



ГБПОУ «Пермский политехнический колледж имени
Н.Г. Славянова»

Методические указания
для обучающихся по выполнению лабораторных работ

по

**МДК 02.02. «Контрольно-
измерительные приборы»**

профессии

**13.01.10 Электромонтёр по ремонту и обслуживанию
электрооборудования (по отраслям)**

Рассмотрено и одобрено на заседании
Предметной цикловой комиссией
Рабочие профессии
Протокол №8
от 17 марта 2021 г.
Председатель ЦК
Н.Ф. Илюшина

Автор:

Специалист по охране труда
ГБПОУ «ППК им. Н.Г. Славянова»
Кшотин Александр Александрович

Пермь – 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1	Пояснительная записка	3
2	Содержание лабораторных работ	5
	Лабораторная работа №1 «Измерение силы тока и напряжения».	5
	Лабораторная работа № 2 «Измерение активного сопротивления».	8
	Лабораторная работа № 3 «Измерение электрической мощности».	10
	Лабораторная работа № 4 «Измерение амплитуды переменных напряжений различной формы. Измерение периода, частоты».	11
	Лабораторная работа № 5 «Измерение электрических величин цифровым мультиметром».	14
	Лабораторная работа № 6 «Измерение линейных и угловых перемещений».	17
3	Критерии оценки за лабораторные работы	22
4	Список источников и литературы	23

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных занятий обучающимися по МДК.02.02. «Контрольно-измерительные приборы» предназначены для обучающихся по профессии 13.01.10. «Электромонтёр по ремонту и обслуживанию электрооборудования».

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных работ по МДК.02.02. «Контрольно-измерительные приборы».

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся закрепить теоретические знания, сформировать необходимые умения и навыки деятельности по профессии, направлены на формирование следующих компетенций:

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

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

ПК 2.1. Принимать в эксплуатацию отремонтированное электрооборудование и включать его в работу.

ПК 2.2. Производить испытания и пробный пуск машин под наблюдением инженерно-технического персонала.

ПК 2.3. Настраивать и регулировать контрольно-измерительные приборы и инструменты.

В результате выполнения лабораторных занятий по МДК.02.02. «Контрольно-измерительные приборы» обучающиеся должны:

иметь практический опыт:

- заполнения технологической документации;
- работы с измерительными электрическими приборами, средствами измерений, стендами.

уметь:

- выполнять испытания и наладку осветительных электроустановок;
- проводить электрические измерения;
- снимать показания приборов;
- проверять электрооборудование на соответствие чертежам, электрическим схемам, техническим условиям;

знать:

- общую классификацию измерительных приборов;
- схемы включения приборов в электрическую цепь;
- документацию на техническое обслуживание приборов;
- систему эксплуатации и поверки приборов;
- общие правила технического обслуживания измерительных приборов.

Описание каждого лабораторного занятия содержит: раздел, тему, количество часов, цели работы, материальное обеспечение, что должен знать и уметь

обучающийся, теоретическую часть, порядок выполнения работы, контрольные вопросы, учебно-методическое и информационное обеспечение.

На выполнение лабораторных работ по МДК.02.02. «Контрольно-измерительные приборы» отводится 12 *часов*.

Содержание лабораторных занятий

Лабораторная работа №1

Раздел: МДК 02.02. Контрольно-измерительные приборы

Тема: Основы метрологии

Количество часов: 2

Цели: изучить принцип работы приборов для замеров тока и напряжения

Задачи: научиться производить замеры токов и напряжений с помощью электроизмерительных приборов

Материальное обеспечение: амперметр, вольтметр....

Теоретическая часть:

Приборы данной группы предназначены для измерения тока и напряжения в электрических цепях постоянного тока.

Приборы позволяют измерять токи в пределах от 10 А до 20 А и напряжения от 25 мV до 750 V при непосредственном включении. Для измерений токов и напряжений, превышающих указанные пределы, применяются внешние шунты и добавочные сопротивления.

Конструктивное исполнение корпусов обеспечивает степень защиты по лицевой панели IP50 или IP54, для токоведущих частей - IP00.

Крутящий момент для затяжки гаек М4 токоведущего узла не более 2 Nm.

По отдельному заказу возможен выпуск приборов с повышенной защитой.

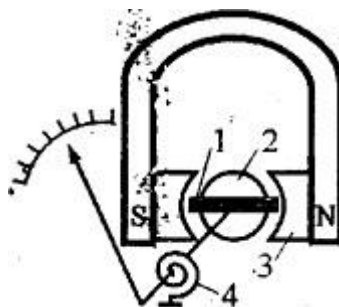
Услуги, выполняемые дополнительно к стандартным:

Приборы постоянного тока могут изготавливаться с нулевой отметкой в начале или в середине шкалы. Шкалы приборов могут быть выполнены в любых единицах измерения, со специальными отметками, надписями и пр. по данным заказчика. Возможно изготовление приборов без заливки герметиком по согласованию между заказчиком и изготовителем. Нормальное положение приборов вертикальное или горизонтальное.

Магнитоэлектрическая система. В этой системе измерительный механизм состоит из проволочной рамки с протекающим в ней током, помещенной в поле постоянного магнита (магнитопровода). Поле в зазоре, где находится рамка, равномерно за счет особой конфигурации магнитопровода. Под воздействием тока I рамка вращается в магнитном поле, угол поворота α ограничивают специальной пружиной, поэтому передаточная функция (часто называемая уравнением шкалы) линейна:

$$\alpha = I \frac{\Psi}{W_0}$$

где Ψ_0 удельное потокосцепление, определяемое параметрами рамки и магнитной индукцией; W —удельный противодействующий момент, создаваемый специальной пружиной,



1 – рамка с измеряемым током и стрелкой; 2 – неподвижный сердечник;

3 – полюсные наконечники; 4 – возвратная пружина

На основе магнитоэлектрического механизма создаются вольтметры, амперметры, миллиамперметры и другие измерительные приборы, и их структурное построение

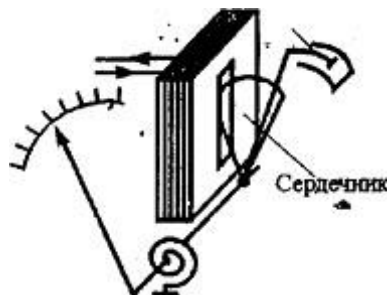
главным образом определяется измерительной схемой. Измерительные приборы магнитоэлектрической системы имеют достаточно высокую точность, сравнительно малое потребление энергии из измерительной цепи, высокую чувствительность, но работают лишь на постоянном токе.



