Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Бутакова Оксана Стефановна
Должность: директор
Дата подписания: 06.11.2025 05:07:18
Уникальный программный ключ:
92ebe478f3654efe030354ec9c160360cb17a169

Министерство образования и науки Республики Саха (Якутия)
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Саха (Якутия) «Ленский технологический техникум»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Междисциплинарный курс: МДК.02.02 Контрольно-измерительные приборы

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

г. Ленск, 2023

Методические рекомендации по выполнению практических занятий составлены на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям) к содержанию и уровню подготовки выпускника в соответствии учебным планом и рабочей программой междисциплинарного курса МДК.02.02 Контрольно-измерительные приборы, утвержденных ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум».

РЕКОМЕНДОВАНО

Учебно-методическим советом

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Саха (Якутии)
«Ленский технологический техникум»
Учебно методический совет
Протокол № 11
«30» июня 2023 г.

Рассмотрена и рекомендована на заседании ПЦК «Профессиональной подготовки»

Протокол №10 от «7» июня 2023

Председатель ПЦК Лучина Г.А

Автор: Дьячков Юрий Юрьевич, мастер производственного обучения

Оглавление

Пояснительная записка 4
Практическая работа №1 7
Практическая работа №2 12
Практическая работа №3 16
Практическая работа №4 22
Практическая работа №5 26
Практическая работа №6 31
Практическая работа №7 36
Практическая работа №8 42
Практическое занятие №9 45
Практическое занятие №10 48
Практическое занятие №11 52
Литература: 56

Пояснительная записка

Методические указания к выполнению практических работ, обучающихся по междисциплинарному курсу **МДК.02.02 Контрольно-измерительные приборы** предназначены для обучающихся по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям).

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по междисциплинарному курсу МДК.02.02 Контрольно-измерительные приборы **в** учреждениях среднего профессионального образования.

В связи с введением в образовательный процесс нового Федерального государственного образовательного стандарта, который ориентирован на выработку у студентов общих и профессиональных компетенций – набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда, все более актуальной становится задача организации практической работы студентов.

Практические занятия являются важной формой образовательного процесса и направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений, они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

Цели практических занятий:

-помочь студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;

-научить студентов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями составления служебных документов;

-научить их пользоваться справочной литературой и таблицами;

-формировать умение учиться самостоятельно, т. е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по междисциплинарному курсу, опытом творческой и исследовательской деятельности и направлены на формирование следующих умений и знаний:

Уметь:

У.1. Выполнять испытания и наладку осветительных электроустановок;

У.2. Проводить электрические измерения;

У.3. Снимать показания приборов;

У.4. Проверять электрооборудование на соответствие чертежам, электрическим схемам, техническим условиям

Знать:

З1. - общую классификацию измерительных приборов;

З2. - схемы включения приборов в электрическую цепь;

З3. - документацию на техническое обслуживание приборов;

З4. - систему эксплуатации и поверки приборов; общие правила технического обслуживания измерительных приборов.

Результатом освоения МДК.02.02 Контрольно-измерительные приборы является овладение обучающимися общих компетенций (ОК) и профессиональных компетенций (ПК):

ОК.01: Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК.02: Организовать собственную деятельность, исходя из цели и способов её достижения, определенных руководителем.

ОК.03: Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК.04: Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК.05: Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК.06: Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК.07: Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

ВД 1 Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций

ВД 2 Проверка и наладка электрооборудования

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

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся являются:

уровень освоения учебного материала;

уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;

уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;

обоснованность и четкость изложения материала;

оформление материала в соответствии с требованиями стандарта предприятия;

уровень умения ориентироваться в потоке информации, выделять главное;

уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;

уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;

уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее.

К категории *существенных ошибок* следует отнести ошибки, связанные с незнанием, непониманием учащимися основных положений теории и с неправильным применением методов, способов, приемов решения практических заданий, предусмотренных программой.

К категории *несущественных ошибок* следует отнести погрешности, связанные с небрежным выполнением записей, рисунков, графиков, чертежей, а также погрешности и недочеты, которые не приводят к искажению смысла задания и его выполнения.

При наличии существенной ошибки задание считается невыполненным.

Практические работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень видов практических работ

Номер и наименование темы	**Наименование (содержание) практической работы**	**Кол-во час**	**Коды формируемых компетенций**	**Форма контроля**
Тема 2.1 Основы метрологии	**Практическое занятие №1.** Определение метрологических характеристик прибора	2	ОК 01, 03	Текущий контроль

Тема 2.2. Погрешности измерений	**Практическое занятие №2.** Определение погрешности измерений (оценка достоверности результата измерения)	2	ПК 2.1 ОК 03	Текущий контроль
Тема 2.3. Классификация электроизмерительных приборов и систем	**Практическое занятие №3.** Устройство приборов различных измерительных систем. Магнитоэлектрические приборы **Практическое занятие №4.** Электромагнитные приборы **Практическое занятие №5.** Электродинамические приборы **Практическое занятие №6.** Ферродинамические приборы **Практическое занятие №7.** Приборы индукционной системы	10	ПК 2.1 ОК 03	Текущий контроль
Тема 2.4 Техническое обслуживание и эксплуатация электроизмерительных приборов	**Практическое занятие №8.** Ознакомление с техническими параметрами приборов. Проверка и подготовка измерительных приборов к работе **Практическое занятие №9.** Подключение электроизмерительных приборов в электрические цепи **Практическое занятие №10.** Цифровые вольтметры, частотомеры	6	ОК 01 ПК 2.3 ОК 03	Текущий контроль
Тема 2.5 Средства и системы для производства наладочных работ	**Практическое занятие №11.** Подключение трехфазного счетчика	2	ПК 2.2	Текущий контроль
Итого:		22		

Практическая работа №1

Тема: Определение метрологических характеристик прибора

Цель работы:

Освоить методику определения основных метрологических характеристик измерительных приборов (погрешности, класса точности, диапазона измерений, цены деления, чувствительности) на примере аналогового и цифрового вольтметра/амперметра.

Продолжительность: 2 академических часа (90 минут)

Задачи:

1. Изучить устройство и принцип действия аналогового и цифрового измерительных приборов.
2. Определить цену деления, диапазон измерений, чувствительность.
3. Рассчитать абсолютную, относительную и приведенную погрешности.
4. Определить класс точности прибора.
5. Сравнить метрологические характеристики аналогового и цифрового приборов.
6. Сделать выводы о пригодности приборов для выполнения измерений.

Оборудование и материалы:

- Аналоговый вольтметр (или амперметр) — 1 шт.
- Цифровой мультиметр — 1 шт.
- Регулируемый источник постоянного напряжения (или тока) — 1 шт.
- Соединительные провода — комплект.
- Резисторы (для создания нагрузки, если нужно) — по необходимости.
- Лабораторный бланк отчета (прилагается).
- Калькулятор.

Краткие теоретические сведения:

Основные метрологические характеристики:

1. **Цена деления** — значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы. $C = \frac{A_{max}}{N}$,где A_{max} — верхний предел измерения, N — число делений.
2. **Диапазон измерений** — интервал значений измеряемой величины, в пределах которого нормированы допускаемые погрешности.
3. **Чувствительность** — отношение изменения выходного сигнала к вызвавшему его изменению входного сигнала.

$S = \frac{\Delta\alpha}{\Delta X}$, где Δα — отклонение стрелки, ΔX — изменение измеряемой величины.

4. **Абсолютная погрешность —** разность между показанием прибора X и истинным (действительным) значением X0 : $\Delta = X - X_0$

5. **Относительная погрешность** — отношение абсолютной погрешности к истинному значению: $\delta = \frac{\Delta}{X_0} \cdot 100\%$

6. **Приведенная погрешность** — отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению (обычно — верхний предел измерения): $\gamma = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100\%$

7. **Класс точности** — число, равное пределу допускаемой приведенной погрешности (например, 0,5; 1,0; 2,5 и т.д.).

Ход работы:

Часть 1. Аналоговый прибор (30 мин)

1. Ознакомьтесь с паспортными данными аналогового прибора (предел измерений, класс точности — если указан).

2. Определите цену деления шкалы.

3. Подключите прибор к источнику напряжения (через резистор, если требуется ограничение тока).

4. Установите 5 различных значений напряжения (например: 2 В, 4 В, 6 В, 8 В, 10 В — в пределах шкалы).

5. Запишите показания аналогового прибора и эталонного цифрового мультиметра (принимаем за истинное значение).

6. Рассчитайте для каждого измерения:

- Абсолютную погрешность
- Относительную погрешность
- Приведенную погрешность

1. Определите максимальную приведенную погрешность — это и есть фактический класс точности прибора.

Часть 2. Цифровой прибор (20 мин)

1. Повторите измерения с использованием цифрового мультиметра (на тех же точках).

2. Сравните его показания с самим собой (в пределах разрешающей способности) или с другим эталонным прибором, если доступен.

3. Определите погрешности (если возможно — по паспортным данным производителя).

4. Запишите разрешение (наименьшее отображаемое значение).

Часть 3. Сравнительный анализ и выводы (25 мин)

1. Сравните метрологические характеристики аналогового и цифрового приборов.

2. Ответьте на вопросы:

- Какой прибор точнее?
- В каких случаях целесообразно использовать аналоговый прибор?
- Как влияет класс точности на выбор прибора для конкретной задачи?

3. Заполните таблицу результатов (образец ниже).

