основные соотношения между токами и напряжениями при соединении потребителей в треугольник.

**Оборудование:** PA1 — прибор комбинированный 43101; PV1 — прибор комбинированный Ц4342; R1 — резистор 470 Ω, 680 Ω, R2 — резистор 680 Ω, 680 Ω, R3 — резистор 1 кΩ, 680 Ω; SA1 — тумблер ТМ1-1

Порядок выполнения работы:

1.Собрать схему согласно рисунку 8.1

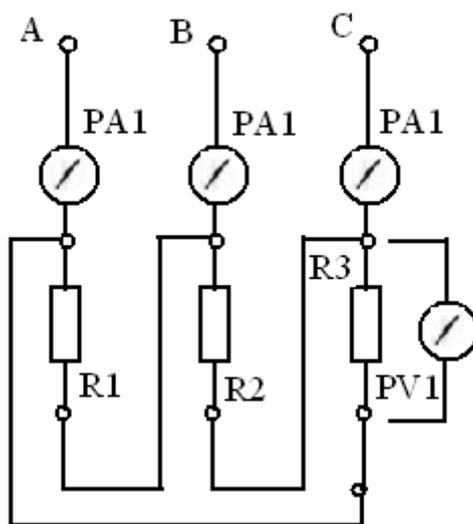


Рисунок 8.1 – Электрическая схема

2. Подключить схему к клеммам трехфазного генератора; соединить в треугольник с симметричной нагрузкой во всех трех фазах;
3. Измерить линейные и фазные токи и напряжения, проверить соотношение между линейными и фазными напряжениями;
4. Изменить нагрузку в фазах так, чтобы во всех трех фазах была разная нагрузка;
5. Измерить линейные и фазные токи и напряжения, проверить соотношения между фазными и линейными напряжениями;
6. Результаты измерений занести в протокол;
7. По результатам измерений построить векторные диаграммы, определив линейные токи при двух режимах работы электрической цепи (симметричном и несимметричном).
- 8.Сделать вывод по работе.

Таблица 8.1 – Протокол измерений и вычислений

Фаза	Дано	Измерено				Вычислить			
	$R_{\phi}$	$I_{\phi}$	$I_{\text{лин}}$	$U_{\phi}$	$U_{\text{лин}}$	$I_{\text{лин}}$	$m_I$	$m_U$	Длины векторов
	Ом	А	А	В	В	А	А/см	В/см	см
<b>Симметричный режим</b>									
<i>AB</i>									
<i>BC</i>									
<i>CA</i>									
<b>Несимметричный режим</b>									
<i>AB</i>									
<i>BC</i>									
<i>CA</i>									

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель лабораторной работы

2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема исследования и порядок работы с ней
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами измерений и вычислений
6. Построенные векторные диаграммы напряжений и токов.
7. Вывод по работе

### Контрольные вопросы

1. Какое соединение однофазных потребителей электрической энергии называют треугольником?
2. Какой провод называют линейным, фазным?
3. Какое соотношение между линейными и фазными токами при соединении треугольником?
4. Во сколько раз линейное напряжение больше фазного при соединении в треугольник?

Таблица 8.2 - Оценочный лист лабораторной работы 8

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к клеммам трехфазного генератора	0-1	
2	Выполнение измерений при симметричной нагрузке	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	10
		измерить фазные токи	0-1	
		измерить линейные токи	0-1	
		измерить фазные напряжения	0-1	
		измерить линейные напряжения	0-1	
3	Выполнение измерений при несимметричной нагрузке	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	10
		измерить фазные токи	0-1	
		измерить линейные токи	0-1	
		измерить фазные напряжения	0-1	
		измерить линейные напряжения	0-1	
4	Выполнение расчетной части лабораторной работы	указал масштаб токов и напряжений		24
		<i>Построил векторную диаграмму для симметричного режим</i>		
		- построил векторы фазного (линейного) напряжения и обозначил их	0-3	
		- отложил векторы фазные токи и обозначил их	0-3	
		- построил векторы линейных токов и обозначил их	0-3	
		- определил величины линейных токов	0-3	
		<i>Построил векторную диаграмму для несимметричного режима</i>		
		- построил векторы фазного (линейного) напряжения и обозначил их	0-3	
- отложил векторы фазные токи и обозначил их	0-3			

		- построил векторы линейных токов и обозначил их	0-3	
		- определил величины линейных токов	0-3	
5	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	7
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
		вывод по работе	0-1	
6	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
<i>Максимальное количество баллов:</i>				56

Оценка результатов выполнения работы 8 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	51-56	5	отлично
80 ÷ 89	45-55	4	хорошо
70 ÷ 79	40-44	3	удовлетворительно
менее 70	менее 40	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

**Тема: Определение мощности, коэффициента мощности в цепи переменного трехфазного тока**

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы; ознакомиться с методами измерения и приборами, предназначенными для измерения активной мощности и коэффициента мощности в цепи трехфазного тока.

**Оборудование:** PA1 — комбинированный прибор 43101; PV1 — комбинированный прибор Ц4342; мультиметр;  $L_1 \div L_3$  — катушка индуктивности (трансформатор TV1, выводы 1—3); R1 — резистор 680  $\Omega$ , 100  $\Omega$ ; R2 — резистор 680  $\Omega$ , 2,2 к $\Omega$ ; R3 — резистор 680  $\Omega$ , 10 к $\Omega$ , SA1-тумблер TM1-1.

**Порядок выполнения работы:**

1. С помощью мультиметра измерить активное сопротивление катушки индуктивности  $R_L$ ;
2. Собрать схему согласно рисунку 9.1;
3. Подключить схему к клеммам трехфазного генератора;
4. Снять показания приборов Измерить ток  $I_\phi$  и напряжение  $U_\phi$  в каждой фазе при симметричной и несимметричной нагрузке с включенным нулевым проводом;
5. Вычислить по результатам измерений:  $R_\phi$ ;  $P_\phi$ ;  $S_\phi$ ;  $\cos \phi$ ;  $S$ ;  $P$ ; и по формулам:

$$R_{\phi} = R + R_k; \quad P_{\phi} = I_{\phi}^2 \cdot R_{\phi}; \quad S_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi}; \quad \cos \varphi = \frac{P_{\phi}}{S_{\phi}} \quad \text{где } R \text{ — сопротивление } R_1; R_2$$

или  $R_3$ ;