Для расширения пределов измерения токов амперметрами и напряжений вольтметрами применяют шунты и добавочные сопротивления, которые включают соответственно параллельно и последовательно индикаторам в схемы этих приборов.

Основное использование переносные, лабораторные, многопредельные амперметры и вольтметры постоянного тока. Класс точности 0,05 ... 0,5, потребляемая мощность $P_{собр} \approx 10^{-5} \dots 10^{-4}$ Вт.

Электромагнитная система. Принцип действия электромагнитной системы основан на взаимодействии катушки с ферромагнитным сердечником. Ферромагнитный сердечник втягивается в катушку при любой полярности протекающего по ней тока. Это обусловлено тем, что ферромагнетик располагается в магнитном поле катушки так, что поле усиливается. Следовательно, прибор электромагнитной системы может работать на переменном токе. Однако электромагнитные приборы являются всё-таки низкочастотными, так как с ростом частоты сильно возрастает индуктивное сопротивление катушки.



Уравнение шкалы или передаточная функция электромагнитной измерительной системы выражается как:

$$\alpha = \frac{1}{2W} I^2 \frac{dL}{d\alpha},$$

$$\text{где } I^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt;$$

L - индуктивность катушки

Достоинствами приборов электромагнитной системы являются простота конструкции, способность выдерживать значительные перегрузки, возможность градуировки приборов, предназначенных для измерений в цепях переменного тока, на постоянном токе. К недостаткам приборов этой системы можно отнести большое собственное потребление энергии, невысокую точность, малую чувствительность и сильное влияние магнитных полей.

На практике применяют амперметры электромагнитной системы с пределами измерения от долей ампера до 200 А, и вольтметры — от долей вольта до сотен вольт. Основное использование в виде щитовых и лабораторных переносных низкочастотных амперметров и вольтметров ($f = 0 \dots 5$ кГц). Класс точности 0,5 ... 2,5, потребляемая мощность $P_{собр} = 1 \dots 6$ Вт.



Электродинамическая система — измерительный механизм содержит две измерительные катушки: неподвижную и подвижную. Принцип действия основан на взаимодействии катушек, электромагнитные поля которых взаимодействуют в соответствии с формулой:

$$M_{вр} = I_1 I_2 \cos \theta \frac{dM}{d\alpha},$$

Где:

$M_{вр}$ — вращающий момент;

I_1 — ток через неподвижную катушку;

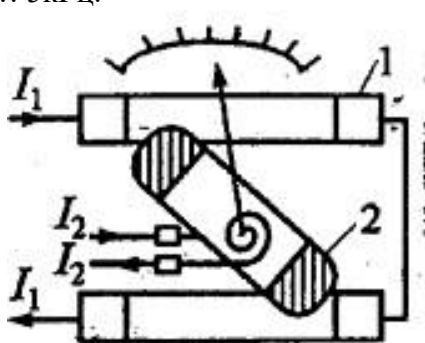
I_2 — ток через подвижную катушку;

θ — фазовый сдвиг между синусоидальными токами;

M — коэффициент взаимной индуктивности катушек.

На основе электродинамического механизма в зависимости от схемы соединения обмоток могут выполняться вольтметры, амперметры, ваттметры. Достоинством электродинамических вольтметров и амперметров является высокая точность на переменном токе. Предел основной приведенной погрешности может быть 0,1.. 0,2 %, что является наилучшим достижимым показателем для измерительных приборов переменного тока. По другим показателям электродинамические приборы близки к электромагнитным. Электродинамические приборы используются как образцовые лабораторные низкочастотные высокого класса точности измерительные приборы.

Класс точности 0,1 ... 0,2, потребляемая мощность $P_{соб} = 1$ Вт., частотный диапазон 0 ... 5кГц.



1 - неподвижная катушка

2 - подвижная катушка



Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с оборудованием.
2. Изучить устройство приборов – амперметра и вольтметра.
3. Изучить правила эксплуатации.

4. На готовой схеме произвести замеры токов и напряжений.
5. Составить отчет.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какие классы точности приборов существуют?
2. Что указывается на шкале прибора?
3. Что такое характеристика прибора?
4. Выбор типа прибора.

Лабораторная работа №2

Раздел: МДК 02.02. Контрольно-измерительные приборы

Тема: Основы метрологии

Количество часов: 2

Цели: изучить методы измерения электрических сопротивлений проводников

Задачи: научиться производить замеры электрических сопротивлений проводников с использованием мостовых методов

Материальное обеспечение: гальванометр, амперметр, вольтметр, измерительный мост

Теоретическая часть:

Как известно, сопротивление можно измерить вольтметром и амперметром, вычислив его по закону Ома. Однако этот метод имеет недостатки, так как, во-первых, точность измерения существенно понижается из-за влияния погрешностей двух приборов, а во-вторых, для разных значений сопротивления требуются измерительные приборы на различные пределы измерения. Измерительный мост является прибором сравнения, посредством которого измеряемое сопротивление сопоставляется с образцовым и состоит из трех известных сопротивлений, образующих плечи моста, и высоко - чувствительного прибора называемого нульиндикатором (гальванометр). Мост позволяет измерять сопротивления от сотых долей ома до мегома и более.

Широко распространен универсальный мост типа УМВ, которым можно измерять сопротивления от $0,1$ до 1000000 Ом (рис. 1), Погрешность измерения при правильно выбранном соотношении плеч r_1 и r_2 и соответствующем напряжении батареи, питающем мост, для сопротивлений от 1 до 100000 Ом не превышает $\pm 0,5\%$ измеряемой величины. Если измеряемое сопротивление менее 1 Ом или более 100000 Ом, погрешность не превышает $\pm 5\%$.