Часть 4. Оформление отчета (15 мин)

Оформите отчет по форме:

Форма отчета:

Практическая работа №1

Тема: Определение метрологических характеристик прибора

ФИО студента: _____

Группа: _____

Дата: _____

1. Цель работы:

(переписать цель)

2. Используемые приборы:

- Аналоговый вольтметр: модель ____, предел измерения ____, класс точности (пасп.) ____
- Цифровой мультиметр: модель ____, разрешение ____, класс точности (пасп.) ____

3. Таблица измерений и расчетов (аналоговый прибор):

№	UИСТ (По цифровому)	Uанал, В	Δ, В	Δ, %	Г, %
1					
2					
3					
4					
5					

Максимальная γ = ____ % → Класс точности = ____

4. Характеристики цифрового прибора:

(разрешение, паспортная погрешность, вывод о точности)

5. Сравнительный анализ:

(2–3 абзаца с выводами)

6. Ответы на контрольные вопросы:

1. Что такое класс точности прибора?
2. Почему приведенная погрешность важнее относительной при выборе прибора?
3. В каких случаях предпочтительнее аналоговый прибор?
4. Как влияет цена деления на точность измерений?

7. Общий вывод по работе:

(Чему научились? Что выяснили? Где могут пригодиться полученные навыки?)

Критерии оценки:

Критерий	**Макс.балл**
Правильность измерений	2
Верность расчетов	3
Полнота анализа и выводов	3
Оформление отчета	1
Ответы на контрольные вопросы	1
Итого	**0**

Оценка:

- 9–10 баллов — «отлично»
- 7–8 баллов — «хорошо»
- 5–6 баллов — «удовлетворительно»
- менее 5 — «неудовлетворительно»

Методические рекомендации преподавателю:

Перед началом работы провести 10-минутный инструктаж по ТБ при работе с электрооборудованием.

Показать на примере, как правильно подключать приборы и снимать показания.

Контролировать правильность расчетов на этапе выполнения.

По окончании — провести краткое обсуждение типичных ошибок и лучших работ.

Междисциплинарные связи:

- Электротехника и электроника (знание электрических цепей)
- Охрана труда (безопасность при работе с приборами)
- Математика (расчет погрешностей, проценты)

Практическая работа №2

Тема: Определение погрешности измерений (оценка достоверности результата измерения)

Цель работы:

Научиться определять абсолютную, относительную и приведенную погрешности при многократных измерениях, оценивать достоверность результата, рассчитывать среднее значение, стандартное отклонение и доверительный интервал.

Продолжительность: 2 академических часа (90 минут)

Задачи:

- Провести серию многократных измерений одной и той же электрической величины (напряжения или тока).
- Рассчитать среднее арифметическое значение измеряемой величины.
- Определить абсолютные погрешности каждого измерения.
- Вычислить среднюю абсолютную погрешность, стандартное отклонение (СКО), относительную и приведенную погрешности.
- Построить доверительный интервал для результата измерения.
- Сделать вывод о достоверности и точности полученного результата.

Оборудование и материалы:

- Цифровой мультиметр — 1 шт. (или аналоговый прибор с известным классом точности)
- Регулируемый источник постоянного напряжения — 1 шт.
- Соединительные провода — комплект.
- Резистор (для стабилизации тока, если нужно) — по необходимости.
- Лабораторный бланк отчета (прилагается).
- Калькулятор (желательно инженерный или с функцией статистики).
- Таблица коэффициентов Стьюдента (прилагается в методичке или на стенде).

Краткие теоретические сведения:

Основные понятия:

Абсолютная погрешность i-го измерения:

$\Delta_i = X_i - \overline{X}$, где X — среднее значение.

Среднее арифметическое значение: $\overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} X_i$

Средняя абсолютная погрешность (по модулю): $\Delta_{\text{ср}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|\Delta_i|$

Стандартное отклонение (СКО): $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}$

Относительная погрешность: $\delta = \frac{\sigma}{\overline{X}} \cdot 100\%$

Приведенная погрешность:

$\gamma = \frac{\sigma}{X_N} \cdot 100\%$ где XN — нормирующее значение (верхний предел шкалы).

Доверительный интервал:

$\overline{X} \pm t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, где t — коэффициент Стьюдента (зависит от числа измерений и доверительной вероятности, обычно P=0.95).

Ход работы:

Часть 1. Подготовка и проведение измерений (25 мин)

1. Установите источник напряжения на фиксированное значение (например, 12 В).
2. Подключите мультиметр в режиме измерения постоянного напряжения.
3. Проведите 10–15 измерений одного и того же напряжения с интервалом 30–60 секунд (для учета возможных колебаний и случайных погрешностей).
4. Запишите все значения в таблицу.

Важно: Не изменяйте настройки источника и не отключайте приборы между измерениями.

Часть 2. Обработка результатов измерений (40 мин)

1. Рассчитайте среднее арифметическое значение $\overline{X}$.
2. Для каждого измерения найдите абсолютную погрешность $\Delta_i = X_i - \overline{X}$.
3. Вычислите стандартное отклонение σ .
4. Определите относительную и приведенную погрешности.
5. Выберите коэффициент Стьюдента t для n измерений и P=0.95 (например, при n=10, t≈2.26).

6. Рассчитайте доверительный интервал: $\overline{X} \pm \Delta_{\text{дов}}$, где $\Delta_{\text{дов}} = t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$.

7. Запишите окончательный результат в виде: $X = \overline{X} \pm \Delta_{\text{дов}}$, $P = 0.95$

Часть 3. Анализ и выводы (15 мин)

1. Ответьте на вопросы:

- Почему результат одного измерения недостаточен для оценки достоверности?
- Как влияет количество измерений на точность результата?
- Что показывает доверительный интервал?
- Можно ли считать измерения точными, если погрешность превышает класс точности прибора?

Часть 4. Оформление отчета (10 мин)

Форма отчета:

Практическая работа №2

Тема: Определение погрешности измерений (оценка достоверности результата измерения)

ФИО студента: _____

Группа: _____

Дата: _____

1. Цель работы:

(переписать цель)

2. Используемые приборы:

- Мультиметр: модель ____, предел измерения ____, класс точности ____
- Источник питания: модель ____, установленное напряжение ____

3. Таблица измерений:

№	***X_I, В***	**$\Delta_I = X_I - \overline{X}$, В**	**$(\Delta_I)^2$, $В^2$**
1			
2			
…			
Сумма		**$\sum \Delta i$ =**	**$\sum(\Delta i)^2$ =**

Среднее значение X = _____ В

Стандартное отклонение σ= _____ В

Относительная погрешность δ= _____ %

Приведенная погрешность γ= _____ %

Коэффициент Стьюдента t= _____ (при P=0.95, n=___)

Доверительная погрешность Δ дов = _____ В

Результат: X= _____ ± _____ В, P=0.95

4. Анализ:

- Сравните полученную приведенную погрешность с классом точности прибора. Совпадает ли? Почему может быть расхождение?
- Как изменится точность, если увеличить число измерений до 30?
- Являются ли полученные измерения достоверными для практического использования?

5. Ответы на контрольные вопросы:

1. В чем разница между систематической и случайной погрешностью? Какую из них мы оценивали?
2. Зачем нужен доверительный интервал?
3. Почему в формуле СКО делится на $n-1$, а не на n ?
4. Как влияет класс точности прибора на результат многократных измерений?

6. Общий вывод по работе:

(Чему научились? Что выяснили? Где могут пригодиться полученные навыки? Как оценить качество измерений на практике?)

Критерии оценки:

Критерий	**Макс.балл**
Правильность измерений	1
Верность расчетов (среднее, СКО, погрешности)	3
Правильное определение доверительного интервала	2
Полнота анализа и выводов	2
Оформление отчета и ответы на вопросы	2
Итого	**10**

Оценка:

- 9–10 баллов — «отлично»
- 7–8 баллов — «хорошо»
- 5–6 баллов — «удовлетворительно»
- менее 5 — «неудовлетворительно»

Методические рекомендации преподавателю:

- Перед началом — краткий инструктаж по ТБ и напоминание о необходимости фиксации всех измерений.
- Показать пример расчета СКО и доверительного интервала на доске.
- Раздать студентам таблицу коэффициентов Стьюдента или вывести на экран.
- После работы — разбор типичных ошибок: неправильное округление, ошибка в выборе t, неверное понимание Δ i

Междисциплинарные связи:

- Математика (статистика, средние, стандартное отклонение)
- Физика (измерения, погрешности)
- Метрология (достоверность, классы точности)
- Профессиональный модуль ПМ.02 — при обслуживании электрооборудования важно уметь оценивать надежность показаний приборов

Практическая значимость:

Умение оценивать погрешности и достоверность измерений позволяет электромонтеру:

- правильно интерпретировать показания приборов,
- выявлять неисправности оборудования по отклонениям,
- выбирать подходящий прибор для конкретной задачи,
- документировать результаты измерений с указанием точности — что особенно важно при составлении отчетов, актов и диагностики.

Практическая работа №3

Тема: Устройство приборов различных измерительных систем. Магнитоэлектрические приборы

Цель работы:

Изучить устройство, принцип действия, технические характеристики и область применения магнитоэлектрических измерительных приборов; научиться определять их основные элементы, проводить визуальный осмотр и оценку пригодности к эксплуатации.

Продолжительность: 2 академических часа (90 минут)

Задачи:

1. Изучить классификацию электроизмерительных приборов по принципу действия, роду тока, назначению, точности.

2. Познакомиться с устройством магнитоэлектрической измерительной системы.

3. Разобрать (виртуально или на макете) конструкцию магнитоэлектрического прибора.

4. Определить назначение основных узлов: магнитная система, рамка, пружины, указатель, шкала, корректор.

5. Выявить достоинства и недостатки магнитоэлектрической системы.

6. Определить области применения приборов данного типа.

7. Сделать выводы о целесообразности использования магнитоэлектрических приборов в профессиональной деятельности электромонтера.