для симметричной нагрузки:  $S = 3S_{\phi}; \quad P = 3P_{\phi}$

для несимметричной нагрузки:

$$S = S_{\phi 1} + S_{\phi 2} + S_{\phi 3}; \quad P = P_{\phi 1} + P_{\phi 2} + P_{\phi 3};$$

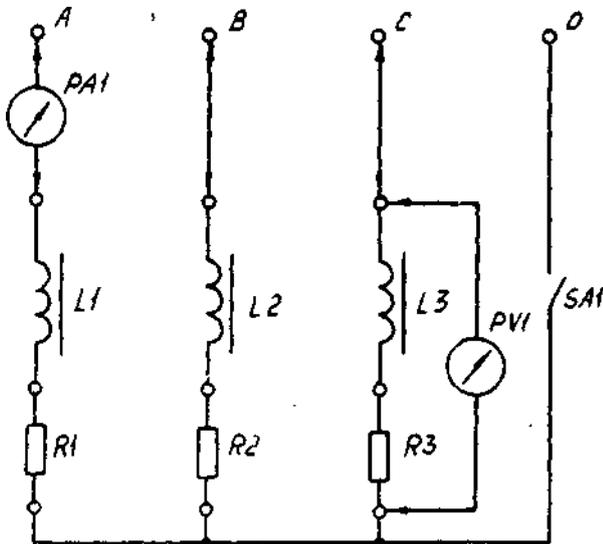


Рисунок 9.1 – Электрическая схема

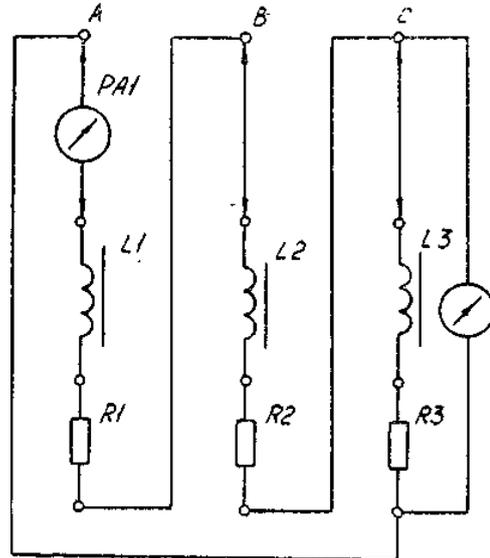


Рисунок 9.2 – Электрическая схема

6. Занести результаты измерений в протокол;

Таблица 9.1 – Протокол измерений и вычислений (соединение звездой)

Фаза	Дано		Измерено		Вычислить					
	$R_k$ Ом	$R_i$ Ом	$I_{\phi}$ А	$U_{\phi}$ В	$R_{\phi}$ Ом	$P_{\phi}$ Вт	$S_{\phi}$ ВА	$\cos \varphi$	$S$ ВА	$P$ Вт
<b>Симметричный режим (нейтральный провод включен)</b>										
<i>A</i>										
<i>B</i>										
<i>C</i>										
<b>Несимметричный режим (нейтральный провод включен)</b>										
<i>A</i>										
<i>B</i>										
<i>C</i>										

7. Собрать схему согласно рисунку 9.2;

8. Подключить схему к клеммам трехфазного генератора;

9. Измерить ток  $I_{\phi}$  и напряжение  $U_{\phi}$  в каждой фазе при симметричной и несимметричной нагрузке;

10. Вычислить по результатам измерений:  $R_{\phi}; P_{\phi}; S_{\phi}; \cos \varphi; S; P$ ; и по формулам:

$$R_{\phi} = R + R; \quad P_{\phi} = I_{\phi}^2 \cdot R_{\phi}; \quad S_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi}; \quad \cos \varphi = \frac{P_{\phi}}{S_{\phi}}$$

где  $R$  — сопротивление  $R_1; R_2$  или  $R_3$ ;

для симметричной нагрузки:  $S=3S_{\phi}$ ;  $P=3P_{\phi}$

для несимметричной нагрузки:  $S = S_{\phi1}+S_{\phi2}+S_{\phi3}$ ;  $P = P_{\phi1}+P_{\phi2}+P_{\phi3}$ ;

11. Занести результаты измерений в протокол;

Таблица 9.2 – Протокол измерений и вычислений (соединение треугольником)

Фаза	Дано		Измерено		Вычислить					
	R <sub>к</sub>	R <sub>i</sub>	I <sub>φ</sub>	U <sub>φ</sub>	R <sub>φ</sub>	P <sub>φ</sub>	S <sub>φ</sub>	Cos φ	S	P
	Ом	Ом	А	В	Ом	Вт	ВА		ВА	Вт
<b>Симметричный режим</b>										
<i>AB</i>										
<i>BC</i>										
<i>CA</i>										
<b>Несимметричный режим</b>										
<i>AB</i>										
<i>BC</i>										
<i>CA</i>										

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель лабораторной работы
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема измерения и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами измерений и вычислений
6. Вывод по работе

### Контрольные вопросы

1. Какие приборы применяют для измерения активной мощности в цепи трехфазного тока?
2. Какие приборы применяют для измерения коэффициента мощности и частоты переменного тока?
3. Как определяют полную и активную мощность в трехфазной цепи?
4. Как устроен трехфазный двухэлементный ваттметр?
5. Какие схемы включения ваттметров применяют для измерения активной мощности в трехфазной системе при симметричной нагрузке во всех трех фазах?

Таблица 9.3 - Оценочный лист лабораторной работы 9

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и пере-	0-2	

		мычек согласно схеме лабораторной работы		
		подключил схему к клеммам трехфазного генератора	0-1	
<i>Соединение «звездой»</i>				
2	Выполнение измерений при симметричной нагрузке	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	6
		измерить фазные токи	0-1	
		измерить фазные напряжения	0-1	
	Выполнение измерений при несимметричной нагрузке	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	
		измерить фазные токи	0-1	
		измерить фазные напряжения	0-1	
<i>Соединение «треугольником»</i>				
3	Выполнение измерений при симметричной нагрузке	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	6
		измерить фазные токи	0-1	
		измерить фазные напряжения	0-1	
	Выполнение измерений при несимметричной нагрузке	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	
		измерить фазные токи	0-1	
		измерить фазные напряжения	0-1	
4	Выполнение расчетной части лабораторной работы	рассчитал активное сопротивление фаз	0-8	24
		определил активную мощность фаз	0-8	
		определил активную мощность цепи	0-4	
		вычислил полную мощность фаз	0-8	
		вычислил полную мощность цепи	0-4	
5	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	7
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
		вывод по работе	0-1	
6	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
<b>Максимальное количество баллов:</b>				58