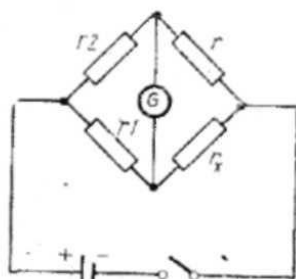


Рис. 1. Схема измерения сопротивлений универсальным мостом

Плечо r_1 и r_2 моста выполнено в виде рычажного магазина сопротивлений, состоящего из четырех последовательно соединенных между собой групп сопротивлений, каждая из которых управляется отдельным рычажным переключателем. Группа — декада сопротивлений состоит из девяти одинаковых, точно подога данных сопротивлений в $1, 10, 100$ и 1000 Ом. Плечи r_1 и r_2 моста выполнены также в виде группы сопротивлений, управляемых одним рычажным лея

переключателем, каждому положению которого соответствует определенное соотношение плеч r_1 и r_2 , которое отсчитывается по обозначениям на лимбе рукоятки переключателя. Значение измеряемого сопротивления R_x определяют умножением полученного значения отношения плеч r_1/r_2 на сопротивление плечи r , т. е. $R_x=(r/r_2)r$.

Наивыгоднейшее (дающее наибольшую точность измерения) соотношение плеч моста r_1/r_2 , а также напряжение источника питания схемы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значение измеряемого сопротивления R_x , Ом	Напряжение источника питания U , В	Отношение плеч моста r/r_2
От 0 до 1	2	1: 1000
От 1 до 10	4	1: 1000
От 10 до 100	4	1: 100
От 100 до 1000	6	1: 10
От 1000 до 10000	8	1: 1
От 10000 до 100000	20	10: 1
От 100000 до 1000000	20	100: 1

Измеряемое сопротивление подключают к зажимам моста R_x , а источник напряжения постоянного тока подключают к зажимам «+» и «-».

Порядок выполнения работы:

1. Подключить к универсальному мосту резистор, измерить его сопротивление и записать.
2. Измерение повторить для трех различных резисторов и результаты измерений также записать.
3. Соединить измеренные резисторы последовательно и замерить их общее сопротивление. Результаты вычислений и измерений записать.
4. Соединить резисторы параллельно и измерить их общее сопротивление. Результаты вычислений и измерений записать.
5. Составить отчет.

Контрольные вопросы:

1. Какими методами можно измерить электрическое сопротивление?
2. Каковы преимущества универсального измерительного моста?
3. Каково назначение плеч универсального измерительного моста?
4. С какой точностью можно измерить электрическим сопротивление универсальным измерительным мостом?
5. Как влияет сопротивление переходных контактов на точность измерения малых сопротивлений?
6. Как проверить исправность универсального моста и его точность?

Лабораторная работа №3

Раздел: МДК 02.02. Контрольно-измерительные приборы

Тема: Государственная система обеспечения единства измерений

Количество часов: 2

Цели: изучить порядок определения мощности в сети

Задачи: научиться определять мощность в сети

Материальное обеспечение: вольтметр, амперметр, ваттметр

Теоретическая часть:

Электрическая мощность — физическая величина, характеризующая скорость передачи или преобразования электрической энергии. При изучении сетей переменного тока, помимо мгновенной мощности, соответствующей общепринятому определению, вводятся также понятия активной мощности, равной среднему за период значению мгновенной, реактивной мощности, которая соответствует энергии, циркулирующей без диссипации от источника к потребителю и обратно, и полной мощности, вычисляемой как произведение действующих значений тока и напряжения без учёта сдвига фаз.

По назначению и диапазону частот ваттметры можно разделить на три категории — низкочастотные (и постоянного тока), радиочастотные и оптические. Ваттметры радиодиапазона по назначению делятся на два вида: проходящей мощности, включаемые в разрыв линии передачи, и поглощаемой мощности, подключаемые к концу линии в качестве согласованной нагрузки. В зависимости от способа функционального преобразования измерительной информации и её вывода оператору ваттметры бывают аналоговые (показывающие и самопишущие) и цифровые.

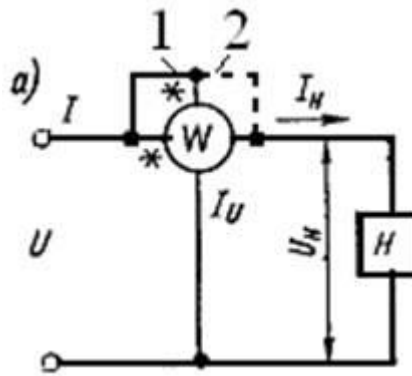
НЧ-ваттметры используются преимущественно в сетях электропитания промышленной частоты для измерения потребляемой мощности, могут быть однофазные и трехфазные. Отдельную подгруппу составляют варметры — измерители реактивной мощности. Цифровые приборы обычно совмещают возможность измерения активной и реактивной мощности.

Чаще всего измерение мощности осуществляется одним прибором — ваттметром. Как было сказано ранее, для измерения мощности лучшей является электродинамическая система.

Ваттметр снабжен двумя измерительными элементами в виде двух катушек: последовательной и параллельной. По первой катушке течет ток, пропорциональный нагрузке, а по второй — пропорциональный напряжению в сети. Угол поворота подвижной части электродинамического ваттметра пропорционален произведению тока и напряжения в измерительных катушках:

$$\alpha = k I U = k P$$

Схема включения ваттметра



При отсутствии ваттметра мощность определяется путем вычисления показателями вольтметра и амперметра.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с оборудованием.
2. Собрать электрическую схему, подключить приборы.
3. Определить мощность сети при максимальной нагрузке.
4. Определить ток, протекающий по двигателю, используя паспортную мощность.
5. Составить отчет.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое мощность, единицы измерения?
2. Как определяется мощность в однофазных сетях?
3. Как определяется мощность в трехфазных сетях?
4. Для чего необходимо знать мощность потребителя?
5. Выбор вводных кабелей по нагрузке.

