



государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение Самарской области
«Самарский колледж сервиса производственного
оборудования имени Героя Российской Федерации
Е.В. Золотухина»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ОП.02 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

программа подготовки квалифицированных рабочих и служащих
среднего профессионального образования
по профессии

15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Самара 2020 г.

Разработчик:

Дырнаева Е.В., преподаватель ГАПОУ СКСПО.

Методические рекомендации предназначены для студентов обучающихся по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)). В методических рекомендациях изложены требования к оборудованию и проведению практических занятий по дисциплине ОП.02 Основы электротехники.

ИНСТРУКЦИЯ
к проведению практических занятий
по дисциплине ОП.02 Основы электротехники

Цель инструкции:

- оказание помощи обучающимся в проведении практических занятий, предусмотренных рабочей программой по дисциплине Основы электротехники.

Весь процесс проведения практических занятий включает в себя теоретическую подготовку, ознакомление с приборами и сборку схем, проведение опыта и измерений, числовую обработку результатов эксперимента.

Практические занятия направлены на освоение следующих умений и знаний:

уметь:

- читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы;
- рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей;
- использовать в работе электроизмерительные приборы.

знать:

- единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников;
- методы расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей;
- свойства постоянного и переменного электрического тока;
- принципы последовательного и параллельного соединения проводников и источников тока;
- электроизмерительные приборы (амперметр, вольтметр), их устройство, принцип действия и правила включения в электрическую цепь;
- свойства магнитного поля;
- двигатели постоянного и переменного тока, их устройство и принцип действия; правила пуска, остановки электродвигателей, установленных на эксплуатируемом оборудовании;
- аппаратуры защиты электродвигателей;
- методы защиты от короткого замыкания; заземление, зануление.

Теоретическая подготовка

Теоретическая подготовка необходима для проведения практического занятия, должна проводиться обучающимися в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать

внимательным разбором руководства, инструкций, установок к данной работе и правилами техники безопасности.

Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие, правильные ответы. Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета со следующим порядком записей:

- название работы;
- цель работы;
- оборудование.
- ход работы (включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а также расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин);
- расчеты – окончательная запись результатов работы;
- вывод.

Ознакомление с приборами, сборка схем

Приступая к работам, необходимо:

- получить у лаборанта или преподавателя приборы, требуемые для выполнения работы;
- разобраться в назначении приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными;
- пользуясь схемой или рисунками, имеющимися в пособии, разместить приборы так, чтобы удобно было производить отсчеты, а затем собрать установку;
- сборку электрических схем следует производить после тщательного изучения правил выполнения практических работ по электричеству.

Проведение опыта и измерений

При выполнении практических работ измерение электрических величин необходимо проводить в строгой, заранее предусмотренной последовательности. Особо следует обратить внимание на точность и своевременность отсчетов при измерении нужных электрических величин.

Критерии оценок практических занятий

Оценка «5» (отлично): студент выполняет все требования, предусмотренные для достаточного уровня, определяет характеристики приборов и установок, осуществляет грамотную обработку результатов, рассчитывает погрешности (если требует работа), анализирует и обосновывает полученные выводы исследования, обосновывает наличие погрешности проведенного эксперимента или наблюдения. Работа выполнена полностью и правильно, сделаны правильные наблюдения и выводы; эксперимент проведен с учетом

правил техники безопасности; проявлены организационно-практические умения и навыки (поддерживаются чистота рабочего места и порядок на столе). Отчет о работе оформлен без ошибок, по плану и в соответствии с требованиями к оформлению отчета.

Оценка «4» (хорошо): студент самостоятельно монтирует необходимое оборудование, выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений. Работа выполнена правильно, сделаны правильные наблюдения и выводы, но при этом эксперимент проведен не полностью или допущены несущественные ошибки в работе с оборудованием. Допущены одна или две несущественные ошибки в оформлении письменного отчета о работе.

Оценка «3» (удовлетворительно): студент выполняет работу по образцу (инструкции) или с помощью преподавателя, результат работы студента дает возможность сделать правильные выводы или их часть. Работа выполнена правильно не менее чем наполовину или допущена существенная ошибка в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности, которая исправляется по требованию преподавателя. Допущены одна или две существенные ошибки в оформлении письменного отчета о выполнении лабораторной или практической работе.