Оценка результатов выполнения работы 9 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	53-58	5	отлично
80 ÷ 89	47-52	4	хорошо
70 ÷ 79	41-46	3	удовлетворительно
менее 70	менее 41	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

**Тема: Определение значения сопротивления с помощью вольтметра и амперметра**

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться составлять электрические схемы, включать в цепь амперметр и вольтметр, измерять и вычислять электрическое сопротивление постоянному току в электрической цепи

**Оборудование:**  $R_0$  - резистор переменный 470 Ом,  $R_1$  - резистор 330 Ом;  $R_2$  – резистор 680 Ом PA1 - комбинированный прибор 43101; PV1 - комбинированный прибор Ц4342

Порядок выполнения работы:

1.Собрать схему согласно рисунку 10.1

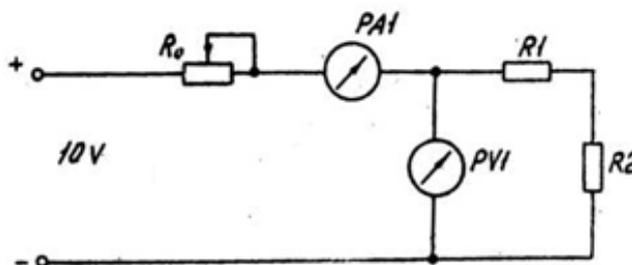


Рисунок 10.1 – Электрическая схема

2. Подключить схему к источнику питания комплекта 0 – + 15 V и установить напряжение на входе схемы 10V

3.Ручку переменного резистора  $R_0$  поочередно установить в крайнее левое, среднее и крайнее правое положение, занести в протокол испытаний показания приборов.

4. Рассчитать значения сопротивления исследуемого участка цепи трех положений ручки переменного резистора  $R_0$  по формуле:  $R_{1,2} = \frac{U}{I}$

5. Определить среднее арифметическое результатов трех наблюдений по формуле:

$$R_{1,2cp} = \frac{R'_{1,2} + R''_{1,2} + R'''_{1,2}}{3}$$

6 Вычислить абсолютные погрешности измерения сопротивления методом амперметра и вольтметра для каждого положения ручки переменного резистора  $R_0$  по формуле:

$$\Delta = R_{1,2cp} - R_{1,2}$$

7 Вычислить относительные погрешности косвенных измерений сопротивления участка цепи по формуле:  $\delta = \frac{\Delta \cdot 100}{R_{1,2cp}}$

8 Данные расчетов занести в протокол

9. Сделать вывод по работе.

Таблица 10.1 – Протокол измерений и вычислений

	Дано		Измерено						Вычислить			
	$R_1$	$R_2$	I, A			U, В			$R_{1,2}$	$R_{1,2cp}$	$\Delta$	$\delta$
	Ом	Ом	дел	цена делен	велич	дел	цена делен	велич	Ом	Ом	Ом	%
1												
2												
3												

## Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель лабораторной работы
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема измерения и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами измерений и вычислений
6. Вывод по работе

## Контрольные вопросы

1. На основании какого закона по показаниям амперметра и вольтметра определяют электрическое сопротивление электрической цепи постоянному току?
2. В каких единицах измеряют силу тока, напряжение, электрическое сопротивление и проводимость?
3. Сформулируйте определение, что такое ампер, вольт, ом, сименс?
4. Что такое удельное электрическое сопротивление, как его обозначают и в каких единицах измеряют?
5. Что такое удельная проводимость, как ее обозначают и в каких единицах измеряют?
6. Влияет ли температура провода на его электрическое сопротивление и, если влияет, -какова эта зависимость?
7. Как можно повысить точность измерения электрического сопротивления с помощью амперметра и вольтметра?
8. Какими другими приборами можно измерить электрическое сопротивление?

Таблица 10.2- Оценочный лист лабораторной работы 10

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к источнику питания	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	10
		установить напряжение на входе схемы	0-1	
		снял 3 показания вольтметра	0-3	
		снял 3 показания амперметра	0-3	
		определил цену деления вольтметра	0-1	
		определил цену деления амперметра	0-1	
3	Выполнение расчетной части лабораторной работы	вычислил величины 6 измерений	0-5	15
		рассчитал значения сопротивления исследуемого участка цепи	0-3	
		определил среднее арифметическое результатов трех наблюдений	0-1	

		вычислил абсолютные погрешности измерения сопротивления	0-3	
		вычислил относительные погрешности косвенных измерений сопротивления	0-3	
4	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	7
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	
		вывод по работе	0-1	
5	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
<b>Максимальное количество баллов:</b>				47

Оценка результатов выполнения лабораторной работы № 10 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	43-47	5	отлично
80 ÷ 89	38-42	4	хорошо
70 ÷ 79	33-37	3	удовлетворительно
менее 70	менее 33	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

**Тема: Определение необходимого сечения проводов и потерь напряжения в проводах**

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы; научиться определять необходимое сечение проводов и потери напряжения в проводах, определять КПД линии передачи.

**Оборудование:** PV1 - комбинированный прибор Ц4342; PV2- комбинированный прибор 43101; R1; R2- резистор 27 Ω; R3; R4 - резистор 680 Ω.

Порядок выполнения работы:

1.Собрать схему согласно рисунку 11.1;

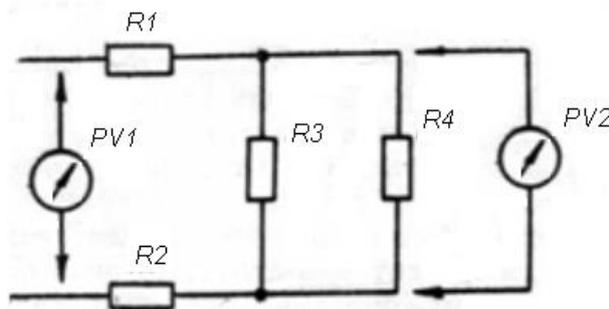


Рисунок 11.1 – Электрическая схема

- 2 Подключить схему к источнику питания  $\sim 8 \text{ V}$ ;
- 3 Измерить напряжение источника питания  $\sim 8 \text{ V}$  и напряжение на нагрузке;
- 4 Определить падение напряжения на проводах;
- 5 Определить сечение медного и алюминиевого провода, необходимого для передачи электроэнергии на данную нагрузку на расстояние  $l = 500 \text{ м}$  по формуле:

$$S = 2 \frac{\rho \cdot l}{R_{\text{л}}} \text{ мм}^2$$

где  $R_{\text{л}} = R_1 + R_2$

- 6 Определить мощность на нагрузке

$$P_{\text{н}} = \frac{U_{\text{н}}^2}{R_{\text{н}}}$$

- 7 Определить мощность, потребляемую от источника

$$P = \frac{U_{\text{п}}^2}{R_{\text{н}} + R_{\text{л}}}$$

- 8 Определить КПД линии передачи

$$\eta = \frac{P_{\text{н}}}{P}$$

- 9 Подключить схему к источнику питания  $\sim 24 \text{ V}$  измерить напряжение источника и напряжение на нагрузке;

- 10 Определить мощность на нагрузке; мощность, потребляемую от источника и КПД линии передачи

- 11 Составить и заполнить протокол. Сделать вывод по проделанной работе.