Лабораторная работа №4

Раздел: МДК 02.02. Контрольно-измерительные приборы

Тема: Надёжность средств измерений

Количество часов: 2

Цели: Изучить методику снятия данных для построения механических и скоростных характеристик электродвигателя постоянного тока.

Задачи: Приобрести практические навыки в выполнении опытов по снятию данных и построению механических и скоростных характеристик электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения для различных режимов работы.

Материальное обеспечение: Осциллограф, вольтметр, генератор сигналов

Теоретическая часть:

При измерении переменного напряжения синусоидальной формы, как правило, интересуются его среднеквадратическим (действующим) значением. Действующее значение переменного напряжения U_d находят, используя известную зависимость между U_d и мгновенным значением измеряемого напряжения $U(t)$:

$$U_{д} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt} \quad , (1)$$

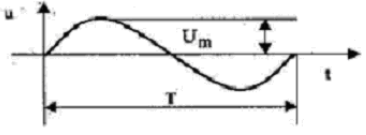
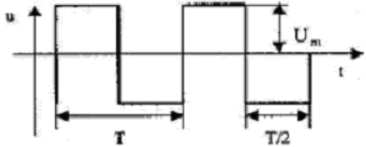
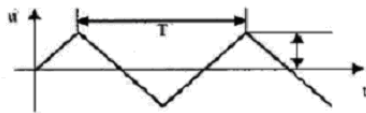
где T - период переменного напряжения.

Действующее значение переменного напряжения может быть измерено электромагнитными (диапазон частот от 20 Гц до 1-2 кГц), электродинамическими (диапазон частот от 20 Гц до 2-5 кГц), ферродинамическими (диапазон частот от 0 Гц до 1-2кГц), электростатическими (диапазон частот от 20 Гц до 10-20 МГц), термоэлектрическими (диапазон частот от 10 Гц до 10-100мГц) и электронными (диапазон частот от 20 Гц до 0,1-1 ГГц) вольтметрами. Иногда, особенно в тех случаях, когда форма электрического сигнала отличается от синусоидальной, измеряют средневыпрямленное и амплитудное значения переменного напряжения. Средневыпрямленное значение переменного напряжения u_c определяют как среднее арифметическое абсолютных мгновенных значений за период:

$$U_c = \frac{1}{T} \int_0^T |U(t)| dt \quad , (2)$$

Средневыпрямленное значение может быть измерено выпрямительным электромеханическим вольтметром (диапазон частот от 20 Гц до 10-20 кГц) или электронным вольтметром (диапазон частот от 10 Гц до 10-100 МГц).

Таблица 1. Значения коэффициентов K_f и K_a

Форма сигнала	K_f	K_a
	1,11	1,41
	1	1
	1,16	1,73

Для периодических колебаний произвольной формы связь между средневыпрямленным и среднеквадратическим значениями определяется соотношением:

$$U_{д} = K_f * U_{св}, \quad (3)$$

где K_f - коэффициент формы, значения которого для некоторых случаев приведены в таблице 1. Амплитудное значение U_m гармонического напряжения связано с его текущим $u(t)$ значением известной зависимостью: $u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi)$. Для периодических колебаний другой формы эта зависимость может быть сравнительно легко определена. Что касается непериодических сигналов, то они характеризуются пиковыми значениями (максимальными значениями из всех мгновенных значений за время наблюдения).

Амплитудное и пиковое значения могут быть измерены электронными вольтметрами пикового (амплитудного) значения (диапазон частот от 20 Гц до 10-100 МГц), а также с помощью осциллографов различного типа (диапазон частот от 0,1 Гц до 10-100 ГГц).

Для периодических колебаний произвольной формы связь между амплитудой сигнала и его среднеквадратическим значением определяется по формуле:

$$U_m = K_a * U_{д} \quad (4)$$

где K_a - коэффициент амплитуды, значения которого для некоторых часто встречающихся случаев приведены в таблице 1.

Порядок выполнения работы:

1. Используя осциллограф в качестве индикатора, определите в диапазоне частот от 30 Гц до 100 кГц зависимость показаний электромагнитного, электродинамического и электронного вольтметров (тип электронного вольтметра выбирается по своему усмотрению) от частоты измеряемого переменного напряжения.

2. Установите на выходе генератора сигналов гармоническое напряжение частотой 70 Гц, для этого поворотом ручки «Частота Hz» установите стрелку кругового индикатора напротив значения «7» и установите переключатель «Множитель» на значение «10».

3. Установите амплитуду выходного напряжения генератора такой, чтобы показания электронного вольтметра амплитудного значения (на рисунке 1 вверху слева) оказались между значениями «5» и «6» верхней шкалы диапазона 3 В, а стрелка электродинамического вольтметра остановилась напротив оцифрованного деления шкалы.

4. Зарисуйте осциллограмму исследуемого напряжения.

5. Снимите показания вольтметров.

Запишите в отчет показания вольтметров, сведения о частоте и форме исследуемого сигнала.

Контрольные вопросы:

1. Какими параметрами, подлежащими измерению, характеризуется переменное напряжение?
2. Что такое среднеквадратическое, среднее и средневыврямленное значения переменного напряжения?
3. Нужно измерить постоянную составляющую переменного напряжения. Какое средство измерений вы выберете?
4. В каком диапазоне частот можно измерять гармоническое напряжение? Какие вольтметры могут служить образцовыми на низких, средних и высоких частотах?
5. Чем определяется зависимость показаний вольтметров различного типа от частоты измеряемого напряжения?
6. Опишите принцип работы и устройство электромеханических вольтметров переменного тока? Чем определяется погрешность этих приборов?
7. Опишите принцип работы и устройство электронных вольтметров переменного тока. Чем определяется погрешность этих приборов?

Лабораторная работа №5

Раздел: МДК 02.02. Контрольно-измерительные приборы

Тема: Электромеханические электроизмерительные приборы

Количество часов: 2

Цели: Изучить методику измерения электрических величин цифровым мультиметром

Задачи: научиться производить замеры электрических величин цифровым мультиметром

Материальное обеспечение: мультиметр, индикатор напряжения, магазин сопротивлений

Теоретическая часть:

При отсутствии фазы или земли (нуля) в поисках дефекта не обязательно долбить стену, снимать покрытие, соединять жилу в месте излома или укладывать в возникшую борозду другой провод, заштукатуривая поверхности стен при отделочных работах. Новый проводник в период между ремонтами лучше проложить по поверхности стены, потолка, карниза или под ними.