Оборудование и материалы:

- Магнитоэлектрический прибор (амперметр или вольтметр) — 1–2 шт. (желательно с возможностью частичной разборки или прозрачным корпусом)
- Макет магнитоэлектрической системы (если доступен)
- Плакаты/схемы устройства магнитоэлектрического механизма
- Мультимедийная презентация или видеоматериалы по теме
- Раздаточный материал: таблицы классификации приборов, технические паспорта приборов
- Лупа или лупа с подсветкой (по необходимости)
- Лабораторный бланк отчета (прилагается)
- Калькулятор

Краткие теоретические сведения:

Классификация электроизмерительных приборов:

1. **По принципу действия**:

- магнитоэлектрические
- электромагнитные
- электродинамические
- индукционные
- тепловые
- цифровые и др.

2. **По роду измеряемого тока:**

- постоянного тока
- переменного тока

- универсальные

3. По назначению:

- амперметры, вольтметры, ваттметры, омметры, частотомеры и др.

4. По степени точности:

- рабочие (классы 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0)
- образцовые (классы 0,05; 0,1; 0,2)

Магнитоэлектрическая система:

Принцип действия:

На рамку с током, помещенную в поле постоянного магнита, действует вращающий момент, пропорциональный силе тока. Противодействующий момент создается спиральными пружинами.

Основные элементы:

- Постоянный магнит
- Полюсные наконечники
- Цилиндрический сердечник (для создания равномерного поля)
- Подвижная рамка с обмоткой
- Указательная стрелка
- Спиральные пружины (создают противодействующий момент и подводят ток)
- Шкала
- Корректор нуля
- Корпус и клеммы

Достоинства:

- Высокая чувствительность и точность (классы 0,1–2,5)
- Равномерная шкала
- Низкое потребление мощности
- Устойчивость к перегрузкам (при наличии шунтов/добавочных резисторов)

Недостатки:

- Работают только на постоянном токе
- Чувствительны к перегрузкам без защиты
- Сложность конструкции
- Высокая стоимость

Область применения:

- Лабораторные и щитовые приборы для измерения постоянного тока и напряжения
- Встроенные индикаторы в источниках питания, зарядных устройствах, автомобильных приборах
- База для омметров и мегаомметров

Ход работы:

Часть 1. Теоретическая подготовка и классификация (20 мин)

1. Преподаватель проводит краткий лекционный опрос по классификации приборов.

2. Студенты заполняют таблицу «Классификация электроизмерительных приборов» (образец ниже).

3. Просмотр схемы/видео/плаката устройства магнитоэлектрической системы.

Часть 2. Изучение устройства прибора (40 мин)

1. Получите магнитоэлектрический прибор (амперметр/вольтметр).

2. Проведите внешний осмотр: корпус, клеммы, шкала, класс точности, пределы измерения.

3. При возможности — снимите защитное стекло (под руководством!) или изучите макет.

4. Определите и зарисуйте основные элементы конструкции (или подпишите на готовом рисунке).

5. Проверьте работу корректора нуля — переместите стрелку вручную и верните в нулевое положение.

6. Заполните паспортные данные прибора: тип, заводской номер, год выпуска, класс точности, предел измерения, цена деления.

Часть 3. Анализ и сравнение (20 мин)

1. Сравните магнитоэлектрическую систему с другими (электромагнитной, электродинамической — по памятке или таблице).

2. Ответьте на вопросы:

- Почему магнитоэлектрические приборы не работают на переменном токе?
- Как можно расширить пределы измерения?
- Где в профессиональной деятельности электромонтера вы можете встретить такие приборы?

- Почему они до сих пор используются, несмотря на распространение цифровых приборов?

Часть 4. Оформление отчета (10 мин)

Форма отчета:

Практическая работа №3

Тема: Устройство приборов различных измерительных систем. Магнитоэлектрические приборы

ФИО студента: _____

Группа: _____

Дата: _____

1. Цель работы:

(переписать цель)

2. Классификация электроизмерительных приборов (заполните таблицу):

Основные классификации	**Виды приборов**
По принципу действия	
По роду тока	
По назначению	
По точности	

3. Паспортные данные исследуемого прибора:

- Тип прибора: _____
- Заводской номер: _____
- Год выпуска: _____
- Класс точности: _____
- Предел измерения: _____ А (или В)
- Цена деления: _____
- Род тока: _____

4. Схема устройства магнитоэлектрического механизма (зарисовать или вклеить)

Подпишите основные элементы:

1 — _____

2 — _____

3 — _____

… и т.д.

5. Достоинства и недостатки магнитоэлектрической системы:

Достоинства	**Недостатки**

6. Ответы на контрольные вопросы:

1. Почему магнитоэлектрические приборы имеют равномерную шкалу?

2. Каково назначение спиральных пружин в приборе?

3. Можно ли использовать магнитоэлектрический прибор для измерения переменного тока? Как?

4. Как расширить предел измерения амперметра? Вольтметра?

5. Почему при перевозке или хранении такие приборы рекомендуется замыкать накоротко?

7. Общий вывод по работе:

(Чему научились? Что нового узнали? Как это пригодится в работе электромонтера? Почему важно знать устройство приборов?)

Критерии оценки:

Критерий	**Макс.баллы**
Правильное заполнение классификации	1
Точность паспортных данных прибора	1
Правильная подписка элементов схемы	2
Верное описание достоинств и недостатков	2
Полнота и глубина ответов на вопросы	2
Оформление отчета и общий вывод	2
Итого	**10**

Оценка:

- 9–10 баллов — «отлично»
- 7–8 баллов — «хорошо»
- 5–6 баллов — «удовлетворительно»
- менее 5 — «неудовлетворительно»

Методические рекомендации преподавателю:

- Перед работой — инструктаж по обращению с приборами (не допускать ударов, резких движений стрелки).
- Если приборы не разбираются — использовать видео, 3D-модели, интерактивные тренажеры.
- Для визуалов — подготовить цветные схемы с подписями.
- После работы — провести мини-викторину по устройству приборов или предложить собрать схему из разрезанных карточек.

Междисциплинарные связи:

- Электротехника — принципы действия, законы электромагнетизма
- Метрология — классы точности, погрешности
- Охрана труда — правила обращения с приборами
- ПМ.02 — практическое применение при обслуживании электрооборудования

Практическая значимость:

Знание устройства и особенностей магнитоэлектрических приборов позволяет электромонтеру:

- правильно выбирать прибор для конкретной задачи,
- выявлять неисправности (например, заедание стрелки, отсутствие возврата к нулю),
- понимать ограничения прибора (например, нельзя подключать напрямую к сети переменного тока),
- безопасно эксплуатировать и хранить измерительные устройства.

Практическая работа №4

Тема 2.3. Классификация электроизмерительных приборов и систем

Тема занятия: Электромагнитные приборы

Продолжительность: 2 часа

Цель работы: Изучить устройство, принцип действия, область применения и основные характеристики электромагнитных измерительных приборов. Научиться определять тип прибора по маркировке, схеме и внешнему виду.

Задачи практической работы:

1. Изучить устройство и принцип действия электромагнитных измерительных приборов.
2. Ознакомиться с классификацией, маркировкой и условными обозначениями.

3. Проанализировать достоинства и недостатки электромагнитной системы.

4. Выполнить практические задания: определение типа прибора, расчёт погрешности, выбор прибора по параметрам.

5. Закрепить знания по технике безопасности при работе с электроизмерительными приборами.

Краткие теоретические сведения

Электромагнитная система приборов

Принцип действия: основан на взаимодействии магнитного поля, создаваемого током в неподвижной катушке, с ферромагнитным сердечником, который втягивается в катушку при протекании тока. Угол отклонения стрелки зависит от квадрата тока — поэтому шкала неравномерная.

Основные элементы:

- Неподвижная катушка
- Подвижный ферромагнитный сердечник
- Противодействующая пружина
- Указательная стрелка
- Шкала

Обозначение на шкале прибора:

Буква "Э" в кружке — прибор электромагнитной системы.

Достоинства:

- Простота конструкции
- Надежность и прочность
- Возможность измерения переменного и постоянного тока (без переключения)
- Нечувствительность к перегрузкам

Недостатки:

- Неравномерная шкала (сжата в начале)
- Низкая точность (классы 1,5; 2,5; 4,0)
- Влияние внешних магнитных полей
- Зависимость показаний от частоты (при переменном токе)

Область применения:

- Щитовые приборы на промышленных объектах
- Контрольно-измерительные щиты РУ, ТП

- Лабораторные измерения (редко — из-за низкой точности)

Практические задания

Задание 1. Определение типа прибора по маркировке и внешнему виду

Инструкция: Рассмотрите изображения или реальные приборы (если есть в лаборатории). Заполните таблицу.

№	**Наименование прибора**	**Система (по обозначению)**	**Предназначен для измерения**	**Класс точности**
1	Амперметр Э537	Электромагнитная (Э)	Переменного тока	1,5
2	Вольтметр ЭМ-56	Электромагнитная (Э)	Переменного напряжения	2,5
3	Прибор с маркировкой "Э" на шкале	Электромагнитная	-	-

Если приборов нет — используйте фотографии или схемы из учебника/методички.

Задание 2. Анализ технических характеристик

Дано: Вольтметр электромагнитной системы ЭМ-51, класс точности 1,5, диапазон измерений 0–150 В.

Определить:

1. Абсолютную погрешность прибора.
2. Относительную погрешность, если прибор показал 120 В.

Решение:

1. **Абсолютная погрешность ΔU = (Класс точности × U_ном) / 100**

ΔU = (1,5 × 150) / 100 = **2,25 В**

2. **Относительная погрешность δ = (ΔU / U_изм) × 100%**

δ = (2,25 / 120) × 100% ≈ **1,875%**

Запишите вывод: чем ближе измеряемое значение к верхнему пределу шкалы, тем меньше относительная погрешность.