Оценка «2» (неудовлетворительно): работа выполнена менее чем наполовину. Обучающийся (обучающаяся) называет некоторые приборы и их назначение, демонстрирует умение пользоваться некоторыми из них. Допущены две (и более) существенные ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении письменного отчета о работе, в соблюдении техники безопасности, которые учащийся не может исправить даже по требованию преподавателя.

Практические работы выполняются в соответствии с инструкциями для обучающихся. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы.

Перечень практических занятий по дисциплине Основы электротехники

1. «Проверка свойств электрической цепи с последовательным соединением резисторов».
2. «Проверка свойств электрической цепи с параллельным соединением резисторов».
3. «Расчет смешанного соединения сопротивлений».
4. «Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением активного сопротивления и индуктивности (реальная катушка индуктивности)».
5. «Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением резистора и конденсатора».

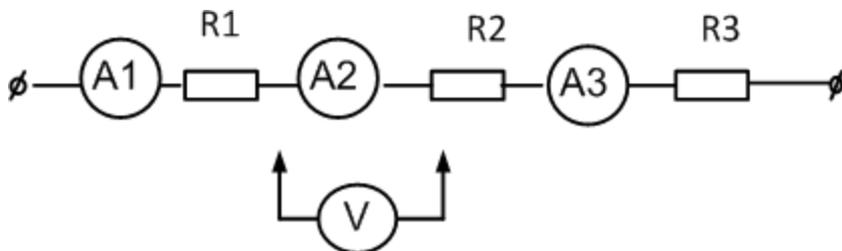
6. «Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением катушки индуктивности и конденсатора. Резонанс напряжения».
7. «Измерение коэффициента мощности и исследование способов его повышения».
8. «Расчет неразветвленных цепей переменного тока».
9. «Ознакомление с устройством электроизмерительных приборов».
10. «Ознакомление с правилами эксплуатации амперметра, вольтметра, ваттметра и простейшей электротехнической аппаратурой».
11. «Правила пользования защитными средствами. Первая помощь пострадавшему при поражении электрическим током».

Практическое занятие №1

Проверка свойств электрической цепи с последовательным соединением резисторов

Цель: опытным путем проверить основные соотношения между электрическими величинами в цепи с последовательным соединением резисторов.

Соберите схема:



Данные занести в таблицу:

№ оп.	Участок цепи	U, В	I, А	P, Вт	R, Ом	Примечание
1	Резистор r ₁					
	Резистор r ₂					
	Резистор r ₃					
	Вся цепь					
2	Резистор r ₁					Уменьшено сопротивление резистора r ₂
	Резистор r ₂					
	Резистор r ₃					
	Вся цепь					
3	Резистор r ₁					Резистор r ₂ замкнут накоротко
	Резистор r ₂					
	Резистор r ₃					
	Вся цепь					

Расчетные формулы:

$$R = \frac{U}{I} \quad P = U \cdot I$$

Контрольные вопросы

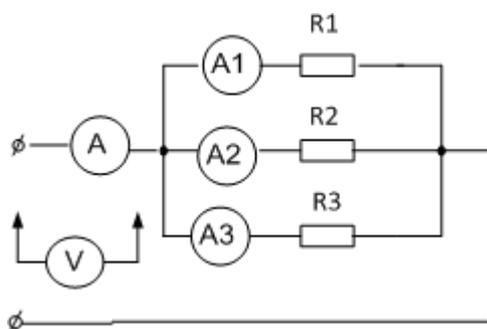
1. Как распределяются токи и напряжения при последовательном соединении резисторов?
2. Как определить эквивалентное сопротивление цепи с последовательным соединением резисторов?
3. Как изменится ток цепи при отключении второго резистора?

Практическое занятие №2

Проверка свойств электрической цепи с параллельным соединением резисторов

Цель: опытным путем проверить основные соотношения между электрическими величинами в цепи с параллельным соединением резисторов.