При устранении излома жилы скрытой проводки соблюдают следующую последовательность операций. Патрон, выключатель и розетка смонтированы по вертикали стены и соединены между собой так, что ток поступает от розетки к патрону. Если лампа при нажатии клавиши выключателя не зажигается, для выяснения причины отсутствия накала используют метод исключения.

Клавишу выключателя оставляют включенной. Лампу выкручивают и вкручивают другую. Смотреть на лампу допустимо лишь в момент контакта цоколя лампы и резьбы патрона. Позже - опасно, так как возможен взрыв колбы, хотя, как правило, сгорает лишь ее спираль.

Если и вторая лампа не загорается, то клавишу выключателя устанавливают в положение "выключено" и выкручивают лампу и юбку патрона. Затем пластинчатые контакты отгибают в сторону, противоположную вкладышу. Сборку ведут в обратном порядке. Если снова нет света, приступают к следующему этапу.

Отвинчивая винт или нажимая фиксатор, снимают крышку или клавишу выключателя. При этом под ногами должен быть сухой нетокопроводящий материал - деревянный пол или резиновый коврик. Замыкают контакты выключателя губками плоскогубцев или отверткой, держа их за изолированные ручки. Появление света подтвердит неисправность выключателя. Его меняют при вывернутых электропробках или отключенных автоматических выключателях на щитке. Иногда это делают, не обесточивая линию, но стоя на резиновом коврике. В частности, чтобы устранить искрение между контактами выключателя и концами жил проводов, снимают с последнего нагрузку, т. е. заменяют выключатель новым с клавишами, зафиксированными в положении "выключено".

Если замыкание контактов выключателя не вызвало накала спирали лампы, то приступают к очередному этапу поиска неисправности. Для этого выворачивают два шурупа из подрозетника или, если он отсутствует - из других креплений. Патрон повисает на проводах, выходящих из отверстия в подрозетнике.

Проверяют провода в месте выхода из стены. Иногда отверстие в стене расширяют для качественного испытания проводки. Снимают провода с контактов патрона и качают из стороны в сторону, перегибая примерно на 90° (упругая пластмассовая оболочка-изоляция скрывает излом жилы).

Место провода, которое вызывает подозрение, контролируют двумя способами. Поскольку провода к патрону подведены от розетки, используют контрольную лампу. Вставляют один щуп контрольной лампы в любое гнездо розетки, а другой прикладывают к концу той или иной жилы. Выключатель оставляют включенным. Если контрольная лампа не загорается, то щуп прикладывают к концу другой жилы. Укладка проводов скрыта, и поэтому сразу сложно угадать, к какому проводу следует прижать щуп. Именно поэтому его из одного гнезда розетки переставляют в другое. Контрольная лампа будет гореть только тогда, когда ее щупы касаются разноименных полюсов, с фазой и "землей", т. е. разных цельных жил проводки. Если контрольная лампа не загорелась, значит, есть излом жилы.

В случаях для ремонта нужно найти место надлома, а сделать это легче всего «прозвонив» провода.

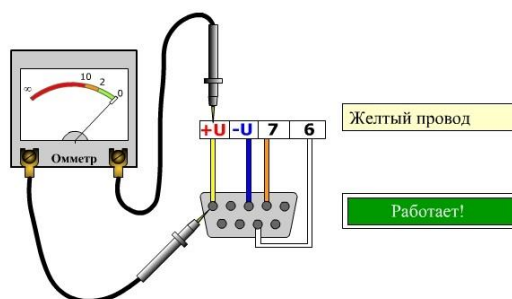
Что нужно для прозвона?

Для работы потребуется омметр. Модель или марка не имеют особого значения - подойдут как стандартные, так и электронные омметры. Также можно прозвонить провод мультиметром.

Перед работой нужно замкнуть выводы омметр и установить стрелку на ноль.

Как прозвонить провод?

Любой омметр имеет два вывода. Первый соединяем с одним концом прозваниваемого провода, второй – с другим. После этого омметр должен показать сопротивление провода. Длина провода мыши не превышает 2-3 метров, поэтому его сопротивление практически равно нулю. На стандартном омметре стрелка отклонится до упора влево или вправо (зависит от конструкции прибора). Если отображаемое омметром сопротивление не превышает 2-3 Ом, то провод исправен, а имеющееся сопротивление можно списать на качество проводов.



Сопротивление практически нулевое - провод исправен.

Сопротивление в 3-10 Ом уже подозрительно. Обычная мышь возможно и будет работать, но более требовательная к питанию. Сопротивление достигает 3-10 Ом - это уже подозрительно. Если же сопротивление превышает 10 Ом, то провод однозначно неисправен.

Внимание: нужно учитывать, что цифровой омметр показывает сопротивление даже при напрямую замкнутых выводах. Данное сопротивление достигает 0,3-1 Ом и зависит от качества прибора и его проводов.

Как прозвонить кабель?

В большинстве случаев при ремонте мыши нужно прозвонить не отдельный провод, а кабель с разъемом на конце. Обычно такой прозвон используют для определения назначения каждого из проводов в шнуре мыши.

При прозвоне кабеля мы не знаем заранее, куда какой провод подключен к разъему. Цвета проводов абсолютно ничего не значат – мышь считается расходным материалом, и ее ремонт после поломки не предусматривается. Поэтому каждый производитель выбирает цвета на свое усмотрение.



В данном случае один из выводов омметра нужно подключить к одному из выводов разъема. Вторым выводом омметра мы проверяем провода на другом конце кабеля. Когда прибор покажет нулевое сопротивление, помечаем кабель как исправный и запоминаем его назначение.

Таким образом прозваниваем все провода и находим неисправные.