- 12 Занести результаты измерений и вычислений в протокол;

Таблица 11.1 - Протокол измерений и вычислений

Напряже- ние ис- точника питания	Дано					Измере- но		Вычислить						
	$R_1;$ $R_2$	$R_3; R_4$	$l$	$\rho_{\text{Cu}}$	$\rho_{\text{Al}}$	$U_{\text{п}}$	$U_{\text{н}}$	$R_{\text{л}}$	$R_{\text{н}}$	$S_{\text{Cu}}$	$S_{\text{Al}}$	$P_{\text{н}}$	$P$	$\eta$
	Ом	Ом	м	$\frac{\text{Ом} \cdot \text{м}}{\text{мм}^2}$	$\frac{\text{Ом} \cdot \text{м}}{\text{мм}^2}$	В	В	Ом	Ом	мм <sup>2</sup>	мм <sup>2</sup>	Вт	Вт	-
$\sim 8 \text{ V}$	—	—	—	—	—	—	—							
$\sim 24 \text{ V}$						—	—							

- 14 Сделать вывод по проделанной работе. Сравнить мощности, отдаваемые в нагрузки, и КПД

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель лабораторной работы

2. Перечень и технические данные оборудования
3. Электрическая схема исследования и порядок работы с ней.
4. Расчетная часть лабораторной работы
5. Протокол с результатами измерений и вычислений
6. Вывод по работе

### Контрольные вопросы

1. Какие задачи решаются с помощью электрической сети?
2. Какие сети используются для передачи электроэнергии?
3. Каково устройство электрической сети?
4. По каким признакам классифицируются электроприемники?
5. Перечислите, основные схемы электрических сетей
6. Что такое энергоэффективность?
7. Расскажите о цели энергосберегающих программ

Таблица 11.2 - Оценочный лист лабораторной работы 11

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к источнику питания ~ 8 V	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	9
		измерил напряжение источника питания и напряжение на нагрузке при подключении к ~ 8 V	0-2	
		выключить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	
		подключил схему к источнику питания ~ 24 V	0-1	
		включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	
		измерил напряжение источника питания и напряжение на нагрузке при подключении к ~ 24 V	0-2	
		выключить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	
3	Выполнение расчетной части лабораторной работы	вычислил величины 4 измерений	0-4	14
		рассчитал сопротивление линии передач	0-1	
		рассчитал сопротивление нагрузки	0-1	
		определить сечение медного и алюминиевого провода	0-2	
		определить мощность на нагрузке	0-2	
		определить мощность потребляемую от источника	0-2	
		вычислил КПД линии передач	0-2	
4	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	7
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	
		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений и вычислений	0-1	

		вывод по работе	0-1	
5	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
		<b>Максимальное количество баллов:</b>		45

Оценка результатов выполнения лабораторной работы № 11 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	41-45	5	отлично
80 ÷ 89	36-40	4	хорошо
70 ÷ 79	32-35	3	удовлетворительно
менее 70	менее 32	2	не удовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

**Тема:** Исследование полупроводникового диода

**Цель работы:** научиться читать электрические схемы; научиться правильно включать в цепь электроизмерительные приборы; изучить свойства плоскостных полупроводниковых диодов путем практического снятия и исследования их вольт-амперных характеристик.

**Оборудование:** PA1 - комбинированный прибор 43101; PV1 - комбинированный прибор Ц4342; R<sub>1</sub> – резистор переменный 470 Ом

### Порядок работы

1. Записать паспортные данные исследуемого полупроводникового диода
2. Собрать схему, приведенную на рис. 12.1.

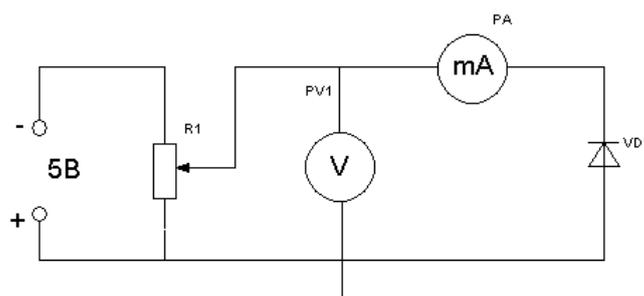


Рисунок 12.1 - Схема для исследования прямой ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода

3. Снять прямую ветвь вольтамперной характеристики  $I_{пр} = f(U_{пр})$
4. Полученные результаты занести в таблицу 12.1.

Таблица 12.1 - Прямая ветвь ВАХ

U <sub>пр</sub> , В											
I <sub>пр</sub> , мА											

1.Собрать для исследования диода VD1 схему, приведенную на рис. 12.2.

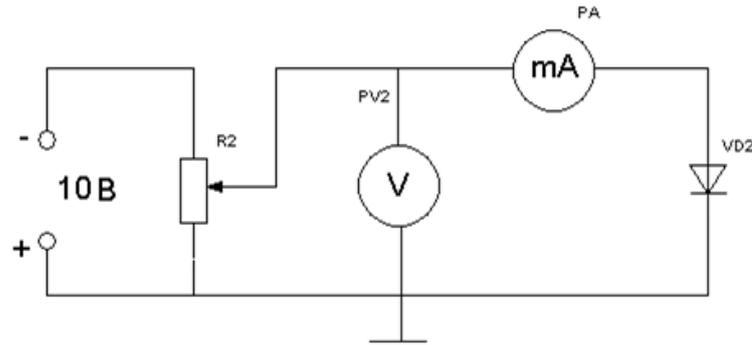


Рисунок 12.2 - Схема для исследования обратной ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода.