Соберите схему:



Занести данные в таблицу:

№ оп.	Участок цепи	Измерено		Вычислено			Примечание
		U, В	I, А	P, Вт	R, Ом	g, См	
1	Резистор r_1						
	Резистор r_2						
	Резистор r_3						
	Вся цепь						
2	Резистор r_1						Уменьшено сопротивление резистора r_2
	Резистор r_2						
	Резистор r_3						
	Вся цепь						
3	Резистор r_1						Отключен резистор r_2

	Резистор r_2					
	Резистор r_3					
	Вся цепь					

Расчетные формулы:

$$R = \frac{U}{I} P = U \cdot I g = \frac{I}{U}$$

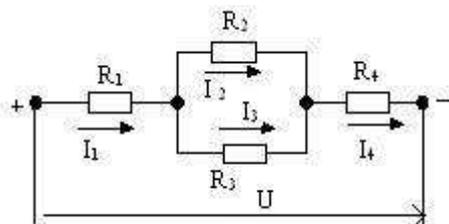
Контрольные вопросы

1. Как распределяются токи и напряжения при параллельном соединении резисторов?
2. Как определить эквивалентное сопротивление цепи с параллельным соединением резисторов?
3. Как изменится ток цепи при отключении второго резистора?

Практическое занятие №3

Расчет смешанного соединения сопротивлений

Пример расчета цепи смешанного соединения сопротивлений

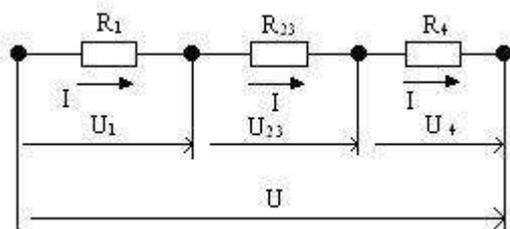


В электрической цепи: $R_1 = 60 \text{ Ом}$, $R_2 = 30 \text{ Ом}$, $R_3 = 20 \text{ Ом}$, $R_4 = 8 \text{ Ом}$, $U = 120 \text{ В}$. Определить эквивалентное сопротивление цепи, токи в неразветвленных участках и в ветвях цепи напряжения на резисторах цепи. Составить баланс мощностей.

Решение

Расчитать токи во всех участках цепи легче всего *методом постепенного свертывания цепи*, т.е. упрощения электрической цепи.

1. Резисторы R_2 и R_3 соединены параллельно: $R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{30 \times 20}{30 + 20} = 12 \text{ Ом}$



Резисторы R_1 , R_2 , R_4 соединены последовательно. Эквивалентное сопротивление всей цепи равно сумме этих сопротивлений:

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + R_4 = 60 + 12 + 8 = 80 \text{ Ом}$$

Ток в неразветвленных участках цепи:

$$I = I_1 = U / R_{\Sigma} = 120 / 80 = 1,5 \text{ А}$$

Напряжение между узлами сопротивлений R_2 и R_3 :

$$U_{23} = I \times R_2 = 1,5 \times 12 = 18 \text{ В}$$

Ток в цепи с резистором R_2 :

$$I_2 = U_{23} / R_2 = 18 / 30 = 0,6 \text{ А}$$

Ток в цепи с резистором R_3 :

$$I_3 = U_{23} / R_3 = 18 / 20 = 0,9 \text{ А}$$

Ток в цепи с резистором R_4 равен току в неразветвленной части цепи, т.к. R_1 , R_2 и

$$R_4 \text{ соединены последовательно: } I_4 = I_1 = 1,5 \text{ А.}$$

Напряжение на резисторе сопротивлением R_1 :

$$U_1 = I \times R_1 = 1,5 \times 60 = 90 \text{ В}$$

Напряжение на резисторе цепи сопротивлением R_4 :

$$U_4 = I \times R_4 = 1,5 \times 8 = 12 \text{ В}$$

Выражение баланса мощностей имеет вид : $\Sigma P_{\text{И}} = \Sigma P_{\text{Н}}$, где $\Sigma P_{\text{И}}$ – алгебраическая сумма мощностей, отдаваемых источниками; $\Sigma P_{\text{Н}}$ – арифметическая сумма мощностей, потребляемых в сопротивлениях цепи $P_{\text{И}} = P_1 + P_2 + P_4$:

$$P_{\text{И}} = U \times I = 120 \times 1,5 = 180 \text{ Вт}; P_1 = U_1 \times I = 90 \times 1,5 = 135 \text{ Вт};$$