Внимание: при прозванивании не стоит использовать «пищалку», которая есть у многих мультиметров. Дело в том, что она служит для ориентировочной проверки проводов и срабатывает в диапазоне от нуля до нескольких сотен Ом. Это значит, что пищать она будет даже при повышенном сопротивлении.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить оборудование для работы
2. Настроить приборы для замеров
3. Произвести замеры и сравнить с нормой
4. Составить отчет
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какими методами можно измерить электрическое сопротивление?
2. Каковы преимущества универсального измерительного моста?
3. Каково назначение плеч универсального измерительного моста?
4. С какой точностью можно измерить электрическим сопротивлением универсальным измерительным мостом?
5. Как влияет сопротивление переходных контактов на точность измерения малых сопротивлений?
6. Как проверить исправность универсального моста и его точность?

Лабораторная работа №6

Раздел: МДК 02.02. Контрольно-измерительные приборы

Тема: Электромеханические электроизмерительные приборы

Количество часов: 2

Цели: изучить методику измерения линейных и угловых перемещений

Задачи: научиться производить измерения линейных и угловых перемещений

Материальное обеспечение: датчики, шифраторы, тахогенераторы

Теоретическая часть:

Датчики линейного и углового перемещения (положения) получили широкое распространение во всех отраслях промышленности. С помощью датчиков перемещений определяются и регулируются положения исполнительных органов различных машин и агрегатов, транспортных и вентиляторных установок, фиксируются положения машин в пространстве т.д. Датчики угловых перемещений (скорости) используются в регулируемых электроприводах машин и механизмов, в системах регулирования частоты вращения исполнительных элементов автоматики.

В последние годы активно внедряются в производство прецизионные интеллектуальные датчики измерения перемещения (положения) – шифраторы приращений (абсолютные шифраторы).

Тахогенераторы постоянного и переменного тока

В настоящее время в промышленности в качестве приборов для измерения и контроля угловой скорости находят применение тахогенераторы (ТГ) разнообразных систем и конструкций. Многообразие типов, конструкций, габаритов ТГ отечественного и иностранного производства объясняется в основном не различием требований, предъявляемых электроприводами, а инициативой весьма широкого круга разработчиков и изготовителей. Рассмотрим наиболее распространенные ТГ.

У большинства ТГ основной является скоростная характеристика, которая дает зависимость среднего значения напряжения от частоты вращения вала

$$U_{cp} = f(n); \quad U_{cp} = \int_0^T (u / T) dt$$

где u – мгновенное значение пульсирующего или выпрямленного напряжения;

T – время (период) одного оборота.

Из ТГ различных видов для измерения и обратной связи по скорости более широко применяют ТГ постоянного тока.

Машины типа ТГ1, встроенного и автономного исполнения, а также типа ЭГ разработаны для комплектации с двигателями металлорежущих станков; машины типа ТГП служат для маломощных электроприводов следящих устройств, отличающихся большой частотой включений с изменением направления вращения; маломощные ТГ типов СЛ, ТД, ТГ (55-74 мм) предназначены для установки на авиационных и иных электроприводах с эксплуатационным сроком до 2000 ч; крупные прецизионные ТГ типа ПТ рассчитаны на использование в металлургической промышленности. Каждый вид ТГ, кроме отведенной для него области, может оказаться пригодным для применения на иных агрегатах серийного или индивидуального изготовления.

Номинальные частоты вращения большинства ТГ не превышают 2000 об/мин, но по центробежной устойчивости предусматривается запас в 2,5-3 раза и более; при этом учитывается вероятность «разноса» привода постоянного тока. Некоторые типы ТГ или отдельные их исполнения (ТМГ, СЛ и др.) допускают продолжительную работу при частотах вращения 3500-4000 об/мин и напряжениях на якоре до 300 В. На быстроходных агрегатах находят применение ТГ типов ТГП ($n_{max}=7000$ об/мин) и TDP-0,031 ($n_m=12000$ об/мин); максимальные напряжения таких ТГ обычно лежат в пределах 50-80 В.

Для прецизионных ТГ заводы-изготовители применяют подшипники высокого класса точности и износостойкости; некоторые заводы гарантируют срок их службы до 20 тыс. ч.

Прецизионные ТГ типов ПТ22, ПТ32 и ПТ42 предназначены для приводов металлургической промышленности. Номинальное напряжение 230 В, сечения проводов якорной обмотки выбираются в зависимости от скорости. Машины значительно отличаются по массе и габаритам, но надо отметить, что это не дает выигрыш по частоте полюсных пульсаций $f_{\text{п}}$ или частоте зубцовых пульсаций f_z , так как числа зубцов их якорей мало отличаются ($N_3=21, 23, 25$). Тахогенераторы типа ПТ42 имеют значительно большее число коллекторных пластин ($N_k=69, 62, 125$), однако вследствие крутого фронта импульса и его малой продолжительности коллекторные пульсации ΔU_k практически не влияют на регулировочные свойства САР.

Синхронные ТГ имеют малое внутреннее сопротивление, что позволяет получить от них достаточно большие мощности. При изменении частоты вращения у синхронных машин изменяется не только выходное напряжение, но и частота. Выходное напряжение обычно выпрямляется, но находят применение схемы, осуществляющие контроль по частоте сигналов, поступающих от ТГ. Благодаря механической устойчивости синхронные ТГ нашли применение в трамваях, поездах, шахтных машинах, на кранах и иных агрегатах, подверженных значительной вибрации.

Синхронный ТГ по принципу действия аналогичен обычному силовому синхронному генератору. Вследствие большого реактивного сопротивления статора напряжение ТГ резко падает с увеличением нагрузки и поэтому они должны работать на потенциометр с неизменным сопротивлением.

Распространение получили ТГ с небольшим числом полюсов (6-12), однако имеются конструкции с числом полюсов 24, 72 и даже 500. Большое число полюсов и трехфазные схемы обмоток позволяет применять синхронные ТГ на тихоходных приводах. Известны конструкции синхронных ТГ с выпрямителями, закрепленными на корпусе машины.

Роторы и статоры бывают разнообразных конструкций, но всем им свойственна некоторая несимметрия, вызывающая низкочастотные пульсации напряжения статора.