6. Снять обратную ветвь вольтамперной характеристики  $I_{обр} = f(U_{обр})$ .

7. Полученные результаты занести в таблицу 12.2.

Таблица 12.2 - Обратная ветвь ВАХ

$U_{обр},$ В											
$I_{обр},$ мкА											

*Примечание:*

Паспортные данные исследуемого полупроводникового диода

*Диод 226 Б*

- Максимально выпрямленный ток - 300 мА
- Максимальное обратное рабочее напряжение - 400 В
- Прямое падение напряжения - 1 В
- Обратный ток не менее 0,3 мА

*Указание:*

Прямая ветвь вольтамперной характеристики снимается при значениях прямого тока от 0,3-50 мА

Прямое напряжение не должно превышать 1,5 В

Обратная ветвь вольтамперной характеристики снимается при значениях

Обратного напряжения 10-100В

Обратный ток  $I_{обр.}=1-10$  мкА

### Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель лабораторной работы
2. Перечень и технические данные оборудования
3. Порядок работы с электрической схемой включения электроизмерительных приборов.

4. Протокол с результатами измерений
5. Построенные графики  $I_{пр} = f(U_{пр})$  и  $I_{обр} = f(U_{обр})$
6. Паспортные данные исследуемого полупроводникового диода
7. Ответы на контрольные вопросы
8. Вывод по работе

### Контрольные вопросы

1. Что такое полупроводники n- и p-типа?
2. Что означает прямое и обратное направление включения диода?
3. Укажите основное достоинство диода
4. Как изменяется пробивное напряжение диода с увеличением температуры от 0 до 70°C?
5. С какой целью мощные диоды изготавливают в массивных металлических корпусах?
6. По каким признакам классифицируются электроприемники?
7. Какие диоды применяются для выпрямления переменного тока?
8. Какие диоды работают в режиме пробоя?
9. Какие конструктивные особенности принципиально отличают базу от эмиттера и коллектора?

Таблица 12.3- Оценочный лист лабораторной работы 12

№	Оцениваемый параметр	Признаки проявления	Оценка	Макс. балл
	Сборка электрической схемы последовательного соединения элементов	прочитал электрическую схему	0-1	10
		подобрал оборудование с определенными параметрами и характеристиками;	0-2	
		установил на поле монтажной платы необходимое для проведения лабораторной работы оборудование	0-2	
		включил кнопку рода тока на измерительных приборах	0-1	
		установил ручки переключателя приборов на определенный диапазон измерения (V и A)	0-1	
		соединил оборудование с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы	0-2	
		подключил схему к источнику питания	0-1	
2	Выполнение измерений	включить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	16
		установил потенциометр в нижнее по схеме положение	0-2	
		изменяя напряжение $U_{пр}$ от 0 до 1 В, измерить прямой ток для диода КД209А (6 измерений)	0-6	
		изменяя напряжение $U_{пр}$ от 0 до 1 В, измерить прямой ток для диода КД521А (6 измерений)	0-6	
		выключить тумблер «СЕТЬ ВКЛ»	0-1	
3	Выполнение практической части лабораторной работы	построил график $I_{пр} = f(U_{пр})$ для КД209А	0-1	5
		построил график $I_{пр} = f(U_{пр})$ для КД521А	0-1	
		расшифровал маркировку используемых в схеме диодов, транзистора	0-3	
4	Оформление отчета по лабораторной работе	отчет оформил в полном соответствии к структуре: наименование отчета	0-1	7
		тема лабораторной работы	0-1	
		цель лабораторной работы	0-1	

		перечень и технические данные оборудования	0-1	
		порядок работы	0-1	
		протокол с результатами измерений	0-1	
		вывод по работе	0-1	
5	Защита лабораторной работы	устно ответил на вопросы к лабораторной работе или выполнил и пояснил выполнение тестового задания	5	5
		<b>Максимальное количество баллов:</b>		43

Оценка результатов выполнения лабораторной работы № 12 производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	39-43	5	отлично
80 ÷ 89	35-38	4	хорошо
70 ÷ 79	31-34	3	удовлетворительно
менее 70	менее 31	2	не удовлетворительно

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

### Основные источники (электронные издания):

1. Немцов М.В. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования / М.В. Немцов, М.Л. Немцова. – М.: Издательский центр «Академия», 2017.- 432с.
2. Полещук В.И. Задачник по электротехнике и электронике [Электронный ресурс]: учебн. пособие / В.И. Полещук. - М.: Издательский центр «Академия», 2016.- 256с.

### Дополнительные источники

#### Печатные издания

1. ГОСТ Р 52002-2003 Электротехника. Термины и определения основных понятий

#### Электронные издания

1. Гордеев-Бургвиц М.А. Общая электротехника и электроснабжение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гордеев-Бургвиц М.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017.— 470 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65651.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Дементьев Ю.Н. Электротехника и электроника. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Дементьев Ю.Н., Чернышев А.Ю., Чернышев И.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 223 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66403.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Лихачев В.Л. Электротехника [Электронный ресурс]: практическое пособие/ Лихачев В.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2016.— 608 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65130.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Шандриков А.С. Электротехника с основами электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шандриков А.С.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016.— 320 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67801.html>.— ЭБС «IPRbooks»

#### Электронные ресурсы

1. Ресурс <http://elektroinf.narod.ru/> Библиотека электроэнергетика
2. Ресурс <http://www.elektroshema.ru/> Электричество и схемы
3. Ресурс <http://rusbuk.ru/> учебники по Электротехнике и электронике

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Министерство образования и молодежной политики  
Свердловской области

Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Свердловской области  
«БОГДАНОВИЧСКИЙ ПОЛИТЕХНИКУМ»

### **ОТЧЕТНЫЕ РАБОТЫ**

по лабораторным занятиям

#### **ОП.05 Электротехника и основы электроники**

по специальности

15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного  
оборудования (по отраслям)

Выполнил: \_\_\_\_\_

Группа: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

**2023**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Форма отчета по лабораторной работе

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №

**Тема: Определение погрешностей измерения значения сопротивления методом вольтметра и амперметра**

Цель работы: Цель работы – научиться составлять простейшие электрические схемы, включать в цепь амперметр и вольтметр, измерять и вычислять электрическое сопротивление постоянному току в электрической цепи, определять погрешности измерения

Приборы и оборудование:

№ п/п	Наименование	Технические характеристики
1	R0 - резистор переменный	470 Ом
2	R1 - резистор	330 Ом
3	R2 – резистор	680 Ом
4	PA1 - комбинированный прибор 43101	прибор амперметр постоянного тока с диапазоном 100мА
5	PV1 - комбинированный прибор Ц4342	прибор вольтметр постоянного тока с диапазоном 50 В

Порядок выполнения работы:

1.Собрать схему

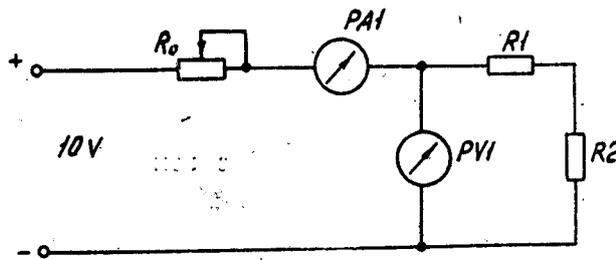


Рисунок 1 – Электрическая схема

2. Подключить схему к источнику питания комплекта 0 – + 15 V и установить напряжение на входе схемы 10V

3. Ручку переменного резистора R0 поочередно установить в крайнее левое, среднее и крайнее правое положение, занести в протокол испытаний показания приборов.

4. Значение сопротивления исследуемого участка цепи:

$$R_{1,2} = \frac{U}{I}$$

1. Среднее арифметическое результатов трех наблюдений по формуле:

$$R_{1,2cp} = \frac{R'_{1,2} + R''_{1,2} + R'''_{1,2}}{3}$$

6 Абсолютные погрешности измерения сопротивления:

$$\Delta = R_{1,2cp} - R_{1,2}$$

7 Относительные погрешности косвенных измерений сопротивления участка цепи:

$$\delta = \frac{\Delta \cdot 100}{R_{1,2cp}}$$

8 Данные расчетов представлены в таблице 1

Таблица 1 – Протокол измерений и вычислений

	Дано		Измерено						Вычислить			
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	I, А			U, В			R <sub>1,2</sub>	R <sub>1,2</sub> ср	Δ	δ
	Ом	Ом	дел	цена де- лен	ве- лич	дел	цена де- лен	ве- лич	Ом	Ом	Ом	%
1												
2												
3												

9. Вывод:

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

### **Правила выполнения лабораторных работ**

При выполнении лабораторной работы студент **должен:**

- строго выполнять весь объем, указанный в описаниях соответствующих работ;
- соблюдать правила безопасности, быть внимательным и аккуратным;
- перед началом работы, внимательно прочитать порядок ее выполнения;
- проверить наличие всех необходимых материалов для выполнения работы;
- знать, что после выполнения работы, надо представить отчет о проделанной работе.

#### **Указания по выполнению работы**

1. Ознакомьтесь с методическими указаниями по выполнению лабораторной работы.
2. Подберите и установите на монтажной плате необходимое для выполнения лабораторной работы оборудование.
3. Соберите схему и подключите ее к источнику питания
4. Снимите показания измерительных приборов и переведите их в электрические величины.
5. Выполните расчетную часть лабораторной работы
6. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии со структурой.
7. Ознакомьтесь с оценочным листом, по которому будет оцениваться ваша работа. Это поможет провести самоанализ выполненной работы и повысит шанс получить более высокую оценку.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Правила техники безопасности при проведении лабораторных работ

Устройство лабораторное является действующей электроустановкой, отдельные элементы которой находятся под напряжением. Поэтому при определенных условиях, возникающих из-за нарушения установленных правил, устройство лабораторное может стать источником поражения человека электрическим током. Положение усугубляется еще и особенностью монтажа элементов устройства лабораторного, предусматривающего максимальную доступность студентов к оборудованию, создающего дополнительные опасности при выполнении лабораторных работ.

Специфика работы с электротехническими элементами состоит в том, что при несоблюдении правил техники безопасности обучающийся подвергается опасности поражения электрическим током. Необходимо помнить, что многие элементы схемы лабораторной установки, находящиеся под напряжением, доступны для прикосновения. Поэтому студенты в лаборатории должны соблюдать исключительную осторожность и правила техники безопасности:

- 1). О всех замеченных неисправностях в работе установки и нарушениях правил техники безопасности, каждый студент должен немедленно доложить преподавателю;
- 2). Если произошел несчастный случай, лабораторную установку следует немедленно отключить, оказать пострадавшему первую помощь и сообщить об этом преподавателю.
- 3). Инструктаж по технике безопасности должен быть зафиксирован в специальном журнале, где каждый обучающийся должен расписаться.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Подготовка устройства лабораторного к работе

3. Для работы с устройством рабочее место должно быть оборудовано защитным заземлением.
4. Установить устройство на рабочее место в горизонтальное положение, открыть крышку и зафиксировать ее с помощью ограничителей.
5. Произвести внешний осмотр всех элементов устройства и изучить их расположение.
6. Открыть крышку чемодана, извлечь из отсека провода, шнур питания подключить к разъему сеть, а к винту заземления подсоединить провод от контура защитного заземления. Разъем' питания и винт заземления находятся на задней стенке чемодана.
7. Включить шнур питания устройства в сеть и включить тумблер СЕТЬ ВКЛ.
8. Проверить напряжение источника питания.
8. Включить тумблер ГС ВКЛ. и, подключив к гнездам « $U_m$ » осциллограф, проверить наличие всех видов выходных сигналов на одной из частот в положении «х1» переключателя «V».
9. Выключить тумблер.
10. Включить тумблер ГТН ВКЛ. и осциллографом проверить наличие напряжения между фазами АВС и нулем и между фазами АВ, ВС, СА.
11. Выключить тумблеры ГТН ВКЛ. и СЕТЬ ВКЛ.
12. Установить на поле монтажной платы необходимые для проведения лабораторной работы элементы из лабораторного набора, соединить их с помощью проводов и перемычек согласно схеме лабораторной работы.

Устройство готово к проведению лабораторной работы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Работа с измерительными приборами

Измерение электрических величин схем устройства лабораторного осуществляется измерительными приборами двух типов.

#### 1 ЦИФРОВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ

Для контроля электрических параметров работы устройства: тока, А; напряжения, В, сопротивления, Ом, применяем переносные цифровые мультиметры М890.

Мультиметры М890 - компактный, износостойкий, карманный, с питанием от батарей, 3 /2-разрядный для контроля постоянного и переменного напряжения, постоянного и переменного тока, сопротивления, проверки диодов, транзисторов и проводимости. МОП АЦП двойного интегрирования с автоматической коррекцией нуля, автоматическим определением полярности и индикацией перегрузки. Защита от перегрузок обеспечена в указанных пределах.