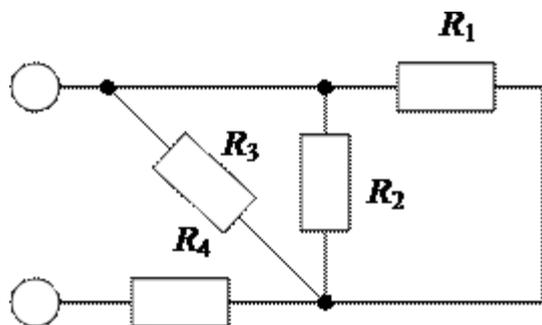
$$P_2 = U_{23} \times I = 18 \times 1,5 = 27 \text{ Вт}; P_4 = U_4 \times I = 12 \times 1,5 = 18 \text{ Вт}$$

$$180 \text{ Вт} = 135 + 27 + 18 = 180 \text{ Вт}$$

Задание для Задачи 1. Определить эквивалентное сопротивление цепи, токи в неразветвленных участках и в ветвях цепи, напряжения на резисторах цепи.

Составить баланс мощностей

Вариант 1



Дано: $R_1=7 \text{ Ом}; R_2=10 \text{ Ом}; R_3=2 \text{ Ом}; R_4=3 \text{ Ом}, U = 120 \text{ В.}$

Вариант 2

Вычислить:

Сопротивления:

Полное сопротивление: $Z=U/I$;

Активное сопротивление: $R=P/I^2$;

Индуктивное сопротивление:

Индуктивность: $L= X_L/2\pi f$;

Напряжения: $U_R=I \cdot R$; $U_L=I \cdot X_L$;

Мощности: $Q= U_L \cdot I$; $P=U \cdot I$

Контрольные вопросы

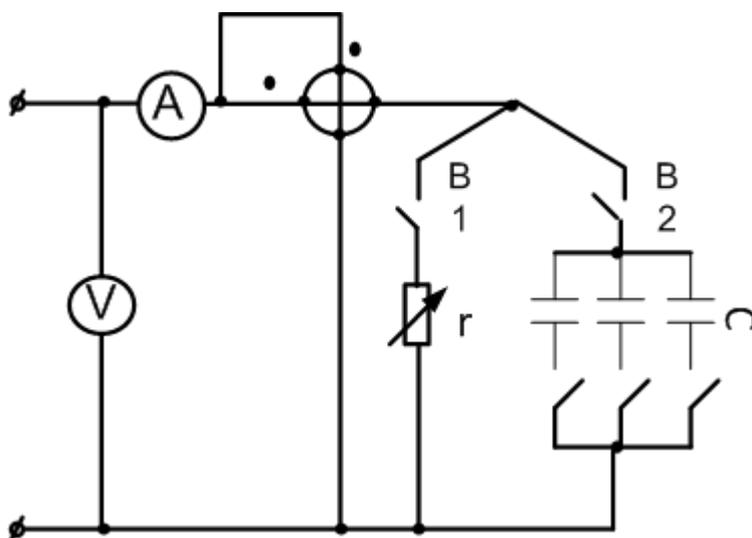
1. Что представляет активное сопротивление катушки?
2. Явление самоиндукции
3. Определение индуктивности
4. Чем реальная катушка отличается от идеальной?
5. От чего зависит индуктивность катушки?
6. Как изменится характер цепи, если из катушки удалить сердечник?

Практическое занятие №5

Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением резистора и конденсатора

Цель: опытным путем изучить разветвленную цепь переменного тока, содержащую активное сопротивление и емкость.

Схему собрать на стенде:



Рассчитать параметры по формулам:

- $\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I}$
- $\sin\varphi = \sqrt{1 - \cos^2\varphi}$
- $I_r = I \cdot \cos\varphi$
- $I_c = I \cdot \sin\varphi$
- $Q = I \cdot U \cdot \sin\varphi$
- $S = I \cdot U$

Контрольные вопросы

1. Какая цепь является разветвленной?
2. Какова векторная диаграмма данной цепи?
3. Как повлияет на показания приборов увеличение емкости батареи конденсаторов?
4. Какие виды мощности выделяются в реальном конденсаторе и в чем они измеряются?
5. Как рассчитать коэффициент мощности?