Задание 3. Выбор прибора по заданным условиям

Задача: Необходимо измерить переменный ток 8 А в цепи с частотой 50 Гц. Допустимая погрешность — не более 2,5%. Выберите подходящий амперметр из списка:

- Амперметр магнитоэлектрический М24 — 0–10 А, класс 1,0 — не подходит (только для постоянного тока)
- Амперметр электромагнитный Э537 — 0–10 А, класс 1,5 — подходит

- Амперметр электродинамический Д5016 — 0–10 А, класс 0,5 — подходит, но дороже и сложнее
- Амперметр выпрямительный Щ300 — 0–10 А, класс 2,5 — подходит, но чувствителен к форме сигнала

Ответ:

Наиболее рациональный выбор — амперметр Э537, так как он:

- измеряет переменный ток,
- класс точности 1,5 < 2,5% — удовлетворяет требованию,
- прост, надежен, дешев.

Задание 4. Ответьте на контрольные вопросы

Как обозначается электромагнитная система на шкале прибора?

→ **Буква "Э" в кружке.**

Почему шкала электромагнитных приборов неравномерная?

→ Потому что угол отклонения стрелки пропорционален квадрату тока.

Можно ли электромагнитным прибором измерять постоянный и переменный ток?

→ **Да, можно — без переключения.**

Как влияет внешнее магнитное поле на показания прибора?

→ **Может вызывать погрешность — приборы нуждаются в магнитном экране.**

Где чаще всего применяются электромагнитные приборы?

→ **На щитах управления, в распределительных устройствах, на промышленных объектах.**

Техника безопасности

- При работе с электроизмерительными приборами соблюдайте правила электробезопасности.
- Не подключайте приборы без проверки диапазона измерений.
- Не прикасайтесь к токоведущим частям приборов под напряжением.
- Используйте приборы с исправными изоляционными ручками и корпусами.
- При обнаружении неисправности — отключите прибор и сообщите преподавателю.

Отчет по практической работе

Студент: _____

Группа: _____

Дата: _____

1. Цель работы:

(перепишите цель из начала работы)

2. Выполненные задания:

(вставьте заполненную таблицу, решения задач, ответы на вопросы)

3. Выводы:

В ходе практической работы я изучил устройство и принцип действия электромагнитных измерительных приборов. Научился определять тип прибора по маркировке, рассчитывать погрешности и выбирать приборы по техническим требованиям. Убедился, что электромагнитные приборы широко применяются в промышленности благодаря своей простоте и универсальности, несмотря на невысокую точность.

Контрольные вопросы для защиты работы

1. Назовите основные элементы электромагнитного прибора.
2. Почему электромагнитные приборы могут измерять и постоянный, и переменный ток?
3. Как влияет частота на показания электромагнитного прибора?
4. Чем отличается электромагнитная система от магнитоэлектрической?
5. Какие меры принимаются для защиты прибора от внешних магнитных полей?

Рекомендуемая литература:

1. Немцов М.В. — Электротехника и электроника (Глава: Электроизмерительные приборы)
2. Прошин В.М. — Электрические измерения (учебник для ПОО)
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП)
4. Паспорта и инструкции к электроизмерительным приборам (Э537, ЭМ-56 и др.)

Практическая работа №5

По дисциплине МДК 2.2 «Контрольно-измерительные приборы»

Для профессии: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Тема 2.3: Классификация электроизмерительных приборов и систем

Тема практического занятия: Электродинамические приборы

Продолжительность: 2 часа

Цель работы:

Изучить устройство, принцип действия, основные характеристики и области применения электродинамических измерительных приборов; научиться определять их типы, маркировку, класс точности и правильно выбирать для измерений в цепях переменного и постоянного тока.

Оборудование и материалы:

1. Электродинамические амперметры и вольтметры (различных типов — однофазные, трехфазные, лабораторные, щитовые).
2. Ваттметр электродинамической системы.
3. Учебные стенды с возможностью подключения приборов к цепям переменного и постоянного тока.
4. Источники питания (постоянного и переменного тока, регулируемые).
5. Нагрузочные резисторы, реостаты.
6. Мультиметр цифровой (для контрольных измерений).
7. Паспорта и технические описания приборов.
8. Инструкционные карты, плакаты, схемы устройства электродинамических приборов.
9. Рабочая тетрадь, ручка, калькулятор.

Краткие теоретические сведения:

Электродинамические приборы — это измерительные приборы, действие которых основано на взаимодействии магнитных полей, создаваемых токами, протекающими по двум катушкам: неподвижной и подвижной.

Устройство:

Неподвижная катушка — состоит из двух половин, между которыми помещена подвижная катушка.

Подвижная катушка — укреплена на оси, связана со стрелкой и противодействующей пружиной.

Указательное устройство — стрелка и шкала.

Успокоитель — воздушный или магнитоиндукционный.

Принцип действия:

При протекании тока по обеим катушкам возникают магнитные поля, которые взаимодействуют, создавая вращающий момент. Подвижная катушка поворачивается до тех пор, пока вращающий момент не уравновесится моментом пружины. Угол поворота пропорционален произведению токов в катушках.

В амперметрах и вольтметрах катушки соединены последовательно → показания пропорциональны квадрату тока → шкала неравномерная.

В ваттметрах:

- Токовая катушка — включается последовательно с нагрузкой.
- Напряжения катушка — параллельно нагрузке.

→ Показания пропорциональны $UI \cdot \cos\varphi$ → измеряют активную мощность.

Преимущества:

- Пригодны для измерений в цепях постоянного и переменного тока (включая высокие частоты до 2 кГц).
- Высокая точность (классы 0,1; 0,2; 0,5).
- Могут использоваться как образцовые приборы.

Недостатки:

- Низкая чувствительность.
- Большое собственное потребление мощности.
- Влияние внешних магнитных полей (отсутствует экранирование).
- Неравномерная шкала (кроме ваттметров).

Области применения:

- Лабораторные измерения.
- Измерение мощности (ваттметры).
- Образцовые измерения в метрологических службах.
- В цепях, где требуется одинаковая точность для постоянного и переменного тока.

Ход работы:

Задание 1. Изучение устройства и маркировки приборов

1. Получите у преподавателя комплект электродинамических приборов (амперметр, вольтметр, ваттметр).
2. Осмотрите приборы, определите:

- Тип системы (электродинамическая — обозначается буквой «Д»).
- Назначение (амперметр — A, вольтметр — V, ваттметр — W).
- Род тока (переменный ~, постоянный —, или оба ⎓).
- Пределы измерений.
- Класс точности.
- Год выпуска, завод-изготовитель.

3. Зарисуйте условное обозначение системы на шкале прибора.

4. Заполните таблицу:

Наименование прибора	**Тип (марка)**	**Система**	**Род тока**	**Предел измерения**	**Класс точности**	**Назначение**
Амперметр		Д	⎓~			
Вольтметр		Д	⎓~			
Ваттметр		Д	⎓~			

Задание 2. Исследование зависимости угла отклонения от тока (для амперметра)

1. Соберите схему для измерения тока в цепи постоянного тока:

Источник → реостат → амперметр электродинамический → нагрузка (резистор).

Параллельно подключите цифровой мультиметр для контроля.

2. Установите начальное значение тока (например, 0,2 предела измерения).

3. Запишите показания обоих приборов.

4. Повторите измерения при 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 от предела измерения.

5. Постройте график зависимости угла отклонения (или показаний) от тока.

6. Сделайте вывод о характере шкалы (линейная/нелинейная).

Примечание: если используется переменный ток — повторите опыт на переменном токе. Убедитесь, что показания совпадают с постоянным током при том же действующем значении.

Задание 3. Измерение мощности с помощью электродинамического ваттметра

1. Соберите схему для измерения активной мощности в цепи переменного тока:

- Токовая цепь ваттметра — последовательно с нагрузкой.
- Цепь напряжения — параллельно нагрузке.
- Соблюдайте полярность зажимов (* и ± / генераторные зажимы*).

2. Подключите нагрузку (например, лампа накаливания + дроссель для создания $\cos\varphi < 1$).

3. Измерьте:

- Ток (цифровым амперметром).
- Напряжение (цифровым вольтметром).
- Мощность (по ваттметру).

1. Рассчитайте мощность по формуле:

$P=U\cdot I\cdot\cos\varphi$ — сравните с показаниями ваттметра.

2. Оцените погрешность измерения.

Задание 4. Ответы на контрольные вопросы

Ответьте письменно:

1. Почему электродинамические приборы могут работать как на постоянном, так и на переменном токе?
2. Почему шкала амперметра электродинамической системы неравномерная?
3. Как устроена токовая и напряжения цепь ваттметра? Почему важно соблюдать полярность?
4. Перечислите преимущества и недостатки электродинамических приборов.
5. В каких случаях целесообразно применять электродинамические приборы на практике?

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Перечень оборудования.
3. Краткие теоретические сведения (схема устройства, принцип действия).
4. Таблицы с данными исследований.
5. График зависимости показаний от тока.
6. Расчеты мощности и погрешностей.
7. Ответы на контрольные вопросы.
8. Выводы по каждому заданию и общий вывод по работе.

Пример вывода:

В ходе работы изучены устройство и принцип действия электродинамических приборов. Подтверждено, что они пригодны для измерений как в цепях постоянного, так и переменного тока. Шкала амперметра — квадратичная, что подтверждается графиком. Ваттметр позволяет точно измерять активную мощность даже при наличии фазового сдвига. Приборы обладают высокой точностью, но чувствительны к перегрузкам и внешним полям. Целесообразны для лабораторного использования и образцовых измерений.

Критерии оценки:

Оценка	**Критерий**
5 (отлично)	Все задания выполнены полностью, схемы собраны правильно, расчеты верны, ответы на вопросы полные, выводы обоснованы.
4 (хорошо)	Есть незначительные ошибки в расчетах или оформлении, 1-2 вопроса раскрыты не полностью.

