

*Приложение 2.26.1 к ОПОП-П по специальности  
08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования  
промышленных и гражданских зданий*

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

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОП.05 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

**для обучающихся специальности  
08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и  
гражданских зданий**

Магнитогорск, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	32
2 Методические указания	
Практическое занятие 1	33
Практическое занятие 2	34
Практическое занятие 3	35
Практическое занятие 4	36
Практическое занятие 5	37
Практическое занятие 6	38
Лабораторное занятие 1	39
Лабораторное занятие 2	41
Лабораторное занятие 3	42
Лабораторное занятие 4	43

## 1 ВВЕДЕНИЕ

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

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

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

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

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Электрические измерения» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- измерять с заданной точностью различные электротехнические величины;
- определять значение измеряемой величины и показатели точности измерений;
- составлять измерительные схемы;
- выбирать средства измерений.

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

ПК 1.5 Обеспечивать контроль, учет и регулирование бесперебойной поставки электрической энергии потребителям с применением средств автоматизации

ПК 3.3 Выполнять проверку и наладку электрооборудования на объектах электроснабжения в промышленном и гражданском строительстве, в том числе с различными видами релейных защит.

**А также формированию общих компетенций:**

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

Выполнение обучающихся практических и/или лабораторных работ по учебной дисциплине «Электрические измерения» направлено на:

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

Практические и/или лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.2 Основы нормирования параметров точности

#### Практическое занятие №1

##### Вычисление погрешностей средств измерений

**Цель:** научиться определять абсолютную и относительную погрешности, иметь представление об условиях эксплуатации и других характеристиках электроизмерительных приборов.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

-составлять измерительные схемы

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

-ПК 3.3.1

-ОК 02

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

Решите нижеизложенные задачи

**Порядок выполнения работы:**

1. Повторите краткие теоретические сведения

2. Решите следующие задачи:

1. Истинное значение тока в цепи 5,23 А, измеренные значения тока, полученные с помощью двух амперметров, составили 5,3 и 5,2 А. Чему равны относительные и абсолютные погрешности измерения?

2. Какова основная приведенная погрешность прибора с верхним пределом измерения 5 А, если наибольшая погрешность при измерении составила 0,12 А?

3. Ток, измеренный амперметром класса точности 2 и диапазоном измерения 15 А, составлял 11,5 А. Определить диапазон возможного действительного значения измеряемого тока.

4. После ремонта щитового амперметра с классом точности 1,5 и пределом измерения 5 А произвели поверку его основной приведенной погрешности. Наибольшая абсолютная погрешность прибора составляла 30 мА. Сохранил ли амперметр свой класс точности после ремонта?

5. Измерение сопротивления по методу амперметра и вольтметра проводилось с погрешностью, вызванной внутренними сопротивлениями приборов, не более 1 %. с какими классами точности необходимо выбрать амперметр и вольтметр, чтобы общая погрешность измерения не превышала 2,5 %?

**Ход работы:** по возникающим вопросам обращайтесь к преподавателю

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) результаты расчётов;

г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

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

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

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

### **Тема 1.3 Виды измерений**

#### **Практическое занятие № 2**

Составление схем подключения измерительных приборов (амперметров, вольтметров)

**Цель:** научиться составлять схемы подключения электрических приборов в цепях постоянного тока

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- выбирать средства измерений

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

-ПК 3.3.2

-ОК 02

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучите представленные преподавателем электрические схемы.
2. Перечертите схемы в тетрадь. Соедините элементы по правилам подключения измерительных приборов.
3. Составьте принципиальные электрические схемы.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) перечень аппаратуры;
- в) принципиальные электрические схемы экспериментов;
- г) результаты измерений;
- д) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

## Тема 2.2 Аппараты для измерения силы тока, напряжения, мощности ВН

### Практическое занятие № 3

Изучение схем подключения амперметров к измерительным трансформаторов тока (полная, неполная звезда)

**Цель:** изучить схему подключения амперметров к измерительным трансформаторам тока

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

-выбирать средства измерений

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

-ПК 3.3.2

-ОК 02

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

Укажите, куда и как нужно подключить амперметры, чтобы получить токи в трех фазах

**Порядок выполнения работы:**

1. Повторите краткие теоретические сведения
2. Изучите схему, предоставленную преподавателем
3. Изобразите на схеме, в зависимости от режима работы нейтрали, амперметры в необходимом количестве так, чтобы получилось обрести информацию о силе тока в каждой из фаз.
4. Ответьте письменно на следующие вопросы:
  - А. Как подключаются амперметры в цепь?
  - Б. Какое сопротивление должен иметь амперметр?
  - В. Что произойдет при неправильном подключении амперметра в цепь?
  - Г. Для чего нужны измерительные трансформаторы тока?
  - Д. Как зависит количество амперметров в трехфазной сети от режима работы нейтрали?