Практическое занятие №6

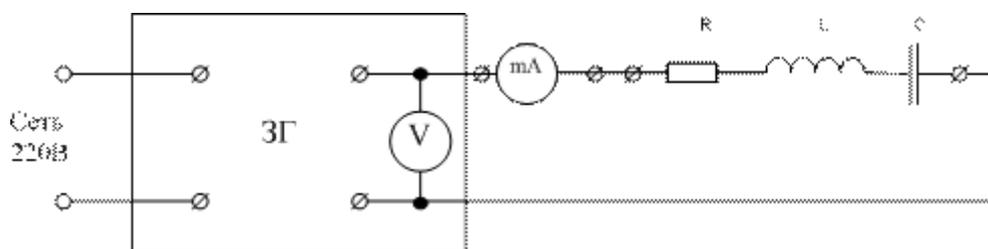
Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением катушки индуктивности и конденсатора. Резонанс напряжения

Цель: изменяя частоту напряжения на зажимах цепи, добиться резонанс напряжений, проверить его основные свойства.

Оборудование: генератор звуковых частот, фильтр ЗБФ-1, миллиамперметр переменного тока

Выполнение работы

1. Ознакомиться с порядком включения генератора звуковых частот.
2. Определить цену деления вольтметра на его лицевой панели.
3. Собрать электрическую цепь по схеме:



4. После проверки схемы преподавателем включить генератор звуковых частот.
5. Изменять частоту напряжения на зажимах электрической цепи, при этом поддерживать неизменной величину напряжения (задает преподаватель).
6. Сделать четыре замера значений тока в цепи на частотах до резонанса. Измерить величину тока на резонансной частоте.

7. Сделать четыре замера значений тока в цепи на частотах после резонанса.
8. По данным, полученным для резонансной частоты (наибольшее отклонение стрелки миллиамперметра), определить индуктивность и активное сопротивление катушки:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$X_{L0} = X_{C0} \underline{\hspace{10cm}}$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \underline{\hspace{10cm}}$$

9. Для каждого замера определить: $\omega = 2\pi f$; $X_L = \omega L$; $X = X_L - X_C$

$$; Z = \sqrt{R^2 + X^2} ; \text{ где } R = \frac{U}{I_{\max}} , Z = UI$$

10. Построить графики зависимостей: $I=F(f)$, $X_L=F(f)$, $X_C=F(f)$, $Z=F(f)$

Контрольные вопросы

1. При каких условиях в цепи возникает резонанс напряжений?
2. Пояснить причину названия «резонанс напряжений»
3. Нарушится ли режим резонанса, если изменить величину активного сопротивления цепи?

Практическое занятие № 7

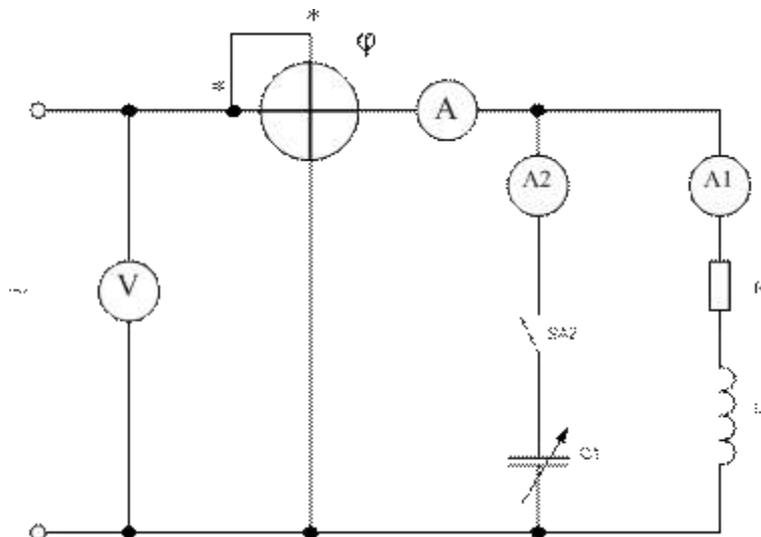
Измерение коэффициента мощности и исследование способов его повышения

Цель: измерить коэффициент мощности $\cos \varphi$, проверить влияние емкости конденсатора на величину $\cos \varphi$.