3 (удовлетворительно)	Выполнено не менее 70% заданий, есть ошибки в схемах или расчетах, слабо раскрыты вопросы.
2 (неудовлетворительно)	Работа не выполнена или содержит грубые ошибки, отсутствуют выводы, игнорирование инструкций.

Меры безопасности:

1. Перед включением схемы — проверить правильность сборки преподавателем.
2. Не превышать пределы измерений приборов.
3. Не касаться токоведущих частей под напряжением.
4. При появлении запаха гари, искрения — немедленно отключить питание и сообщить преподавателю.
5. Работать только с исправным оборудованием.

Преподаватель: _____

Студент: _____

Группа: _____

Дата выполнения: _____

Практическая работа №6

по дисциплине МДК 2.2 «Контрольно-измерительные приборы»

для профессии: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Тема 2.3: Классификация электроизмерительных приборов и систем

Тема практического занятия: Ферродинамические приборы

Продолжительность: 2 часа

Цель работы:

Изучить устройство, принцип действия, основные характеристики и области применения ферродинамических измерительных приборов; научиться определять их типы, маркировку, класс точности, а также правильно использовать для измерений в цепях переменного тока.

Оборудование и материалы:

1. Ферродинамические амперметры и вольтметры (щитового исполнения).
2. Учебный стенд с возможностью подключения приборов к цепи переменного тока.
3. Источник переменного тока (регулируемый ЛАТР или блок питания).
4. Нагрузочные резисторы, лампы накаливания.

5. Цифровой мультиметр (для контрольных измерений).

6. Паспорта и технические описания ферродинамических приборов.

7. Инструкционные карты, плакаты, схемы устройства ферродинамических приборов.

8. Рабочая тетрадь, ручка, калькулятор.

Краткие теоретические сведения:

Ферродинамические приборы — это разновидность электродинамических приборов, в которых для усиления магнитного поля и повышения чувствительности в зазор между катушками введены ферромагнитные сердечники.

Устройство:

- **Неподвижная катушка** — охватывает ферромагнитный сердечник.
- **Подвижная катушка** — расположена в воздушном зазоре сердечника, укреплена на оси со стрелкой.
- **Сердечник** — из мягкого железа, усиливает магнитное поле, повышает чувствительность.
- **Противодействующая пружина**, указательная стрелка, шкала.
- **Успокоитель** — чаще воздушный.

В отличие от электродинамических, ферродинамические приборы работают ТОЛЬКО в цепях переменного тока.

Принцип действия:

При протекании переменного тока по неподвижной катушке создается переменное магнитное поле, которое намагничивает сердечник. Переменное поле сердечника взаимодействует с током в подвижной катушке, создавая вращающий момент. Среднее значение момента за период пропорционально квадрату тока → угол отклонения стрелки зависит от действующего значения тока.

Преимущества:

- Высокая чувствительность (благодаря ферромагнитному сердечнику).
- Большой вращающий момент → могут быть выполнены как щитовые приборы.
- Не чувствительны к внешним магнитным полям (сердечник экранирует).
- Прочные, надежные, дешевые в производстве.
- Хорошо работают при частотах 50–500 Гц.

Недостатки:

- Работают только на переменном токе.
- Неравномерная шкала (квадратичная).
- Погрешности из-за гистерезиса и вихревых токов в сердечнике.
- Зависимость показаний от частоты (при отклонении от номинальной частоты — погрешность).

Обозначение на шкале:

Буква **«Ф»** — ферродинамическая система.

Знак «~» — только переменный ток.

Области применения:

- Щитовые приборы на промышленных объектах, подстанциях, распределительных щитах.
- Для измерения тока, напряжения, мощности (редко) в сетях переменного тока 50 Гц.
- Широко применялись в СССР и до сих пор встречаются в эксплуатации.

Ход работы:

Задание 1. Изучение устройства и маркировки приборов

1. Получите у преподавателя ферродинамические амперметр и вольтметр.
2. Осмотрите приборы, определите:

- Тип системы («Ф» — ферродинамическая).
- Назначение (амперметр — A, вольтметр — V).
- Род тока (только переменный — ~).
- Пределы измерений.
- Класс точности (обычно 1,5; 2,5).
- Габариты, тип исполнения (щитовой).
- Наличие корректора, успокоителя.

3. Зарисуйте условное обозначение системы и рода тока на шкале.
4. Заполните таблицу:

Наименование прибора	**Тип (Марка)**	**Система**	**Род тока**	**Предел измерения**	**Класс точности**	**Тип исполнения**
Амперметр		Ф	~			Щитовой
Вольтметр		Ф	~			Щитовой

Задание 2. Исследование зависимости показаний от тока (для амперметра)

1. Соберите схему:

Источник переменного тока → реостат → амперметр ферродинамический → нагрузка (лампа/резистор).

2. Параллельно подключите цифровой мультиметр (в режиме измерения переменного тока).

3. Установите напряжение источника так, чтобы ток составил 0,2 предела измерения амперметра.

4. Запишите показания обоих приборов.

5. Повторите измерения при 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 от предела измерения.

6. Постройте график зависимости показаний ферродинамического амперметра от показаний цифрового прибора.

7. Сделайте вывод о характере шкалы (линейная/нелинейная).

Примечание: если есть возможность — проверьте работу прибора на другой частоте (например, 400 Гц), оцените изменение показаний.

Задание 3. Измерение напряжения ферродинамическим вольтметром

1. Подключите ферродинамический вольтметр параллельно нагрузке.

2. Установите 3–5 различных значений напряжения (через ЛАТР).

3. Запишите показания ферродинамического и цифрового вольтметров.

4. Рассчитайте абсолютную и относительную погрешность измерений по формуле:

$$\Delta = |X_{ф} - X_{ц}|$$
$$\delta = \frac{\Delta}{X_{ном}} \cdot 100\%$$

где X ном — номинальное значение шкалы (предел измерения).

Сравните полученные погрешности с классом точности прибора.

Задание 4. Ответы на контрольные вопросы

Ответьте письменно:

1. Чем отличается ферродинамическая система от электродинамической?

2. Почему ферродинамические приборы работают только на переменном токе?

3. Как влияет ферромагнитный сердечник на характеристики прибора?

4. Почему шкала ферродинамического прибора нелинейна?

5. В каких условиях применяются ферродинамические приборы? Почему они популярны для щитового монтажа?

6. Какие погрешности характерны для ферродинамических приборов?

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.

2. Перечень оборудования.

3. Краткие теоретические сведения (схема устройства, принцип действия, отличия от электродинамических).

4. Таблицы с данными исследований.

5. График зависимости показаний от тока.

6. Расчеты погрешностей измерений.

7. Ответы на контрольные вопросы.

8. Выводы по каждому заданию и общий вывод по работе.

Пример вывода:

В ходе работы изучены устройство и принцип действия ферродинамических приборов. Установлено, что они предназначены только для цепей переменного тока, имеют высокую чувствительность благодаря ферромагнитному сердечнику и хорошо защищены от внешних полей. Шкала приборов — нелинейная, что подтверждено графиком. Погрешности измерений соответствуют заявленному классу точности. Приборы целесообразны для установки в щитах благодаря прочности, надежности и невысокой стоимости. Основной недостаток — зависимость от частоты и наличие погрешностей из-за гистерезиса.

Критерии оценки:

Оценка	**Критерий**
5 (отлично)	Все задания выполнены полностью, схемы собраны правильно, расчеты верны, ответы на вопросы полные, выводы обоснованы.
4 (хорошо)	Есть незначительные ошибки в расчетах или оформлении, 1-2 вопроса раскрыты не полностью.
3 (удовлетворительно)	Выполнено не менее 70% заданий, есть ошибки в схемах или расчетах, слабо раскрыты вопросы.
2 (неудовлетворительно)	Работа не выполнена или содержит грубые ошибки, отсутствуют выводы, игнорирование инструкций.

Меры безопасности:

1. Перед включением схемы — обязательно проверить правильность сборки с преподавателем.

2. Не превышать пределы измерений приборов.

3. Не прикасаться к токоведущим частям под напряжением.

4. При появлении запаха гари, дыма, искрения — немедленно отключить питание и сообщить преподавателю.

5. Работать только с исправным оборудованием и при хорошем освещении.

Преподаватель: _____

Студент: _____

Группа: _____

Дата выполнения: _____

Практическая работа №7

по дисциплине МДК 2.2 «Контрольно-измерительные приборы»

для профессии: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Тема 2.3: Классификация электроизмерительных приборов и систем

Тема практического занятия: Приборы индукционной системы

Продолжительность: 2 часа

Цель работы:

Изучить устройство, принцип действия, основные характеристики и области применения индукционных измерительных приборов; научиться определять их типы, маркировку, класс точности, а также правильно использовать для учета электрической энергии в цепях переменного тока.

Оборудование и материалы:

1. Индукционный однофазный счетчик активной энергии (например, СО-5, СОЭ-5, СО-И446 и др.).
2. Индукционный трехфазный счетчик (если доступен — например, СА4У-И672).
3. Учебный стенд с возможностью подключения счетчика к цепи переменного тока.
4. Источник переменного тока (ЛАТР или регулируемый блок питания 220 В / 50 Гц).
5. Нагрузка — лампы накаливания, ТЭНы, реостаты.
6. Цифровой мультиметр (для измерения U и I).
7. Секундомер (механический или электронный).
8. Паспорта и технические описания счетчиков.
9. Инструкционные карты, плакаты, схемы устройства индукционных счетчиков.
10. Рабочая тетрадь, ручка, калькулятор.

Краткие теоретические сведения:

Индукционные приборы — это измерительные устройства, действие которых основано на взаимодействии переменных магнитных потоков с вихревыми токами, наводимыми ими в подвижном проводнике (обычно — алюминиевом диске).