**Ход работы:** по возникающим вопросам обращайтесь к преподавателю

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) электрическую схему;
- в) ответы на вопросы

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

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

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

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Практическое занятие № 4

Изучение схемы подключения вольтметров к измерительному трансформатору напряжения 10 кВ

**Цель:** изучить схему подключения вольтметров к измерительному трансформатору напряжения

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

-выбирать средства измерений

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

-ПК 3.3.2

-ОК 02

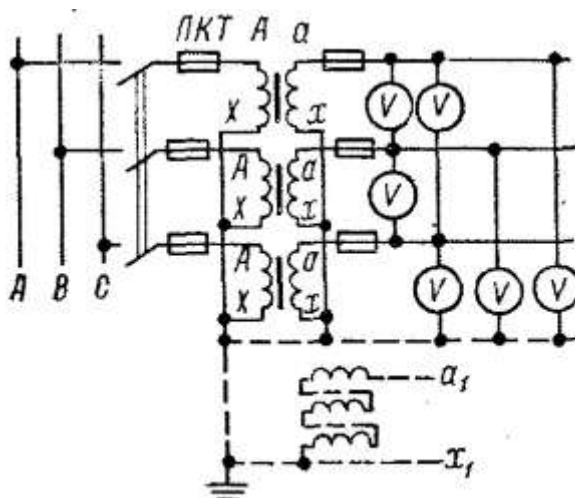
**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

Определите, какие напряжения будут измерять вольтметры на трехфазной схеме

**Порядок выполнения работы:**

1. Повторите краткие теоретические сведения
2. Изучите схему:



3. Перечертите в тетрадь схему. Напишите возле каждого вольтметра, какое напряжение он будет измерять.

4. Ответьте письменно на следующие вопросы:

- А. Как подключаются вольтметры в цепь?
- Б. Какое сопротивление должен иметь вольтметр?
- В. Что произойдет при неправильном подключении вольтметра в цепь?
- Г. Для чего нужны измерительные трансформаторы напряжения?
- Д. Для чего ИТН имеет третью обмотку, соединенную в разомкнутый треугольник?

**Ход работы:** по возникающим вопросам обращайтесь к преподавателю

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- г) наименование работы и цель работы;

- д) электрическую схему;
- е) ответы на вопросы.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

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

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

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

**Тема 3.1 Приборы для измерения сопротивления изоляции  
Практическое занятие № 5**

Измерение сопротивления изоляции электроустановки мегомметром. Заполнение протокола испытаний.

**Цель: научиться пользоваться мегомметром и заполнять протокол испытаний**

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

-составлять измерительные схемы

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

-ПК 3.3.1

-ОК 05

**Материальное обеспечение:** мегомметр, электрический двигатель

**Порядок выполнения работы:**

1. Повторите краткие теоретические сведения о правилах работы с мегомметром
2. С помощью преподавателя произведите измерение сопротивления изоляции электрического двигателя. Помните, что самостоятельные работы с мегомметром недопустимы, т.к. во время измерений он выдает повышенное напряжение!
3. На основании выполненных работ заполните следующую таблицу:

№	Наименование линии	Сопротивление изоляции, (МОм)									Вывод о соответствии	
		N-PE	L1-PE	L2-PE	L3-PE	L1-L2	L1-L3	L2-L3	L1-N	L2-N		L3-N
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- в) принципиальные электрические схемы экспериментов;
- г) ответы на вопросы
- д) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

**Тема 4.1 Первичные электрические преобразователи**  
**Практическое занятие № 6**

Изучение устройства электронного счетчика

**Цель:** изучение устройства электронного счетчика и его функциональных узлов

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

-выбирать средства измерений

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

-ПК 3.3.2

-ОК 05

**Материальное обеспечение:** для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

**Задание:**

1. Изучите блок-схему простейшего электронного счётчика электроэнергии и опишите функциональное назначение его узлов.



2. Изучите блок-схему многотарифного электронного счётчика электроэнергии и опишите функциональное назначение его узлов.



3. Опишите алгоритм работы многотарифного электронного счётчика.

#### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) блок-схемы электронных счётчиков;
- в) назначение функциональных узлов и описание алгоритма работы;
- г) выводы по работе.

#### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

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

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

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 1.1 Измерения физических величин

### Лабораторное занятие №1

Электроизмерительные приборы и измерения электрических величин

**Цель:** изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных стендах. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках электроизмерительных приборов.

#### Выполнив работу, Вы будете уметь:

-измерять с заданной точностью различные электротехнические величины;

#### Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

-ПК 1.5.1

-ОК 02

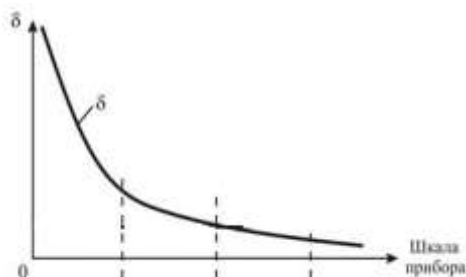
**Материальное обеспечение:** комплект типового лабораторного оборудования «Измерение электрических величин» тип ИЭВ1-Н-Р.

#### Задание:

1 Изучение паспортных характеристик стрелочных электроизмерительных приборов. Для этого внимательно рассмотреть лицевые панели стрелочных приборов и заполнить таблицу.

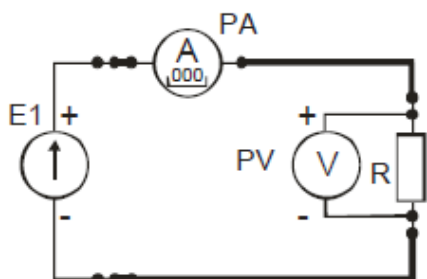
Характеристика электроизмерительного прибора		
Наименование прибора		
Система измерительного механизма		
Предел измерения		
Цена деления		
Минимальное значение измеряемой величины		
Класс точности		
Допустимая максимальная абсолютная погрешность		
Род тока		
Нормальное положение шкалы		
Прочие характеристики		

2 Построить график зависимости относительной погрешности измерения от измеряемой величины



$\delta = f(A_{изм})$  для вольтметра по данным табл.2. Сделать вывод о величине относительной погрешности измерения в начальной и конечной части шкалы, о характере изменения погрешности вдоль шкалы прибора.

Действительное значение U, В	Результат измерения U, В	Абсолютная погрешность Δ	Относительная погрешность δ, %
2,5	2,42		
5	4,88		
7,5	7,58		
10	9,91		
12,5	12,54		



3 Измерить величину сопротивления, заданного преподавателем, методом амперметра и вольтметра. Для этого собрать электрическую цепь по рисунку. Установить тумблер режима работы измерителя тока в позицию «←». После проверки схемы, включить электропитание и занести полученные данные в табл. 3. Выключить электропитание. Рассчитать, используя закон Ома, величину заданного сопротивления R. Результат занести в таблицу.

U, В	I, мА	R, Ом

#### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- технические данные измерительных приборов;
- график зависимости относительной погрешности измерений  $\delta = f(A_{изм})$
- результаты измерений;
- выводы по работе.

#### Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

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

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

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## **Тема 2.1 Приборы для измерения напряжения, силы тока, сопротивления**

### **Лабораторное занятие № 2**

Измерение напряжения, силы тока, сопротивления в однофазных и трехфазных цепях

**Цель:** научиться составлять схемы подключения электрических приборов в цепях переменного тока

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

-измерять с заданной точностью различные электротехнические величины;

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

-ПК 1.5.1

-ОК 05

**Материальное обеспечение:** мультиметр, стенд пуска двигателя

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучите электрическую схему соединения трехфазной сети звездой и треугольником
2. Изобразите схему в тетради. Изобразите, где должны располагаться вольтметры и амперметры для измерения фазных и линейных напряжений, фазных и линейных токов.
3. Предоставьте схему на проверку преподавателем.
4. Изучите предложенную преподавателем силовую часть стенда пуска двигателя.
5. Укажите, к каким клеммам подключать щупы мультиметра для измерения напряжений и токов.
6. Ответьте письменно на вопросы:
  - А. Каких правил необходимо придерживаться при измерении низковольтных напряжений мультиметром?
  - Б. Как должен подключаться мультиметр в цепь при измерении напряжений и токов?

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- в) принципиальные электрические схемы экспериментов;
- г) ответы на вопросы
- д) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

### Лабораторное занятие № 3

Измерение сопротивлений и прозвонка мультиметром электрических приборов и аппаратов

**Цель:** научиться пользоваться мультиметром в режимах измерения сопротивления и прозвонки

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

-измерять с заданной точностью различные электротехнические величины

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

-ПК 1.5.1

-ОК 05

**Материальное обеспечение:** мультиметр, электрические аппараты, электрические двигатели

**Порядок выполнения работы:**

1. Повторите краткие теоретические сведения о правилах работы с мультиметром
2. Произведите прозвонку следующих аппаратов и устройств: кнопочный пост, контактор, кабель, вилка, тепловое реле, приставка контакторная
3. Произведите измерение сопротивления следующих устройств: асинхронный электрический двигатель, двигатель постоянного тока, катушка контактора, лампы накаливания
4. На основании выполненных работ заполните следующую таблицу:

Устройство	Выводы о работоспособности аппарата/величина сопротивления элемента, Ом
Контактор	
Катушка контактора	
Двигатель переменного тока	
Двигатель постоянного тока	
Тепловое реле	
Кнопочный пост	
Лампа накаливания	
Кабель	
Вилка	
Катушка контакторная	

5. Сдайте работу в виде устного отчета

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- в) принципиальные электрические схемы экспериментов;
- г) ответы на вопросы
- д) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведен, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.