Оборудование: лабораторный стенд.

Выполнение работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме:



Для каждого замера вычислить активную и реактивную составляющие общего тока, величину емкостного сопротивления и емкость конденсатора.

$$I_A = I \cos \varphi, \quad I_P = \sqrt{I^2 - I_A^2}$$

$$X_C = \frac{U}{I_2}; \quad C = \frac{I}{\omega X_C}$$

Контрольные вопросы

1. Почему необходимо улучшать коэффициент мощности?
2. Естественный метод улучшения коэффициента мощности
3. Искусственный метод улучшения мощности

Практическое занятие № 8

Расчет неразветвленных цепей переменного тока

Цель: рассчитать неразветвленную цепь переменного тока. Определить полное сопротивление цепи, напряжение, приложенное к цепи и напряжение на каждом элементе, силу тока в цепи, угол сдвига фаз, активную, реактивную и полную мощности.

Данные выбираются из таблицы, если в таблице стоит прочерк, то элемент отсутствует в расчетной схеме:

№	U, В	R10 м	R20 м	R30 м	R40 м	R50 м	R60 м	L1м Гн	L2м Гн	L3м Гн	C1мк Ф	C2мк Ф	C3мк Ф	FG ц
1	200	5	-	15	-	30	25	80	-	16	-	318	-	50
2	150	-	15	-	30	25	15	-	-	32	265	105	-	50
3	100	15	20	30	-	15	-	-	32	-	132	-	105	50
4	300	20	30	25	15	-	-	95	25	-	-	-	265	50
5	220	-	25	15	5	10	-	32	-	-	-	400	132	50
6	120	25	-	5	10	-	5	95	32	-	105	-	-	50
7	90	-	5	10	-	5	10	-	95	-	265	105	-	50
8	80	5	10	-	5	10	-	6	-	95	-	-	105	50

9	15 0	-	-	5	10	15	20	-	6	-	400	132	-	50
1 0	10 0	-	5	10	15	20	-	32	-	6	-	-	132	50

Выполнение работы

1. Выполнить расчетную схему согласно варианту
2. Определяем реактивные сопротивления X_L , X_C :
3. Определяем полное сопротивление цепи Z :
4. Определяем силу тока в цепи:
5. Определяем напряжение на каждом элементе:
6. Рассчитываем угол сдвига фаз φ :
7. Рассчитываем активную P , реактивную Q и полную мощности S :
8. Строим векторную диаграмму напряжений.

Практическое занятие № 9

Ознакомление с устройством электроизмерительных приборов

Цель работы: сформировать знания и умения отличать технические средства, которые служат для измерения электрических величин; по каким признакам различают измерительные приборы, принципы их действия, погрешности измерений и различия между классами точности.

Выполнение работы

1. Ознакомиться с помощью плакатов с устройством используемых в лабораторной работе электроизмерительных приборов.
2. Выбрать электроизмерительные приборы. По условным знакам, нанесенным на шкалы электроизмерительных приборов, определить их основные технические характеристики и занести их в таблицу:

Название прибора	Измеряемая величина	Род измеряемого тока	Система	Предел измерений	Цена деления шкалы	Чувствительность прибора	Рабочее положение	Класс точности	Электрическая прочность изоляции

Количество строк в таблице определяется количеством электроизмерительных приборов.

Контрольные вопросы

1. Приборы магнитоэлектрической системы. Принцип действия, достоинства и недостатки.
2. Приборы электромагнитной системы. Принцип действия, достоинства и недостатки.
3. Приборы электродинамической системы. Принцип действия, достоинства и недостатки.
4. Приборы ферродинамической системы. Принцип действия, достоинства и недостатки.
5. Приборы электростатической системы. Принцип действия, достоинства и недостатки.
6. Приборы магнитоэлектрической системы. Принцип действия, достоинства и недостатки.