Применяются почти исключительно как счетчики электрической энергии в цепях переменного тока.

Устройство однофазного индукционного счетчика:

- **Напряжения катушка** — подключена параллельно нагрузке, имеет большое число витков тонкого провода.
- **Токовая катушка** — включена последовательно с нагрузкой, мало витков, толстый провод.
- **Сердечники** — шихтованные из электротехнической стали.
- **Подвижная часть** — алюминиевый диск, установленный на оси.
- **Счётный механизм** — передает вращение диска на механические циферблаты.
- **Постоянный магнит** — создаёт тормозной момент, пропорциональный скорости вращения диска.
- **Регулировочные винты** — для коррекции погрешностей (угловая, токовая, напряжения).

Принцип действия:

Переменные магнитные потоки от токовой и напряжения катушек пронизывают диск, наводя в нем вихревые токи. Взаимодействие потоков с вихревыми токами создает вращающий момент, пропорциональный $UI \cdot \cos\varphi = P$ — активной мощности. Диск вращается, и его количество оборотов пропорционально потребленной энергии:

$$\mathbf{W = P \cdot t \rightarrow N = K \cdot W,}$$

где **K** — постоянная счетчика (например, 600 об/кВт·ч).

Тормозной момент от постоянного магнита уравновешивает вращающий — скорость вращения становится пропорциональной мощности.

Преимущества:

- Высокая надежность и долговечность.
- Простота конструкции.
- Большой вращающий момент → не нужна дополнительная защита от вибраций.
- Не чувствительны к перегрузкам (в разумных пределах).

- Хорошая точность при учете энергии (классы 1,0; 2,0).

Недостатки:

- Работают **только на переменном токе.**
- Большие габариты и вес.
- Чувствительны к наклону установки.
- Зависимость показаний от частоты и температуры.
- Механический износ.
- Невозможность дистанционного считывания (без дополнительных устройств).

Обозначение на шкале/корпусе:

Буква **«И»** — индукционная система.

Знак ~ — только переменный ток.

Надпись: **«1 кВт·ч = 600 об»** — передаточное число.

Области применения:

- Учет электроэнергии в жилых, административных и промышленных зданиях.
- Щиты учета, вводные распределительные устройства.
- Основные приборы учета до массового внедрения электронных счетчиков.

Ход работы:

Задание 1. Изучение устройства и маркировки индукционного счетчика

1. Получите у преподавателя однофазный индукционный счетчик.
2. Осмотрите корпус, клеммную колодку, указатель вращения диска, счётный механизм.
3. Определите:

- Тип системы **(«И»** — индукционная).
- Род тока (~ — переменный).
- Номинальное напряжение (например, 220 В).
- Базовый и максимальный ток (например, 5–20 А).
- Класс точности (например, 2,0).
- Передаточное число (например, 600 об/кВт·ч).
- Год выпуска, завод-изготовитель.

4. Зарисуйте схему включения счетчика (по крышке клеммной колодки).
5. Заполните таблицу:

Параметр	**Значение**

Тип счетчика	
Система	И
Род тока	~
Номинальное напряжение	
Базовый ток (Iб)	
Максимальный ток (Iмакс)	
Класс точности	
Передаточное число (K)	
Назначение	Учет активной энергии

Задание 2. Проверка работы счетчика и определение его постоянной

1. Соберите схему включения счетчика через клеммы:

- Фаза → клемма 1 → клемма 2 → нагрузка → нейтраль.
- Напряжение: клемма 1 → клемма 3 (или 2→4 — по схеме на крышке!).

2. Подключите нагрузку (лампа 100–500 Вт).
3. Включите питание. Убедитесь, что диск начал вращаться.
4. С помощью секундомера замерьте время t, за которое диск совершит N = 10 оборотов.
5. Одновременно измерьте напряжение U и ток I цифровым мультиметром.
6. Рассчитайте:

- Фактическую мощность: $P=U\cdot I\cdot\cos\varphi$.

Для лампы накаливания $\cos\varphi\approx1$.

- Энергию за время t: $W=P\cdot t$ (в ватт-секундах → перевести в кВт·ч: делить на 3 600 000).
- Постоянную счетчика: $K_{расч} = \frac{N}{W}$ (об/кВт·ч).

7. Сравните K расч с указанной на шкале K пасп
8. Рассчитайте погрешность:

$$\delta = \frac{K_{пасп} - K_{расч}}{K_{пасп}} \cdot 100\%$$

Пример:

N = 10 об, t = 120 с, U = 220 В, I = 0,45 А → P = 99 Вт = 0,099 кВт

W = 0,099 × 120 / 3600 = 0,0033 кВт·ч

K_расч = 10 / 0,0033 ≈ 3030 об/кВт·ч

K_пасп = 3200 об/кВт·ч → δ = (3200 – 3030)/3200 × 100% ≈ 5,3%

Задание 3. Исследование зависимости скорости вращения диска от мощности

1. Установите 3–4 различных значения нагрузки (меняя лампы или добавляя ТЭНы).
2. Для каждого режима:

- Замерьте время 5 оборотов диска.
- Измерьте U и I.
- Рассчитайте мощность P.
- Рассчитайте скорость вращения: $n = \frac{N}{t}$ (об/с).

3. Постройте график зависимости **n = f(P).**
4. Сделайте вывод — является ли зависимость линейной? Почему?

Задание 4. Ответы на контрольные вопросы

Ответьте письменно:

1. На каком физическом явлении основан принцип действия индукционных приборов?
2. Почему индукционные счетчики работают только на переменном токе?
3. Какие катушки есть в счетчике и как они включаются в цепь?
4. Что такое передаточное число счетчика? Как его определить опытным путем?
5. Какую роль играет постоянный магнит в индукционном счетчике?
6. Почему индукционные счетчики чувствительны к наклону?
7. Где применяются индукционные приборы? Почему они постепенно заменяются электронными?

Содержание отчета:

1. Название и цель работы.
2. Перечень оборудования.
3. Краткие теоретические сведения (схема устройства, принцип действия, формулы).
4. Таблица с параметрами счетчика.
5. Расчеты по заданию 2 (определение постоянной и погрешности).
6. Таблица и график по заданию 3.
7. Ответы на контрольные вопросы.
8. Выводы по каждому заданию и общий вывод по работе.

Пример вывода:

В ходе работы изучено устройство и принцип действия индукционных счетчиков электрической энергии. Практически подтверждено, что число оборотов диска пропорционально потребленной энергии. Определена постоянная счетчика опытным путем, рассчитана погрешность, которая в пределах допустимого для данного класса точности. Установлена линейная зависимость скорости вращения диска от мощности нагрузки. Приборы надежны, но имеют ряд недостатков — чувствительность к наклону, невозможность дистанционного учета, зависимость от частоты сети. В настоящее время постепенно заменяются электронными счетчиками, однако в эксплуатации остаются тысячи индукционных приборов учета.

Критерии оценки:

Оценка	**Критерий**
5 (отлично)	Все задания выполнены полностью, расчеты верны, графики построены аккуратно, ответы на вопросы полные, выводы логичны и обоснованы.
4 (хорошо)	Есть незначительные ошибки в расчетах или оформлении, 1-2 вопроса раскрыты не полностью.
3 (удовлетворительно)	Выполнено не менее 70% заданий, есть ошибки в расчетах или схемах, слабо раскрыты вопросы, отсутствует график или выводы.
2 (неудовлетворительно)	Работа не выполнена, грубые ошибки в расчетах, игнорирование инструкций, отсутствие основных разделов отчета.

Меры безопасности:

1. Сборку и подключение схемы производить **только при отключенном питании.**
2. Проверку схемы перед включением — обязательно преподавателем.
3. Не превышать максимально допустимый ток счетчика.
4. Не прикасаться к клеммам и проводам под напряжением.
5. При появлении необычного шума, запаха гари, задымлении — немедленно отключить питание и сообщить преподавателю.
6. Работать в спецодежде, с соблюдением правил электробезопасности.

Преподаватель: _____

Студент: _____

Группа: _____

Дата выполнения: _____

Практическая работа №8

по дисциплине МДК 2.2 «Контрольно-измерительные приборы»

для профессии: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Тема практического занятия:

Ознакомление с техническими параметрами приборов. Проверка и подготовка измерительных приборов к работе

Продолжительность: 2 часа

Цель работы:

Ознакомиться с основными техническими параметрами электроизмерительных приборов, освоить порядок их внешнего осмотра, проверки работоспособности и подготовки к эксплуатации в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Учебные задачи:

1. Изучить назначение и основные технические характеристики типовых электроизмерительных приборов (амперметров, вольтметров, мультиметров, мегаомметров и др.).
2. Освоить методику внешнего осмотра и проверки комплектности приборов.
3. Научиться проверять исправность измерительных приборов перед началом работы.
4. Подготовить приборы к безопасной и корректной эксплуатации.

Материально-техническое обеспечение:

- Амперметр переменного тока (например, Э514)
- Вольтметр переменного тока (например, Э515)
- Цифровой мультиметр (например, DT-830B или аналог)
- Мегаомметр (например, М4100/1 или аналог)
- Щупы, измерительные провода с наконечниками
- Паспорта и инструкции по эксплуатации приборов
- Журнал проверки измерительных приборов
- Средства индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки, коврик)

Краткие теоретические сведения:

Перед началом измерений необходимо убедиться в исправности и пригодности измерительного прибора к работе. Это включает:

- **Проверку комплектности** (наличие щупов, крышек, чехлов и т.п.);
- **Внешний осмотр** (отсутствие механических повреждений, трещин, следов коррозии, загрязнений);
- **Проверку срока поверки** (дата последней поверки и действующий срок годности);
- **Проверку нулевого положения стрелки** (для аналоговых приборов — регулировка с помощью корректора);
- **Тестирование работоспособности** (например, проверка мультиметра в режиме прозвонки или измерения напряжения на заведомо исправном источнике).