#### СИМВОЛЫ

АС – переменный ток

ДС- постоянный ток

Опасное напряжение

Заземление

Предохранитель

Двойная изоляция

## **Технические характеристики**

- Один переключатель на 24 положения для выбора рода работы или предела;
- Высокая чувствительность -100 мкВ;
- Автоматическая индикация перегрузки - "1" в старшем разряде;
- Автоматическое определение полярности постоянного напряжения или тока;
- Все пределы защищены от перегрузок;

## **МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

Не используйте мультиметр, если он имеет повреждение корпуса, уделяете особое внимание гнездам подключения

Проверяйте изоляцию щупов, не пользуйтесь неисправными щупами.

Если значение измеряемого параметра неизвестно установите максимальный диапазон;

Соблюдайте осторожность при работе с напряжением свыше 30 В переменного и 42 вольт постоянного напряжения

Подключайте испытательный щуп после подключения общего. Разъединяйте в обратном порядке.

## **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Для избежание повреждения мультиметра следуете рекомендациям:

- Отключайте питание и разряжайте высоковольтные конденсаторы при измерении сопротивления, прозвонке цепей, диодов или измерении емкости;
- Используйте терминалы, функции и диапазоны измерений соответственно инструкции;
- Перед измерением тока, проверьте предохранитель и отключите питание прибора;
- Перед поворотом переключателя ФУНКЦИИ/ДИАПАЗОНЫ отсоедините измерительные щупы;

## **РАБОТА С МУЛЬТИМЕТРОМ**

1 Знак треугольника с восклицательным знаком внутри и "молнией» снаружи рядом с гнездами щупов означает, что напряжение или ток входе не должны превышать указанные значения. Это необходимо для предупреждения повреждения внутренних цепей.

2 Переключатель пределов перед работой должен быть установлен на тот предел, на котором Вы собираетесь работать.

## **ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

1.Соедините ЧЕРНЫЙ щуп с гнездом СОМ, а КРАСНЫЙ - с гнездом V/ $\Omega$ ,  
2.Установите переключатель на нужный предел V=, и присоедините щупы к источнику или нагрузке. Полярность КРАСНОГО щупа в цепи будет указана одновременно с напряжением.

3.Подключите щупы параллельно измеряемой цепи

#### **ПРИМЕЧАНИЕ:**

1. Если порядок контролируемого напряжения заранее не известен начните контроль с самого большого предела и переключайте предел в сторону уменьшения.

2. Если индицируется только "1" в старшем разряде, то это указание на перегрузку мультиметра. Надо переключиться на более высокий предел.

3. Показания отображаются в вольтах. Не подавайте напряжение более 1000 В на вход. Индикация возможна и при большем напряжении, но есть опасность повреждения внутренних цепей.

4. Будьте предельно осторожны, чтобы не коснуться высоковольтных цепей.

#### **КОНТРОЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

1. Соедините ЧЕРНЫЙ щуп с гнездом СОМ, а КРАСНЫЙ - с гнездом V/Q.

2. Установите переключатель пределов на нужный предел  $V_{\sim}$ , и присоедините щупы к источнику или нагрузке.

3. Подключите щупы параллельно измеряемой цепи

#### **ПРИМЕЧАНИЕ:**

1. Если порядок контролируемого напряжения заранее не известен начните контроль с самого большого предела и переключайте предел в сторону уменьшения.

2. Не подавайте напряжение выше 700 В. на вход. Индикация возможна и при большем напряжении, но есть опасность повреждения внутренних цепей.

3. Будьте предельно осторожны, чтобы не коснуться высоковольтных цепей.

#### **КОНТРОЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

1. Соедините ЧЕРНЫЙ щуп с гнездом СОМ, а КРАСНЫЙ - с гнездом mA для максимума в 200 mA. Для максимума в 20 A, переключите КРАСНЫЙ щуп в гнездо 20 A.

2. Установите переключатель пределов на нужный предел A $\bar{=}$ , и присоедините щупы последовательно с контролируемой цепью. Полярность КРАСНОГО щупа будет выведена на дисплей одновременно с величиной тока.

3. Подключите щупы последовательно измеряемой цепи

#### **ПРИМЕЧАНИЕ:**

1. Если порядок величины тока заранее не известен, начните контроль с самого большого предела и переключайте предел в сторону уменьшения.

2. Если индицируется только "1" в старшем разряде, то это указание на перегрузку мультиметра. Надо переключиться на более высокий предел.

3. Максимальный входной ток 200 mA, или 20 A в зависимости от используемого гнезда. Большой ток сожжет предохранитель, который должен быть заменен. Диапазон 20 A не защищен предохранителем. Номинал предохранителя должен быть не более 200 mA для предохранения внутренних цепей от порчи. Максимальное падение напряжения на щупах составляет 200 мВ.

#### **КОНТРОЛЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

1. Соедините ЧЕРНЫЙ щуп с гнездом СОМ, а КРАСНЫЙ - с гнездом mA для максимума в 200 mA. Для максимума в 20 A, переключите КРАСНЫЙ щуп в гнездо 20 A.

2. Установите переключатель пределов на нужный предел A $\sim$ , и вклю-

чите щупы последовательно с проверяемой нагрузкой.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

1. Если порядок контролируемого тока заранее не известен, начните с самого большого предела и переключайте предел в сторону уменьшения.

2. Если индицируется только "1" в старшем разряде, то это указание на перегрузку мультиметра. Надо переключиться на более высокий предел.

3. Максимальная сила тока 200 мА или 20 А, в зависимости от используемого гнезда. Большой ток сожжет предохранитель, который должен быть заменен. Диапазон 20 А не защищен предохранителем. Номинал предохранителя должен быть не более 200 мА для предохранения внутренних цепей от порчи. Максимальное падение напряжения на щупах составляет 200 мВ.

**ПРОВЕРКА СОПРОТИВЛЕНИЙ**

1. Соедините ЧЕРНЫЙ щуп с гнездом СОМ, а КРАСНЫЙ - с гнездом V/Q. Полярность КРАСНОГО щупа "+",

Установите переключатель на предел "П", который будет использоваться и присоедините щупы к проверяемому сопротивлению.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

2. Если значение проверяемого сопротивления превышает максимальную величину выбранного предела, на дисплей выводится сигнал перегрузки - "1" в старшем разряде. Выберите более высокий предел. Для сопротивлений примерно в 1 МОм и более проверка может потребовать нескольких секунд, чтобы дать стабильное показание. Это нормально для высоких значений сопротивления.