Обычно напряжение статора ТГ выпрямляется, а зубцовые пульсации сглаживаются при помощи RC-фильтра. Для снижения пульсаций выпрямленного напряжения ТГ изготавливают с полюсами специального профиля, позволяющими получить желаемую форму ЭДС.

В синхронных ТГ для температурной компенсации применяются специальные магнитные шунты; при отсутствии насыщения и больших зазорах внешние магнитные поля мало влияют на напряжение статора. При чисто активной и неизменной нагрузке скоростная характеристика имеет линейный характер, несмотря на большое падение напряжения в самом ТГ.

Известные синхронные ТГ предназначены для работы с приводами, не требующими высокой стабильности скоростной характеристики; при их разработке в первую очередь стремились получить дешевую безотказную машину.

Асинхронные ТГ отличаются простотой конструкции и малой массой подвижной части. Главное их достоинство, определяющее в большинстве случаев их выбор, состоит в том, что независимо от скорости привода напряжение на выходе ТГ имеет постоянную частоту. Наличие постоянной достаточно большой частоты позволяет отфильтровать зубцовые пульсации выпрямленного напряжения без заметного демпфирования системы.

Асинхронный ТГ имеет шихтованный статор 1 (рисунок 4.1) с двумя обмотками – задающей З и приемной П, сдвинутыми относительно друг друга на 90° .

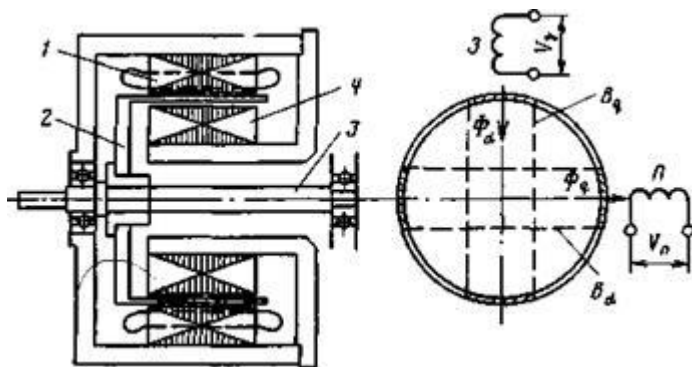


Рисунок 4.1 – Схема асинхронного ТГ

Ротор 2, закрепленный на оси 3, представляет собой полый тонкостенный цилиндр из немагнитного металла (дюраль, бронза). Внутри ротора расположен цилиндр 4 из шихтованной стали.

В некоторых схемах для улучшения электрических характеристик к обмоткам асинхронных ТГ подключаются компенсирующие конденсаторы.

Индукторные ТГ трехфазного тока были созданы для крупных электроприводов металлургической и бумажной промышленности; впоследствии они нашли применение также в различных агрегатах быстро-действующего регулирования средней мощности. По сравнению с ТГ иных систем они отличаются небольшой чувствительностью к температуре и изменению напряжения на обмотке возбуждения. Главное их достоинство состоит в низком уровне оборотных погрешностей, что играет решающую роль при строгом поддержании скорости без инерционных электроприводов. Сигнал данных ТГ оценивается по среднему значению выпрямленного напряжения.

Индукторные тахогенераторы представляют собой видоизмененные индукторные машины повышенной частоты. Впервые они были разработаны для приводов непрерывных прокатных станков.

Необходимость в создании таких ТГ возникла при анализе работы действующих электроприводов; выявилось, что применявшиеся ТГ постоянного тока имеют недопустимо большие оборотные и полюсные пульсации выходного напряжения.

Внешние характеристики ТГ, как и у обычных индукторных и синхронных генераторов, отличаются малой жесткостью, поэтому система электропривода должна быть построена таким образом, чтобы сопротивление нагрузки ТГ в процессе управления не изменялось. В случае изменения сопротивления нагрузки и перехода на другую скоростную характеристику ТГ требуется изменять добавочные резисторы в цепи таховольтметров.

Фотоимпульсные и индукционные датчики скорости

К основным недостаткам тахогенераторов относят ограниченный частотный диапазон измеряемых величин. В последние годы тахогенераторы постепенно вытесняются фотоимпульсными и индукционными датчиками, а также специальными интеллектуальными преобразователями – шифраторами углового перемещения (положения).

В фотоимпульсных датчиках импульсы в оптоэлектронной паре источник излучения – приемник излучения (светодиод – фотопреобразователь) создаются при помощи дисков с прорезями или отверстиями, в некоторых приводах применяют вращающиеся детали машин. В подавляющем большинстве шифраторов положения также используют в качестве чувствительного элемента оптоэлектронную пару.

Импульсы индукционных датчиков создаются под влиянием пульсирующего или знакопеременного магнитного потока. В качестве тела, модулирующего поток, служат специальные зубчатые колеса либо вращающиеся ферромагнитные детали машин.

Шифраторы углового перемещения (положения)

На практике в средствах механизации, промышленной робототехнике, устройствах числового программного управления и других промышленных системах управления и

контроля широко используются два основных типа оптических угловых (поворотных) кодирующих устройств: шифраторы приращений и абсолютные шифраторы.

Цифровые измерения линейных перемещений (длин) и углов поворота, в частности, функциональных элементов роботов и металлообрабатывающих станков, можно осуществлять так называемым методом считывания с использованием кодирующих линейчатых масок и кодирующих дисков. На них нанесены кодирующие дорожки в виде, например, темных (соответствуют "0") и светлых (соответствуют "1") элементов.

Считывание кода и получение соответствующих сигналов обычно осуществляется оптоэлектронным способом (элементы дорожек просвечиваются). Ранее упоминалось о применении и других способов считывания. Разрешающая способность масок ограничивается различной длиной элемента кода. При магнитном способе считывания она составляет примерно 0,1 мм, а при фотоэлектрическом — порядка единиц микрометра, то есть существует механический предел их чувствительности. Оптические шифраторы приращений интерферометрического типа обладают существенно более высокой разрешающей способностью за счет эффективного увеличения расстояния между чувствительными сегментами.

На рисунке 4.2 показан кодирующий диск, кодовые дорожки на котором нанесены концентрически. Диапазон измерений равен 360° . Разрешающая способность такого диска определяется длиной окружности с наибольшим радиусом.