Основные технические параметры измерительных приборов:

- **Предел измерений** — максимальное значение измеряемой величины;
- **Класс точности** — допустимая погрешность измерений (например, 1.0, 1.5, 2.5);
- **Род тока** — постоянный (DC), переменный (AC) или универсальный;
- **Внутреннее сопротивление** — влияет на точность измерений;
- **Габаритные размеры и условия эксплуатации** (температура, влажность и др.).

Порядок выполнения работы:

1. **Ознакомьтесь с инструкциями по эксплуатации** выданных приборов. Запишите в отчет:

- Тип прибора;
- Заводской номер;
- Год выпуска;
- Дату последней поверки;
- Срок действия поверки;
- Класс точности;
- Диапазон измерений.

2. **Проведите внешний** осмотр каждого прибора:

- Проверьте целостность корпуса, стекла (для аналоговых приборов), разъемов;
- Убедитесь в отсутствии следов влаги, пыли, масла;
- Проверьте надежность крепления щупов и проводов.

3. Подготовьте приборы к работе:

- Для аналоговых приборов установите стрелку на нулевую отметку с помощью корректора;
- Убедитесь, что переключатели режимов находятся в нейтральном положении;
- Проверьте изоляцию измерительных проводов.

4. **Проверьте работоспособность приборов:**

- **Мультиметр:** включите режим прозвонки — при замыкании щупов должен звучать звуковой сигнал; проверьте измерение напряжения на батарейке 1.5 В.
- **Мегаомметр:** покрутите ручку (для ручных моделей) — стрелка должна отклоняться; проверьте «нулевое» и «бесконечное» положения.
- **Амперметр/вольтметр:** подключите к источнику известного напряжения/тока (под руководством преподавателя) и убедитесь в адекватном отклонении стрелки.

5. **Оформите журнал проверки** измерительных приборов (образец выдается преподавателем).

Требования безопасности:

- Работать только с исправными приборами и в диэлектрических перчатках при работе с мегаомметром.
- Не подключать приборы к цепям с напряжением выше предельно допустимого.
- Не прикасаться к оголенным токоведущим частям во время измерений.
- Перед началом работы убедиться в отсутствии напряжения на объекте измерения (если это предусмотрено заданием).

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Перечень использованных приборов с указанием их технических характеристик.
3. Результаты внешнего осмотра и проверки работоспособности.
4. Заполненный фрагмент журнала проверки приборов.
5. Выводы по работе (были ли выявлены неисправности, как обеспечивается готовность приборов к эксплуатации и т.д.).

Контрольные вопросы:

1. Что означает класс точности измерительного прибора?

2. Как проверить, не просрочена ли поверка прибора?

3. Почему важно проверять нулевое положение стрелки у аналоговых приборов?

4. Какие действия недопустимы при работе с мегаомметром?

5. Какие параметры необходимо учитывать при выборе прибора для измерения напряжения в цепи?

Практическое занятие №9

по дисциплине МДК 2.2 «Контрольно-измерительные приборы»

для профессии: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Тема 2.4: Техническое обслуживание и эксплуатация электроизмерительных приборов

Тема практического занятия: Подключение электроизмерительных приборов в электрические цепи

Продолжительность: 2 часа

Цель работы:

Освоить правила и способы правильного подключения электроизмерительных приборов (амперметров, вольтметров, мультиметров) в электрические цепи постоянного и переменного тока для обеспечения точных и безопасных измерений.

Учебные задачи:

1. Изучить схемы включения амперметров и вольтметров в электрические цепи.
2. Научиться правильно выбирать тип подключения в зависимости от измеряемой величины и параметров цепи.
3. Приобрести практические навыки подключения измерительных приборов к реальным или макетным цепям.
4. Обеспечить соблюдение требований электробезопасности при выполнении измерений.

Материально-техническое обеспечение:

- Лабораторный стенд с источниками постоянного и переменного напряжения (до 42 В)
- Амперметр постоянного тока (например, М24)
- Амперметр переменного тока (например, Э514)

- Вольтметр постоянного тока (например, М24)
- Вольтметр переменного тока (например, Э515)
- Цифровой мультиметр (например, DT-830B или аналог)
- Набор соединительных проводов с безопасными наконечниками
- Резисторы (нагрузка) различной мощности
- Тумблеры и предохранители
- Средства индивидуальной защиты: диэлектрические перчатки, коврик
- Схемы подключения измерительных приборов (раздаточный материал)

Краткие теоретические сведения:

1. Подключение амперметра:

Амперметр включается **последовательно** в цепь измеряемого тока.

Внутреннее сопротивление амперметра должно быть **минимальным**, чтобы не изменять параметры цепи.

При подключении необходимо соблюдать (для приборов постоянного тока).

Нельзя подключать амперметр непосредственно к источнику напряжения без нагрузки — это вызовет короткое замыкание!

2. Подключение вольтметра:

- Вольтметр включается **параллельно** участку цепи, на котором измеряется напряжение.
- Внутреннее сопротивление вольтметра должно быть **максимальным**, чтобы не шунтировать цепь.
- Полярность также важна для приборов постоянного тока.

3. Использование мультиметра:

Перед измерением необходимо выбрать правильный режим (ток, напряжение, род тока — AC/DC) и предел измерения.

Для измерения тока щупы подключаются в соответствующие гнезда (обычно «10A» или «mA»), и мультиметр включается **последовательно**.

Для измерения напряжения — щупы в гнезда «COM» и «VΩ», прибор — **параллельно.**

Порядок выполнения работы:

Часть 1. Подготовительный этап

1. Ознакомьтесь с техническими характеристиками выданных приборов.

2. Проверьте исправность измерительных проводов и приборов (согласно Практической работе №8).

3. Убедитесь, что источник питания отключен.

Часть 2. Сборка схем и измерения

Задание 1. Измерение постоянного тока

1. Соберите цепь: источник постоянного напряжения → резистор (нагрузка) → амперметр → обратно к источнику.

2. Убедитесь, что амперметр включен последовательно и с соблюдением полярности.

3. Включите питание и зафиксируйте показания.

4. Отключите питание и разберите схему.

Задание 2. Измерение постоянного напряжения

1. Соберите цепь: источник → резистор.

2. Подключите вольтметр **параллельно** резистору.

3. Включите питание, снимите показания.

4. Сравните с паспортным значением источника.

Задание 3. Измерение переменного тока и напряжения

1. Повторите аналогичные подключения с использованием источника переменного тока и соответствующих приборов.

2. Убедитесь, что приборы рассчитаны на переменный ток (обозначение ~ или AC).

Задание 4. Работа с мультиметром

1. Выполните измерения тока и напряжения в тех же цепях с помощью мультиметра.

2. Обратите внимание на правильный выбор режима и гнезд для щупов.

Часть 3. Оформление результатов

1. Зарисуйте схемы подключения для каждого задания.

2. Занесите измеренные значения в таблицу.

3. Сравните полученные данные с ожидаемыми (расчётными).

4. Сделайте выводы о точности измерений и влиянии способа подключения.

Требования безопасности:

- Работать только под руководством преподавателя.
- Напряжение на стенде не должно превышать 42 В (безопасное напряжение).

- Перед подключением/отключением приборов — отключать питание.
- Не допускать перегрузки приборов по току или напряжению.
- Использовать только исправные провода с изолированными наконечниками.

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Схемы подключения амперметра и вольтметра (для постоянного и переменного тока).
3. Таблицу с измеренными и расчётными значениями.
4. Выводы по каждому заданию (соответствие теории практике, возможные погрешности).
5. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Почему амперметр нельзя подключать параллельно нагрузке?
2. Как влияет внутреннее сопротивление вольтметра на точность измерений?
3. Что произойдет, если перепутать полярность при подключении амперметра постоянного тока?
4. Как выбрать правильный предел измерения на мультиметре?
5. В каких случаях используется шунт или добавочное сопротивление при подключении приборов?

Практическое занятие №10

по дисциплине МДК 2.2 «Контрольно-измерительные приборы»

для профессии: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Тема 2.4: Техническое обслуживание и эксплуатация электроизмерительных приборов

Тема практического занятия: Цифровые вольтметры, частотомеры

Продолжительность: 2 часа

Цель работы:

Ознакомиться с устройством, принципом действия, техническими характеристиками и правилами эксплуатации цифровых вольтметров и частотомеров; приобрести практические навыки их использования при измерении напряжения и частоты в электрических цепях.

Учебные задачи:

1. Изучить конструкцию и функциональные возможности цифровых вольтметров и частотомеров.
2. Освоить методику измерения постоянного и переменного напряжения с помощью цифрового вольтметра.
3. Научиться измерять частоту переменного тока с помощью цифрового частотомера.
4. Проверить работоспособность приборов и подготовить их к безопасной эксплуатации.
5. Проанализировать погрешности измерений и влияние внешних факторов на точность показаний.

Материально-техническое обеспечение:

- Цифровой вольтметр (например, В7-78 или встроенный режим мультиметра)
- Цифровой частотомер (например, Ф5046 или мультиметр с функцией измерения частоты)
- Цифровой мультиметр с функцией измерения напряжения и частоты (например, UT61E, Mastech MY68)
- Лабораторный источник регулируемого постоянного и переменного напряжения (до 42 В)
- Генератор сигналов низкочастотный (для проверки частотомера)
- Резисторы (нагрузка)
- Соединительные провода с изолированными наконечниками
- Паспорта и инструкции по эксплуатации приборов
- Средства индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки, коврик)

Краткие теоретические сведения:

Цифровой вольтметр

Цифровой вольтметр (ЦВ) — прибор, преобразующий измеряемое напряжение в цифровой код и отображающий его на дисплее.

Преимущества:

- Высокая точность и разрешающая способность;
- Отсутствие субъективной погрешности (не нужно «считывать» положение стрелки);
- Автоматический выбор предела измерения (в некоторых моделях);

- Возможность измерения как постоянного (DC), так и переменного (AC) напряжения.

Основные параметры:

- Диапазон измерений (например, от 200 мВ до 1000 В);
- Класс точности или основная погрешность (например, ±0.5%);
- Входное сопротивление (обычно ≥10 МОм);
- Частотный диапазон для измерения переменного напряжения (например, 40–400 Гц).

Цифровой частотомер

Частотомер — прибор для измерения частоты периодических электрических сигналов.

Принцип действия: подсчёт количества импульсов за фиксированный интервал времени.

Область применения: контроль частоты сети (50 Гц), настройка генераторов, диагностика электрооборудования.

Основные параметры:

- Диапазон измерений (например, 1 Гц – 1 МГц);
- Время измерения (влияет на точность);
- Входное напряжение и чувствительность;
- Тип входного сигнала (синусоида, прямоугольные импульсы и др.).

Порядок выполнения работы:

Часть 1. Подготовка приборов

1. Проверьте комплектность и внешнее состояние цифровых приборов.
2. Убедитесь, что батареи (если есть) заряжены или приборы подключены к сети.
3. Изучите паспортные данные: диапазоны измерений, класс точности, условия эксплуатации.

Часть 2. Измерение напряжения цифровым вольтметром

1. Подключите цифровой вольтметр к источнику постоянного напряжения (например, 12 В).
2. Выберите правильный режим (DCV) и предел измерения.
3. Зафиксируйте показания.
4. Повторите измерение для переменного напряжения (ACV) при частоте 50 Гц.

5. Сравните показания с паспортными данными источника.

Часть 3. Измерение частоты цифровым частотомером

1. Подключите частотомер к источнику переменного тока (лабораторный стенд или генератор).
2. Установите частоту сигнала (например, 50 Гц).
3. Зафиксируйте показания частотомера.
4. Повторите измерение при других частотах (например, 60 Гц, 100 Гц), если позволяет оборудование.

Часть 4. Использование мультиметра как вольтметра и частотомера

1. Выполните аналогичные измерения с помощью цифрового мультиметра с функцией измерения частоты.
2. Обратите внимание на переключение режимов и правильное подключение щупов.

Часть 5. Анализ погрешностей

1. Оцените возможные причины расхождений между ожидаемыми и измеренными значениями.
2. Учтите влияние входного сопротивления, частоты сигнала, помех и качества контактов.

Требования безопасности:

- Работать только с напряжением до 42 В (безопасное напряжение).
- Не подключать приборы к цепям с неизвестными параметрами.
- Убедиться в исправности изоляции измерительных проводов.
- Не перегружать приборы сверх предельных значений.
- При работе с частотомером убедиться, что входной сигнал не превышает допустимый уровень напряжения.

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Таблицу технических характеристик использованных приборов (модель, диапазон, класс точности и др.).
3. Схемы подключения вольтметра и частотомера.
4. Результаты измерений (напряжение, частота) в виде таблицы.
5. Сравнительный анализ показаний разных приборов.

6. Выводы по точности, удобству использования и особенностям цифровых приборов.

7. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. В чём преимущество цифровых измерительных приборов перед аналоговыми?
2. Как влияет входное сопротивление вольтметра на точность измерений?
3. Почему при измерении частоты важна форма сигнала?
4. Можно ли измерять частоту сети 50 Гц обычным мультиметром? При каких условиях?
5. Как определить, поддерживает ли ваш мультиметр измерение частоты?

Практическое занятие №11

по дисциплине МДК 2.2 «Контрольно-измерительные приборы»

для профессии: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Тема 2.5: Средства и системы для производства наладочных работ

Тема практического занятия: Подключение трехфазного счетчика

Продолжительность: 2 часа

Цель работы:

Освоить схемы подключения трехфазных электросчетчиков, научиться правильно выполнять монтаж и проверку их подключения в соответствии с требованиями нормативно-технической документации и правилами техники безопасности.

Учебные задачи:

1. Изучить устройство и принцип действия трехфазных индукционных и электронных счетчиков.
2. Ознакомиться с основными схемами включения трехфазных счетчиков (непосредственного и трансформаторного включения).
3. Научиться выполнять подключение трехфазного счетчика на учебном стенде.
4. Проверить правильность собранной схемы под руководством преподавателя.
5. Обеспечить соблюдение требований электробезопасности при выполнении работ.

Материально-техническое обеспечение:

- Учебный стенд с трехфазным источником напряжения (до 42 В — безопасное напряжение)
- Трехфазный электросчетчик прямого включения (например, Меркурий 230 ART-00 или СЭТ-4ТМ)
- Трехфазный счетчик трансформаторного включения (при наличии, например, НИК 2303)
- Трансформаторы тока (ТТ) — 3 шт. (для схемы косвенного включения, при наличии)
- Комплект соединительных проводов с цветовой маркировкой (желто-зеленый — земля, синий — ноль, коричневый/черный/серый — фазы)
- Клеммные колодки, автоматические выключатели
- Индикаторная отвертка, мультиметр
- Схемы подключения трехфазных счетчиков (раздаточный материал)
- Средства индивидуальной защиты: диэлектрические перчатки, коврик, защитные очки

Краткие теоретические сведения:

Трехфазные счетчики применяются для учета электроэнергии в трехфазных сетях переменного тока. Существуют два основных способа их подключения:

1. Непосредственное (прямое) включение

- Используется при токах нагрузки до 100 А.
- Счетчик включается непосредственно в силовую цепь.
- Фазные проводники и нулевой провод подключаются напрямую к клеммам счетчика.
- Обязательна цветовая маркировка и соблюдение порядка фаз (А, В, С).

2. Включение через трансформаторы тока (косвенное)

- Применяется при токах свыше 100 А.
- Токовые цепи подключаются через трансформаторы тока (ТТ), а цепи напряжения — напрямую.
- Важно соблюдать полярность выводов ТТ (начало обозначается «И1», конец — «И2»).
- Нулевой провод подключается обязательно для обеспечения корректной работы счетчика.

Общие требования:

- Перед подключением счетчика сеть должна быть обесточена.
- Все соединения выполняются на клеммах с надежной затяжкой.
- После подключения проводится визуальная проверка и контрольное включение под нагрузкой.

Порядок выполнения работы:

Часть 1. Подготовительный этап

1. Ознакомьтесь с паспортом и схемой подключения выбранного счетчика.
2. Изучите маркировку клемм (обычно:

- 1, 3, 5, 7 — вход фаз A, B, C и ноль (в зависимости от модели);
- 2, 4, 6, 8 — выход на нагрузку).

3. Убедитесь, что стенд обесточен. Проверьте отсутствие напряжения индикатором.

Часть 2. Подключение счетчика прямого включения

1. Соберите схему согласно типовой схеме прямого включения:

- Фаза A → клемма 1; выход → клемма 2
- Фаза B → клемма 3; выход → клемма 4
- Фаза C → клемма 5; выход → клемма 6
- Ноль → клемма 7; выход → клемма 8

2. Подключите нагрузку (например, лампы или резисторы) к выходным клеммам.
3. Проверьте правильность монтажа (цвет проводов, надежность контактов).

Часть 3. Проверка работы

1. По команде преподавателя включите питание стенда.
2. Убедитесь, что счетчик начал отсчет (диск вращается у индукционного или мигает индикатор у электронного).
3. С помощью мультиметра проверьте наличие напряжения на входе и выходе счетчика.
4. Зафиксируйте начальные показания счетчика.

Часть 4. (При наличии оборудования) Подключение через трансформаторы тока

1. Соберите схему с тремя ТТ.
2. Подключите вторичные обмотки ТТ к токовым клеммам счетчика с соблюдением полярности.

3. Подключите цепи напряжения напрямую.

4. Проверьте схему с преподавателем до включения питания.

Требования безопасности:

- Работы выполнять только **при отключенном питании.**
- Использовать инструмент с изолированными ручками.
- Не допускать коротких замыканий между фазами и на землю.
- При работе с трансформаторами тока **запрещено оставлять вторичные обмотки разомкнутыми** при наличии тока в первичной цепи.
- Соблюдать цветовую маркировку проводников.

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Тип и модель использованного счетчика.
3. Зарисованную схему подключения (с обозначением клемм и проводов).
4. Фото или схематичный рисунок собранной цепи (по указанию преподавателя).
5. Результаты проверки (наличие напряжения, работа счетчика).
6. Выводы: соблюдены ли правила подключения, какие ошибки возможны при монтаже.
7. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. В чем разница между прямым и трансформаторным включением счетчика?
2. Почему важно соблюдать порядок чередования фаз при подключении трехфазного счетчика?
3. Что произойдет, если перепутать местами вход и выход на одной фазе?
4. Можно ли подключать трехфазный счетчик без нулевого провода? В каких случаях?
5. Как проверить правильность подключения счетчика без специальных приборов?

Литература:

3.2.1. Основные печатные издания

1. Олифиренко Н. А. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт электрооборудования (ПМ.01): Учебное пособие / Олифиренко Н.А., Хлыстунова Т.Н., Овчинникова И.В. - Рн/Д: Феникс, 2018.

2. Грунтович Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учеб. Пособие / Н.В. Грунтович. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2018.

3.2.2. Основные электронные издания

1. Школа для электрика…Эксплуатация и ремонт электрооборудования www.ElectrikalScool.info

2. Неисправности электрооборудования и способы их устранения www.ielektro.ru/news Ремонт электрооборудования РУ до 10кВ.

3.2.3. Дополнительные источники:

1. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн.2: учебник для учреждений нач. проф. образования. М. Изд центр «Академия», 2017