3. Когда вход открыт, т.е. при разомкнутых щупах, на дисплее будет выведена цифра "1", как при перегрузке.

4. Когда проверяется сопротивление в схеме, убедитесь, что проверяемая цепь отключена от питания и все конденсаторы разряжены полностью.

Измерение электрических величин схем устройства лабораторного осуществляется комбинированный прибор Ц43101 и Ц4342:

**2 ПРИБОР КОМБИНИРОВАННЫЙ Ц4342**

Прибор электроизмерительный комбинированный Ц4342 (далее прибор) с автоматической защитой от электрических перегрузок предназначен для измерения силы и напряжения постоянного тока, действующего значения силы и напряжения переменного тока синусоидальной формы, сопротивления постоянному току, параметров транзисторов мощностью до 150 мВт



( $I_{сво}$  — обратного тока коллекторного перехода,  $I_{ево}$  — обратного тока эмиттерного перехода.  $I_{ces}$  — начального тока коллектора,  $h_{21E}$  — статического коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером).

Прибор изготавливается для внутрисоюзных и экспортных поставок. Экспортные поставки выполняются в климатических исполнениях УХЛ4 и 04.2.

Рабочие климатические условия применения — температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 40 °С, относительная влажность воздуха до 90 % при температуре 30 °С.

Прибор может применяться при регулировании, ремонте и эксплуатации электро- и радиоаппаратуры в помещениях с искусственно регулируемым климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие прямого воздействия солнечной радиации и отсутствие воздействия песка и пыли наружного воздуха).

### Технические характеристики

Конечные значения диапазонов измерений, значения пределов допускаемых основных погрешностей (в нормальных условиях применения таблица 2), значения потребляемого тока и падения напряжения на зажимах прибора соответствует таблица 1.

Таблица Д.1 - Конечные значения диапазонов измерений

Измеряемая величина	Предел допускаемой основной погрешности, %	Конечное значение диапазонов измерений	Ток потребления, мА, не более	Падение напряжения, В, не более
Напряжение постоянного тока, В	±2,5	1; 5; 10; 50; 250; 1000	0,053	-
Напряжение переменного тока, В	±4,0	1 5 10 50; 250; 1000	5,20 2,70 1,05 0,28	-
Сопротивление постоянному току, кОм	±2,5	0,3; 5,0 50,0	7,00 0,70	-

		500,0 5000,0	0,07 10,00	
Сила постоянного тока, мА	±2,5	0,05; 0,25; 1; 5; 25; 100; 500; 2500	-	0,4
Сила переменного тока. мА	±4,0	0,05; 0,25; 1; 5; 25; 100; 500; 2500	-	1,2
$h_{2IE} I_{сво}, I_{ев0}, I_{сес}$	±10 ±2,5	1000 50мкА	5 -	- -

Примечание. Пределы допускаемых основных погрешностей прибора ( $\gamma$ ) выражаются в процентах от нормирующего значения ( $X_n$ ) в виде приведенных погрешностей по формуле:

$$\gamma = \pm \frac{100\Delta}{X_n} \quad (1)$$

где  $\Delta$  — абсолютная погрешность;

$X_n$  — нормирующее значение, равное при измерении силы тока и напряжения конечному значению диапазона измерения, при измерении сопротивления и « $h_{2IE}$ » длине шкалы соответствующего диапазона измерения. Значение длины шкал, мм, не менее:

« $\Omega$ » — 49; «кQ, MQ» — 66; « $h_{2IE}$ » — 57.

Таблица Д.2 – Нормальные условия работы прибора

Влияющая величина	Нормальное значение
Положение	Горизонтальное $\pm 2^\circ$
Температура окружающего воздуха, °С	20 $\pm$ 5
Относительная влажность воздуха, %	65 $\pm$ 15
Атмосферное давление кПа (мм рт. ст.)	100 $\pm$ 4 (750 $\pm$ 30)
Частота при измерении силы и напряжения переменного тока	Нормальная область частот (табл. 3)
Форма кривой тока или напряжения	Синусоидальная с коэффициентом гармоник не более 2 %
Напряжение источника питания: автоматической защиты и схемы омметра	3,7—4,7 В (встроенным электрохимический источник постоянного тока),
Магнитное поле	Земное
Коэффициент переменной составляющей постоянного тока или напряжения, %, не более	3

Частотный диапазон прибора при измерении силы и напряжении переменного тока соответствует таблице 3.

Таблица Д.3 - Конечное значение диапазонов измерений

Конечное значение диапазонов измерений	Нормальная область частот, Гц	Рабочая область частот, Гц
1; 5; 10 В	45—1000	1000—2000
50 В	45—500	500—1000
250 В	45—200	200—500

1000 В	45—100	100—200
0,25; 1; 5; 25; 100; 500; 2500 мА	45—1000	1000—2000

Время установления рабочего режима и показаний прибора не превышает 4 с после включения. Прибор допускает продолжительность непрерывной работы в течение 16 ч в диапазонах измерений, не требующих источников питания.

Непрерывная работа прибора в диапазонах измерения, требующих источников питания (омметр и измерение параметров транзисторов), определяется нормируемой емкостью этих источников и потреблением прибора (табл. 1), но не более 16 ч.

Изоляция между всеми изолированными электрическими цепями и корпусом, а также наружными органами управления коммутирующих и регулировочных элементов прибора в нормальных климатических условиях применения (табл. 2) выдерживает в течение 1 мин. действие испытательного напряжения значением 3 кВ (действующее значение) переменного тока частотой 50 Гц. Прибор выдерживает кратковременные электрические перегрузки, значения которых не превышают 25-кратных от конечного значения диапазона измерений, но не более 50 А в последовательных и 2 кВ в параллельных электрических цепях. Время перегрузки 0,2—20 с интервалом 20 с.

Однако, исходя из специфики построения схемы измерения параметров транзисторов проводимости типа *n-p-n*, следует учитывать, что при включении кнопки «*n-p-n*» схема защиты отключается, и прибор не защищен от перегрузок.

Примечание, При отсутствии источника питания автоматической защиты кратковременные перегрузки (испытательный ток или напряжение) не должны превышать в диапазоне измерений:

- до 1 А — 5 I ном;
- св. 1 А — 2,5 (1 А+I ном);
- до 100 В — 5 U ном;
- св. 100 В — 2 U ном (но не более 2 кВ),