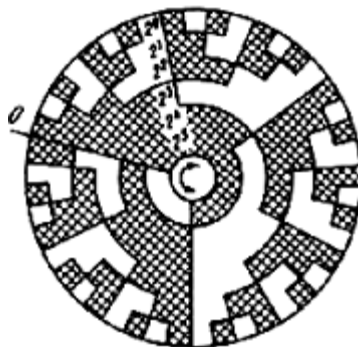


Рисунок 4.2 - Кодирующий диск

При простом двоичном кодировании ошибка из-за неопределённости считывания, равная единице младшего разряда кода, может вызвать для ряда чисел перенос единицы в старший разряд, вследствие чего минимальная ошибка трансформируется в максимальную. Для уменьшения указанной погрешности вместо двоичного кода используют код Грея. В коде Грея изменение младшего разряда на 1 вызывает изменение только соседнего старшего разряда.

Независимо от того, какой код используется в шифраторе, измерительная система должна его преобразовывать в простой двоичный цифровой код.

Шифратор приращений индицирует только перемещение при движении от начального состояния, а абсолютный шифратор индицирует абсолютное положение. В абсолютных шифраторах углового положения используется электромеханический способ аналого-цифрового преобразования, предполагающий непосредственное преобразование угла поворота вала в соответствующий цифровой выходной сигнал, который может быть использован для обработки и интерпретации информации любым измерительным комплексом.

Абсолютные шифраторы применяются в тех случаях, когда устройство бездействует в течение продолжительных интервалов времени или перемещается с небольшой скоростью. Примерами таких устройств могут быть задвижки управления подъемом воды, телескопы, грузовые краны и т.п.

В традиционном абсолютном шифраторе маска на диске состоит из ряда концентрических дискретных дорожек с числом периодов на один оборот, удвоенным на каждой следующей дорожке увеличенного радиуса. Каждая дорожка имеет собственные фотодетекторы, и расположены дорожки так, что показания всех детекторов генерируют

параллельный двоичный код, обычно код Грея, преимущество которого, как отмечалось выше, заключается в изменении только одного разряда при переходе в последовательном счёте от одного числа к другому. Например, шифратор с 12 дорожками будет генерировать 4096 слов за один оборот вала. Оптомеханика и электроника считывания кода такого шифратора являются значительно более сложными и дорогостоящими, чем у шифратора приращений. Тем не менее, он имеет существенное преимущество: предоставление информации тотчас же после запуска, без процедуры возврата в исходное положение.

Абсолютные шифраторы по принципу действия делятся на однооборотные и многооборотные. У однооборотных шифраторов один оборот вала (360°) делится максимум на 8192 отсчета (13-битовый код измерений). После каждого полного оборота код возвращается к своему начальному значению. Контроллер шифратора не распознает количество сохраненных оборотов.

В дополнение к кодирующему диску, применяемому в однооборотных шифраторах, многооборотные шифраторы имеют встроенный редуктор. Это устройство является подчиненным и закодировано таким образом, что может быть обнаружено до 4096 оборотов (12 бит). Поэтому полная разрешающая способность абсолютного шифратора составляет 25 бит: 13 бит — однооборотная разрешающая способность и 12 бит — количество оборотов. Этот тип шифраторов, характеризующийся большим значением допустимого числа измерений ($33\ 554\ 432$), может быть использован для длительных по времени применений, требующих для управления более одного оборота приводного устройства (например, зубчатая рейка и шестерня, подающий винт, шкив или конвейер с ременным приводом).

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить оборудование и приборы к работе.
2. Определить средние значения напряжения частоты вращения вала.
3. Изучить виды устройств.
4. Составить отчет
5. Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Какие датчики линейного и углового перемещения (положения) получили распространение?
2. Фотоимпульсные и индукционные датчики скорости.
3. Тахогенераторы.
4. Шифраторы углового перемещения.
5. Какой способ аналого-цифрового преобразования используется в абсолютных шифраторах?

Критерии оценки за лабораторные работы:

Оценка "5" ставится, если студент:

- 1) правильно определил цель опыта;
- 2) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- 3) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- 4) научно грамотно, логично описал наблюдения и сформулировал выводы из опыта. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления и сделал выводы;
- 5) проявляет организационно-трудовые умения (поддерживает чистоту рабочего места и порядок на столе, экономно использует расходные материалы).
- 6) эксперимент осуществляет по плану с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием.

Оценка "4" ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но:

- 1) опыт проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- 2) или было допущено два-три недочета;
- 3) или не более одной негрубой ошибки и одного недочета,
- 4) или эксперимент проведен не полностью;
- 5) или в описании наблюдений из опыта допустил неточности, выводы сделал неполные.

Оценка "3" ставится, если студент:

- 1) правильно определил цель опыта; работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы;
- 2) или подбор оборудования, объектов, материалов, а также работы по началу опыта провел с помощью учителя; или в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов;
- 3) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью; или в отчёте были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, и т.д.) не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения;
- 4) допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию учителя.

Оценка "2" ставится, если студент:

- 1) не определил самостоятельно цель опыта; выполнил работу не полностью, не подготовил нужное оборудование и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;
- 2) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно;
- 3) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке "3";
- 4) допускает две (и более) грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не может исправить даже по требованию учителя.

Список источников и литературы

Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Нестеренко В.М., А.М.Мысьянов Технология электромонтажных работ: учеб. пособие для нпо. – 5-е изд., стер.- М.: Академия, 2007
2. Сибикин Ю. Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн.: учебник для нпо.- М. : Академия, 2007
3. Акимова Н.А. и др. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электромеханического оборудования: учебник для спо.- М.: Академия, 2005

Дополнительные источники:

1. Гуржий А.Н. Электрические и радиотехнические измерения: учеб. пос. для нпо. - М.: Академия, 2004

Интернет-ресурсы:

1. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. ISSN: 2074-9635. Издательство: Панорама. <http://www.iprbookshon.ru>
2. ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность.
ISSN:1995-5685. Издательство: Электрозавод. <http://www.iprbookshop.ru>