Практическое занятие № 10

Ознакомление с правилами эксплуатации амперметра, вольтметра, ваттметра и простейшей электротехнической аппаратурой

Цель: приобрести практические навыки в сборке электрических цепей и ознакомиться с включением в цепь амперметра, вольтметра и ваттметра.

Технические данные используемых приборов:

Обозначение приборов	Наименование прибора	Заводской номер	Система прибора	Номинальное значение шкалы	Цена деления	Класс точности
A						
V						
W						

Результаты занести в таблицу:

№ Опыта	Амперметр		Вольтметр		Ваттметр	
	а, дел.	I, А	а, дел.	U, В	а, дел.	P, Вт.
1						
2						
3						

Расчетные формулы:

цена деления амперметра I =

цена деления вольтметра V =

цена деления ваттметра P =

Контрольные вопросы

1. Как влияет увеличение напряжения на показания приборов?
2. Что такое цена деления?
3. Как включаются в цепь амперметр, вольтметр, ваттметр?
4. Как влияет уменьшение сопротивления на показания приборов?

Практическое занятие № 11

Правила пользования защитными средствами. Первая помощь пострадавшему при поражении электрическим током

Цель: ознакомиться и освоить практически своевременное и правильное выполнение простейших приемов первой медицинской помощи при электротравмах.

Несчастный случай 1

В учебно-воспитательном комбинате УВК № 1876 11 мая в 16.12 произошел несчастный случай со смертельным исходом в слесарной мастерской с учеником 6-го класса.

Несчастный случай произошел во время урока труда. Учитель проводил урок в слесарной мастерской. В конце урока он дал задание четырем ученикам убрать рабочие места. Пострадавший проводил уборку возле двух сверлильных станков, установленных на металлическом столе. Сверлильные станки подключены к сети 380 В через четырехполюсные штепсельные разъемы. В момент несчастного случая штепсельные вилки были отключены от розеток. Защитные крышки на розетках отсутствовали.

Для уборки пыли и стружки мальчик залез на стол и стоя на коленях начал убирать мусор. Внезапно он вскрикнул и упал со стола. Помощь пострадавшему, оказываемая в течение часа учителем и бригадой скорой помощи, результатов не дала.

Непосредственной причиной несчастного случая явилось прикосновение школьника к одному из контактов розетки, предназначенной для питания сверлильного станка.

Несчастный случай 2

В обществе с ограниченной ответственностью (ООО) «Стройспецконтроль» 23 апреля 2001 г. в 19.30 на 7-м этаже строящегося жилого дома произошел несчастный случай с арматурщиком (квалификационного разряда и группы по электробезопасности не имел) при переноске понижающего трансформатора ТЗИ 380/36 В. Пострадавший вместе с другим рабочим переносили трансформатор, не отключенный от сети 380 В, к месту проведения работ с использованием электровибратора. При этом один из рабочих наступил ногой на кабель питания. В результате этого клеммную колодку трансформатора сорвало с мест крепления, произошло замыкание клеммы на корпус трансформатора и один из рабочих получил удар электрическим током: знаки металлизации на предплечьях (вход и выход тока), электроожоги, фибрилляция сердечной мышцы.

Содержание отчета

В отчете представить алгоритм оказания первой медицинской помощи, пострадавшим в несчастных случаях и ответить на контрольные вопросы.

1. Как рекомендуется освобождать пострадавшего от действия электрического тока?
2. Перечислите признаки жизни.
3. Опишите порядок выполнения искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.

Литература

1. Бутырин П.А., Толчеев О.В., Шакирзянов Ф.Н. Электротехника: учебник для нач. проф. образования /Под ред. П.А.Бутырина. - 2-е изд. - М.: Академия, 2014.
2. Прошин В.М. Рабочая тетрадь к лабораторно-практическим работам по электротехнике. - М.: Академия, 2014.
3. Прошин В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике. - М.: Академия, 2012.
4. <http://elib.ispu.ru/library/electro1/index.htm>
(Сайт содержит электронный учебник по курсу «Общая Электротехника»)
5. <http://ftemk.mpei.ac.ru/elpro/>
(Сайт содержит электронный справочник по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии").