

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И
НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА

ТОКМОКСКИЙ ФИЛИАЛ им. академика
Х. А. РАХМАТУЛИНА

Кафедра «Электроэнергетика»

«МЕТРОЛОГИЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

Методическое руководство к практическим занятиям для студентов направления 640200
«Электроэнергетика и электротехника»

Бишкек-2017

«Рассмотрено»
на заседании кафедры
«Электроэнергетика»
Протокол № 4 от 22.10.2018

«Одобрено»
Учебно-методическим
Советом ТФ КГТУ
Протокол № 2 от 4.11.2018

Составители: преп. Аширалиева Г. М.

Правила выполнения обязательной сертификации продукции: методическое руководство к практическим занятиям по дисциплине «Метрология стандартизация и сертификация» для студентов направления 640200 «Электроэнергетика и электротехника», КГТУ; сост.: Аширалиева Г. М., Б.: ИЦ «Техник», 2017 г. 24 стр.

Излагаются основные теоретические положения, порядок работы, содержание отчетов по работе, контрольные вопросы.

Рецензент: доцент К. Б. Осмоналиев.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Погрешность измерения физических величин

Тема 2.2. Метрология и измерение

Цель: Изучить и освоить применение понятия физических величин, методов измерения и погрешности (1 час)

Теоретическая часть

Метод измерения - это совокупность приемов использования принципов и средств измерений.

Если вы измеряете давление пружинным манометром, то его значение вы определите непосредственно по положению стрелки манометра относительно рисок, нанесенных на шкале прибора. Это метод непосредственной оценки. Измерение же массы на рычажных весах с уравниванием гирями - метод сравнения с мерой.

Знание классификации методов позволит Вам выбрать тот или иной метод измерения для оптимального решения измерительной задачи.

Но вот вы правильно выбрали метод измерения, провели его с помощью точного средства измерений, однако истинного значения измеряемой величины не получили, так как каждый результат содержит какую-то **погрешность измерения** - отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины. Необходимо знать классификацию погрешностей, чтобы определить их вид и использовать выработанные метрологией приемы их исключения.

Причиной погрешности может стать несовершенство методики измерения, используемых средств измерений, органов чувств человека-оператора, а также влияние внешних условий.

Все погрешности, не связанные с грубыми ошибками (промахами, возникающими вследствие недосмотра экспериментатора или неисправности аппаратуры), имеют случайную и систематическую составляющие. **Случайные погрешности** изменяют величину и знак при повторных измерениях одной и той же величины. Значение случайной погрешности измерения невозможно предвидеть и, следовательно, исключить. Для уменьшения их влияния проводят несколько измерений величины и берут среднее арифметическое из полученных значений.

Систематические погрешности остаются постоянными по величине и знаку или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же величины. Систематические погрешности разделяются на методические (несовершенство метода измерений; в том числе влияние средств измерения на объект, свойство которого измеряется), инструментальные (зависящие от погрешности применяемых средств измерений), внешние (обусловленные влиянием условий проведения измерений) и субъективные (обусловленные индивидуальными особенностями оператора). Систематические погрешности обычно оцениваются либо путем теоретического анализа условий измерения, основываясь на известных свойствах средств измерений, либо использованием более точных средств измерений. Как правило, систематические погрешности стараются исключить с помощью поправок. Поправка представляет собой значение величины, вводимое в неисправленный результат измерения с целью исключения систематической погрешности. Знак поправки противоположен знаку величины.

Различают абсолютную и относительную погрешность измерения.

Под **абсолютной погрешностью** измерения понимают разность между полученным в ходе измерения и истинным значением физической величины:

$$\Delta x = x_{\text{изм}} - x_{\text{ист}} \quad (2.1)$$

Без сравнения с измеряемой величиной абсолютная погрешность ничего не говорит о качестве измерения. Одна и та же погрешность в 1 мм при измерении длины комнаты не играет роли, при измерении длины тетради уже может быть существенна, а при измерении диаметра проволоки совершенно недопустима.

Поэтому вводят относительную погрешность, показывающую, какую часть абсолютная погрешность составляет от истинного значения измеряемой величины. **Относительная погрешность** представляет собой отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{\text{изм}}} 100\% \quad (2.2)$$

Относительная погрешность обычно выражается в процентах.

Результат измерения величины принято записывать в виде:

$$x_{\text{изм}} \pm \Delta x, \quad \delta = \dots \%$$

При записи абсолютной погрешности ее величину округляют до двух значащих цифр, если первая из них является единицей, и до одной значащей цифры во всех остальных случаях. При записи измеренного значения величины последней должна указываться цифра того десятичного разряда, который использован при указании погрешности.

Из формул (2.1) и (2.2) следует, что для нахождения погрешностей измерений необходимо знать истинное значение измеряемой величины. Поэтому этими формулами можно пользоваться только в тех редких случаях, когда проводятся измерения констант, значения которых заранее известны. Цель же измерений, как правило, состоит в том, чтобы найти не известное значение физической величины. Поэтому на практике погрешности измерений не вычисляются, а оцениваются.

В частности, относительную погрешность находят как отношение абсолютной погрешности не к истинному, а к измеренному значению величины:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{\text{изм}}} 100\% \quad (2.3)$$

Способы оценки абсолютной погрешности разные для прямых и косвенных измерений.

Максимальную абсолютную погрешность при прямых измерениях находят как сумму абсолютной инструментальной погрешности и абсолютной погрешности отсчета:

$$\Delta x = \Delta x_{\text{приб}} + \Delta x_{\text{отсч}} \quad (2.4)$$

Погрешность отсчета является случайной и устраняется при многократных измерениях. Если же проводится одно измерение, она обычно принимается равной половине цены деления шкалы измерительного прибора.

Обратимся теперь к анализу **погрешностей средств измерения**. В зависимости от условий применения средств измерения различают основную и дополнительную погрешности. *Основная погрешность* – это погрешность средств измерений, используемых при нормальных условиях; *дополнительная погрешность* – это погрешность средств измерений, возникающая в результате отклонения значения одной или более влияющих величин от нормального значения.

Способ задания пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерительных средств определяется зависимостью погрешности от значения измеряемой величины. Если абсолютная погрешность измерительного прибора не зависит от измеряемой величины, то погрешность называется **аддитивной** и ее предел может быть выражен одним числом:

$$\Delta x_{\text{макс приб}} = \pm a \quad (2.5)$$

Зона погрешности в этом случае ограничена двумя прямыми линиями, параллельными оси абсцисс (рис.2.1а). Источники аддитивной погрешности – трение в опорах, неточность отсчета, дрейф, наводки, вибрации и другие факторы. От этой погрешности зависит наименьшее значение величины, которое может быть измерено прибором.

Если погрешность прибора зависит от измеряемой величины, то она называется **мультипликативной** и предел допускаемой абсолютной погрешности выражается формулой $\Delta x_{\text{макс приб}} = \pm (a + vx)$,

где v – постоянная величина, vx – предельное значение мультипликативной погрешности, a – предельное значение аддитивной погрешности.

Таким образом, мультипликативная погрешность прямо пропорциональна значению измеряемой величины x . Источники мультипликативной погрешности – действие влияющих величин на параметры элементов и узлов средств измерений.

Инструментальная погрешность электроизмерительных приборов определяется их классом точности. **Класс точности** (максимальная приведенная погрешность) – это отношение максимальной абсолютной погрешности прибора к пределу измерения величины (полному

значению шкалы). Его, как и относительную погрешность, выражают в процентах. Класс точности показывает, сколько процентов максимальная инструментальная погрешность составляет от всей шкалы прибора:

$$\gamma = \frac{\Delta x_{\text{проб. макс.}}}{x_{\text{макс.}}} \cdot 100\% \quad (2.7)$$

ГОСТом установлено 8 классов точности измерительных приборов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Зная класс точности прибора и предельное значение измеряемой величины, можно определить абсолютную и относительную инструментальную погрешность измерения:

$$\Delta x_{\text{проб. макс.}} = \frac{x_{\text{макс.}} \cdot \gamma}{100\%} \quad (2.8)$$

$$\delta = \frac{\Delta x_{\text{проб. макс.}}}{x_{\text{изм.}}} \cdot 100\% = \frac{x_{\text{макс.}} \cdot \gamma}{x_{\text{изм.}}} \quad (2.9)$$

Из формулы (2.9) видно, что чем ближе значение измеряемой величины к пределу измерения, тем меньше относительная инструментальная погрешность.

У приборов, аддитивная составляющая погрешности которых преобладает над мультипликативной, класс точности выражается одним числом. К таким приборам относится большинство аналоговых стрелочных приборов. Относительная инструментальная погрешность в этом случае находится просто по формуле (2.9).

Класс точности средств измерения, у которых аддитивная и мультипликативная составляющие основной погрешности соизмеримы, обозначается двумя числами, разделенными косой чертой: c/d. Причем класс точности должен удовлетворять условию c/d > 1. К приборам, класс точности которых выражается дробью, относятся цифровые показывающие приборы. Их максимальная относительная погрешность определяется по формуле:

$$\delta = c + d \left(\frac{x_{\text{макс.}}}{x_{\text{изм.}}} - 1 \right) \quad (2.10)$$

Таблица "Расчет погрешностей"

$f = \sin x$	$\delta_f = \text{ctgx} \cdot \Delta x$
$f = x \pm y$	$\delta_f = \frac{\Delta x + \Delta y}{x \pm y}$
$f = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$	$\delta_f = \frac{\Delta x / x^2 + \Delta y / y^2}{1/x + 1/y}$
$f = x \cdot y$	$\delta_f = \delta_x + \delta_y$
$f = x^n$	$\delta_f = n \cdot \delta_x$
$f = \frac{x}{y}$	$\delta_f = \delta_x + \delta_y$
$f = \sqrt[n]{x}$	$\delta_f = \frac{1}{n} \cdot \delta_x$

Класс точности или максимальная инструментальная погрешность приборов обычно приводится в его паспорте. Для менее точных приборов, если в паспорте ничего не указано, максимальная инструментальная погрешность принимается равной половине цены или цене деления шкалы.

Для *прямых измерений* сначала оценивается абсолютная погрешность, а затем относительная. При оценке погрешности *косвенных измерений* величины поступают следующим образом. Сначала находят абсолютные погрешности величин, полученных в ходе прямых измерений. Затем вычисляют относительную погрешность исследуемой величины, пользуясь для этого одной из формул, приведенных в таблице "расчет погрешностей". Формула относительной погрешности зависит от того, по какой формуле находят значение измеряемой величины. И

только после этого находят абсолютную погрешность измеряемой величины, выражая ее из формулы (2.3).

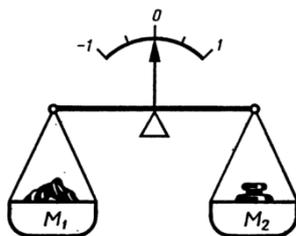
Практическая часть

Пользуясь описанием теории данного методического пособия и электронным учебником [2], ответить письменно на вопросы:

- Объясните понятия «действительное значение физической величины», «истинное значение физической величины» и «погрешность результата измерения», исходя из трех основных постулатов современной метрологии:
 - Существует истинное значение физической величины, которую мы измеряем.
 - Истинное значение физической величины определить невозможно.
 - Истинное значение физической величины постоянно.
- Три яхты - российская, французская и американская - прошли параллельным курсом расстояние 2000 миль. Одинаковы ли записи в вахтенных журналах о пройденном расстоянии?
- Со дна моря поднят якорь затонувшего судна. Можно ли по его массе определить водоизмещение погибшего судна? (Водоизмещение судна D , т, связано с массой якоря P , кг, следующей эмпирической зависимостью:

$$D = \frac{P\sqrt{l}}{3}.$$

- Рассмотрим понятия: вкус, длина, масса, запах, эстетичность, скорость, давление. Какие из этих понятий должны быть отнесены к свойствам веществ, а какие к физическим величинам, характеризующим свойства?
- С какими единицами физических величин осуществлялось сравнение объектов, если в результате измерений были получены следующие значения: 1 г; 10 Н; 3 Тл; 20 кг; 5 А; 0,1 В?
- У манометра, установленного на заправщике кислорода, во время транспортировки выпал один из двух винтов крепления шкалы. Последняя сместилась по отношению к оси манометра со стрелкой. Классифицируйте погрешность, появившуюся от этой неисправности.
- В каком случае метод измерения массы M_1 путем сравнения с мерой массы M_2 , представленной на рисунке, будет нулевым, а в каком дифференциальным?
 - Классифицируйте эти методы измерений.



ОТЧЕТ

по практической работе № 1

Погрешность измерения физических величин

Группа ЭС-15 Студент Максатов Алишер

Ответ 1. Истинное значение физической величины - значение, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта измерений (вывод из постулата А).

Несовершенство средств и методов измерений, недостаточная тщательность проведения измерений и обработки их результатов, воздействие внешних дестабилизирующих факторов, дороговизна, трудоемкость и длительность измерений не позволяют получить при измерении истинного значения физической величины. В

большинстве случаев достаточно знать действительное значение измеряемой физической величины - значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данных целей может быть использовано вместо него (вывод из постулата Б).

Для практики достаточно знать погрешность результата измерения - алгебраическую разность между полученным при измерении и действительным значением измеряемой величины.

Эти логические построения правомерны при выполнении постулата В.

Ответ 2. По всей вероятности нет, ибо для французских и российских яхтсменов 1 морская миля = 1852 м, а для американцев 1853,25 м. За 2000 миль пути разница составит уже 2500 м, т. е. более одной морской мили.

Ответ 3. Можно. Примечание: и по обрыву якорной цепи, зная диаметр стержня звена, можно решить аналогичную задачу по ориентировочному определению водоизмещения затонувшего судна, так как между ними существует зависимость:

$$d = 4,7 \sqrt[3]{D} \text{ или } D \approx \frac{d^3}{100}.$$

Ответ 4. К физическим величинам следует отнести свойства, которые мы научились оценивать количественно, т.е. измерять - длину, массу, скорость, давление

Ответ 5. 1 грамм; 1 ньютон; 1 тесла; 1 килограмм; 1 ампер; 1 вольт.

Ответ 6. Погрешность систематическая.

Ответ 7. А. Если при измерении мы добиваемся полного равновесия с выведением стрелки на нуль-это нулевой метод: $M_1 = M_2$. Если при измерении мы добиваемся равновесия и по указателю, в нашем случае весов, измеряем разность, которую потом учитываем в результате, то это дифференциальный (разностный) метод: $M_1 = M_2 \pm \Delta$, где Δ -показания нуль-индикатора.

Б. В обоих случаях это прямые измерения.

ОЦЕНКА: 5(отл.)

Дата: 13.03.17

Преподаватель:

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Измерение параметров электрических сигналов

Тема 2.2. Метрология и измерение

Цель: Изучить понятие погрешность в применении к электрическим приборам. (1 час)

Теоретическая часть

Электроизмерительные приборы — класс устройств, применяемых для измерения различных электрических величин. В группу электроизмерительных приборов входят также кроме собственно измерительных приборов и другие средства измерений — меры, преобразователи, комплексные установки.



Амперметр
переменного тока



Вольтметр
переменного тока

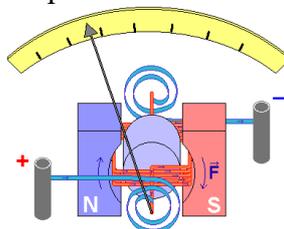


Омметр



Мультиметр (тестер)

Гальванометр (гальвано — от фамилии учёного Луиджи Гальвани и др.-греч. metréo — измеряю) — высокочувствительный прибор для измерения малых постоянных и переменных электрических токов. В отличие от обычных микроамперметров шкала гальванометра может быть проградуирована не только в единицах силы тока, но и в единицах напряжения, других физических величин, или иметь условную, безразмерную градуировку, например, при использовании в качестве нуль-индикаторов.



Гальванометр является базовым блоком для построения других измерительных приборов. На основе гальванометра можно построить амперметр и вольтметр постоянного тока с произвольным пределом измерения:

- Для получения амперметра необходимо подключить шунтирующий резистор параллельно гальванометру.
- Для получения вольтметра необходимо подключить гасящий резистор (добавочное сопротивление) последовательно с гальванометром.

Если к гальванометру не подключено никаких дополнительных резисторов, то его можно считать как амперметром, так и вольтметром (в зависимости от того, как гальванометр включен в цепь и как интерпретируются показания).

Средства электрических измерений широко применяются в энергетике, связи, промышленности, на транспорте, в научных исследованиях, медицине, а также в быту — для учёта потребляемой электроэнергии. Используя специальные датчики для преобразования неэлектрических величин в электрические, электроизмерительные приборы можно использовать для измерения самых разных физических величин, что ещё больше расширяет диапазон их применения.

Наиболее существенным признаком для **классификации** электроизмерительной аппаратуры является измеряемая или воспроизводимая физическая величина, в соответствии с этим приборы подразделяются на ряд видов:

- **амперметры** — для измерения силы электрического тока;
- **вольтметры** — для измерения электрического напряжения;
- **омметры** — для измерения электрического сопротивления;
- **мультиметры** (иначе тестеры, авометры) — комбинированные приборы
- **частотомеры** — для измерения частоты колебаний электрического тока;
- **магазины сопротивлений** — для воспроизведения заданных сопротивлений;
- **ваттметры и варметры** — для измерения мощности электрического тока;
- **электрические счётчики** — для измерения потреблённой электроэнергии
- и множество других видов

Кроме этого существуют **классификации по другим признакам**:

- по назначению — измерительные приборы, меры, измерительные преобразователи, измерительные установки и системы, вспомогательные устройства;
- по способу представления результатов измерений — показывающие и регистрирующие (в виде графика на бумаге или фотоплёнке, распечатки, либо в электронном виде);
- по методу измерения — приборы непосредственной оценки и приборы сравнения;
- по способу применения и по конструкции — щитовые (закрепляемые на щите или панели), переносные и стационарные;
- по принципу действия:
 - ✓ электромеханические: магнитоэлектрические; электромагнитные; электродинамические; электростатические; ферродинамические; индукционные; магнитодинамические;
 - ✓ электронные;
 - ✓ термоэлектрические;
 - ✓ электрохимические.

В зарубежных странах обозначения средств измерений устанавливаются предприятиями-изготовителями, в России (и частично в других странах СНГ) традиционно принята унифицированная **система обозначений**, основанная на принципах действия электроизмерительных приборов. В состав обозначения входит прописная русская буква, соответствующая принципу действия прибора, и число — условный номер модели. Например: С197 — киловольтметр электростатический. К обозначению могут добавляться буквы М (модернизированный), К (контактный) и другие, отмечающие конструктивные особенности или модификации приборов.

- В** — приборы вибрационного типа (язычковые)
- Д** — электродинамические приборы
- Е** — измерительные преобразователи
- И** — индукционные приборы
- К** — многоканальные и комплексные измерительные установки и системы
- Л** — логометры
- М** — магнитоэлектрические приборы
- Н** — самопишущие приборы
- П** — вспомогательные измерительные устройства
- Р** — меры, измерительные преобразователи, приборы для измерения параметров элементов электрических цепей
- С** — электростатические приборы
- Т** — термоэлектрические приборы
- У** — измерительные установки
- Ф** — электронные приборы
- Х** — нормальные элементы
- Ц** — приборы выпрямительного типа

Ш — измерительные преобразователи

Э — электромагнитные приборы

Практическая часть

Ознакомьтесь с теорией по методическим указаниям к данной работе и, используя теорию предыдущей работы, решите по своему выбору три из предложенных ниже задач. Работа выполняется группой по 3-5 человек:

1. Экспериментально установлено, что приведённая погрешность считывания показаний у щитовых электроизмерительных приборов класса 1, 2, 3 и 4 составляет 0,45-0,6%, а у образцовых лабораторных электроизмерительных приборов классов 0,2 и 0,5 составляет 0,1-0,12%. Уменьшение погрешности считывания показаний у образцовых стрелочных приборов достигается за счёт применения противопараллаксных устройств и увеличения количества промежуточных делений (у цифровых приборов погрешность считывания показаний практически отсутствует).

Общее выражение для вычисления погрешности считывания показаний:
 $\Delta = \Delta_3 + \Delta_{\text{п}} + \Delta_{\text{и}}$, где Δ_3 — погрешность из-за ограниченной разрешающей способности зрения; $\Delta_{\text{п}}$ — погрешность от параллакса; $\Delta_{\text{и}}$ — погрешность интерполяции.

При этом: $\Delta_3 = 0,07(X_{\text{к}}/l)$, где $X_{\text{к}}$ — конечное значение шкалы прибора в единицах измеряемой величины; l — длина шкалы, мм; $\Delta_{\text{п}} = 0,055(X_{\text{к}}/l)$; $\Delta_{\text{и}} = 0,1\alpha$, где α — цена деления шкалы.

Подставив эти значения, получим $\Delta = 0,07(X_{\text{к}}/l) + 0,055(X_{\text{к}}/l) + 0,1\alpha = 0,125(X_{\text{к}}/l) + 0,1\alpha$.

ТАБЛИЦА данных по конкретным приборам М4204 класса 1,5 поверяемым приборам типа М2015 класса 0,2

Вид погрешности	Значение погрешности	
	Миллиамперметр М4202 класса 1,5 0-30 мА, цена деления 1 мА	Миллиамперметр М2015 класса 0,2 0-30 мА, цена деления 0,2 мА
Абсолютная погрешность из-за ограниченной разрешающей способности зрения Δ_3 , мА	$\pm 0,042$	$\pm 0,015$
Абсолютная погрешность от параллакса $\Delta_{\text{п}}$, мА	$\pm 0,033$	0
Абсолютная погрешность интерполяции $\Delta_{\text{и}}$, мА	$\pm 0,1$	$\pm 0,02$
Абсолютная погрешность считывания показаний Δ , мА	$\pm 0,175$	$\pm 0,035$
Приведенная погрешность считывания показаний δ , %	$\pm 0,583$	$\pm 0,117$

Оцените соотношение субъективных погрешностей считывания показаний при проверке методом сличения этих приборов, пользуясь данными таблицы.

2. Классифицируйте измерение силы электрического тока с помощью

амперметра прямого включения на 5 А и измерение сопротивления в электрической цепи методом «амперметра-вольтметра» с использованием зависимости закона Ома для цепи постоянного тока.

3. Температура печи при закалке резцов контролируется термопарой с фиксацией результатов измерения на шкале самописца. Классифицируйте измерения, осуществляемые для поддержания необходимой температуры в термопечи.

4. При определении температурного коэффициента для плёночного резистора измеряют значения его электрического сопротивления в заданном (рабочем и предельном) диапазоне температур. Измерение и температуры, и сопротивления в каждом отдельном случае прямые. В итоге получают систему уравнений. Для каждого из этих уравнений коэффициенты известны – они получены в результате прямых измерений.

В результате каких (совокупных или совместных) измерений получено значение температурного коэффициента?

5. Определить относительную погрешность измерения напряжения переменного тока электромагнитным вольтметром при положениях переключателя рода работы на постоянном и переменном токах, если прибор показывает в первом случае 128 В, во втором – 120 В при напряжении 127 В.

6. Одной из характеристик образцовых катушек сопротивления является их температурный коэффициент-ТКР, отражающий зависимость сопротивления от температуры окружающей среды. Определяется он путем измерения R катушек с изменением температуры T в рабочем диапазоне температур для данной катушки. На основании каких измерений определяется ТКР?

7. Погрешность измерения одной и той же величины, выраженная в долях этой величины: $1 \cdot 10^{-3}$ – для одного прибора; $2 \cdot 10^{-3}$ – для другого. Какой из этих приборов точнее?

8. Основная приведенная погрешность амперметра, рассчитанного на ток 10 А, составляет 2,5%. Определите возможную абсолютную погрешность для первой отметки шкалы (1 А).

9. При определении класса точности ваттметра, рассчитанного на 750 Вт, получили следующие данные: 47 Вт-при мощности 50 Вт; 115 Вт-при 100 Вт; 204 Вт-при 200 Вт; 413 Вт-при 400 Вт; 728 Вт-при 750 Вт. Каков класс точности прибора?

10. Из теоретической метрологии известно, что если за результат измерения взять среднее арифметическое из n измерений, точность повышается в \sqrt{n} раз. Сколько измерений электрического сопротивления резистора надо сделать омметром класса 1,0, чтобы определить её с погрешностью 0,1%? При соблюдении каких условий это возможно?

11. Показания электроизмерительного прибора снимаются с учетом влияния магнитного поля Земли в одном положении и в другом-с поворотом на 180° в рабочей плоскости. Чему будет равно значение измеряемой величины? Классифицируйте метод исключения погрешности, обусловленной влиянием магнитного поля Земли.

12. Что заземляется (анод или катод) у усилительных радиоламп и трубки осциллографа?

Абсолютная погрешность Δ	$\Delta = A - A_d$	A – измеренная величина A_d – истинная величина
Систематическая постоянная погрешность Θ	$\Theta = M - Q$	M – математическое ожидание Q – истинная величина
Случайная погрешность δ	$\delta = x - M$	M – математическое ожидание x – результат единичного наблюдения
Истинная величина Q	$Q = x - \Theta - \Delta$	

ОТЧЕТ
по практической работе № 2
Измерение параметров электрических сигналов

Группа ЭС-15 Студент Максатов Алишер

Ответ1. Погрешность считывания показаний для щитового прибора типа М4202 в 4,9 раза больше, чем для образцового прибора М2015. Наибольшая составляющая субъективной погрешности считывания показаний – погрешность интерполяции, которая составляет 57% от общей погрешности.

Ответ2. Первое измерение осуществлено с использованием метода непосредственной оценки в результате прямых измерений абсолютной величины. Измерение однократное. Во втором случае результат получен путем решения уравнения $R = U/I$, что характеризует это измерение как косвенное. Измерялись две разноименные величины - измерение совместное. Заметим, что данные для расчета получены методом непосредственной оценки по показаниям амперметра и вольтметра - в результате прямых измерений.

Ответ3. Самописец с помощью термопары осуществляет прямые измерения с непосредственной оценкой, абсолютные, в динамическом режиме (на его движущейся ленте отражается изменение температуры во времени). Рассуждения верны, если шкала самописца градуирована в градусах Цельсия.

Ответ4. В виду того, что измеряли две разноименные физические величины – температуру и электрическое сопротивление – следует сделать вывод, что температурный коэффициент получен в результате совместных измерений (измерения были бы совокупными, если бы мы одновременно измеряли одноименные величины).

Ответ5. $\delta_1 = 0,8\%$; $\delta_2 = 5,5\%$.

Ответ6. ТКР определяется путем решения системы уравнений, в которые подставляются значения разноименных величин R и T . Измерения R и T - прямые однократные, статические, абсолютные. Измерение ТКР при решении системы уравнений - совместное.

Ответ7. Точности характеризуются величинами, обратными значениям погрешности, то есть для первого прибора это $1/(1 \cdot 10^{-3}) = 1000$, для второго $1/(2 \cdot 10^{-3})$. $1000 > 500$ Следовательно, первый прибор точнее второго в 2 раза.

Ответ8. $\pm 0,25$ А

Ответ9. 4,0.

Ответ10. $n=100$, так как нам надо повысить точность в 10 раз, а $\sqrt{100} = 10$. Измерения должны проводиться при неизменности внешних влияющих условий. С появлением микропроцессорной техники открываются реальные перспективы реализации принципа неоднократных измерений с обработкой их результатов на встроенном компьютере.

Ответ11. Полусумме двух показаний прибора. Метод компенсации погрешности по знаку.

Ответ12. В отличие от радиоламп, где заземляется обычно катод, у электронно-лучевой трубки заземлен анод. При выходе из электронной пушки электроны должны оказаться в пространстве, свободном от возмущающих полей. Поэтому трубку помещают в металлический экран, а для того, чтобы не было поля между заземленным экраном и вторым анодом, последний обычно заземляют.

Практическая работа №3

Тема работы: Международное сличение эталонов массы

Цель работы: используя теоретические знания, проанализировать таблицу сличений эталонов массы и высчитать погрешность сличений, составить и проанализировать схему классификации эталонов.

Приборы и оборудование:

- 1 Персональный компьютер
- 2 Программное обеспечение персонального компьютера

Задание:

- 1) Создать таблицу сличений эталонов массы.
- 2) Высчитать погрешность сличений «Отклонение массы эталона».
- 3) Определить страну с минимальной разностью отклонений массы.
- 4) Составить классификационную схему эталонов и дать краткую характеристику каждому виду эталонов.
- 5) Ответить на вопросы по теме.

Ход выполнения работы:

- 1) Создать таблицу «Результаты международных сличений эталона массы» по образцу

Результаты международных сличений эталона массы

1). Страна .Номер эталона. Отклонение массы эталона, мг Разность массы эталонов, С
Первое сличение, С1 Второе сличение, С2

Международный эталон МБМВ 31 +0,162 +0,128

Франция 35 +0,191 +0,183

РОССИЯ 12 +0,068 +0,085

США 20 -0,039 -0,019

Япония 6 +0,169 0,170

Италия 5 +0,0018 +0,018

Швейцария 38 +0,183 +0,214

- 2) Используя формулу $C = C_2 - C_1$, высчитать погрешность сличений, т.е. разность масс эталонов.
- 3) Указать страну с минимальной разностью отклонений массы.
- 4) Составить классификационную схему эталонов с краткой характеристикой каждого вида эталонов.
- 5) Ответить на следующие вопросы по теме:
 - На какие группы по метрологическому назначению делятся СИ?
 - Для чего применяются Рабочие СИ?
 - На какие виды подразделяются Рабочие СИ?
 - Что представляет собой каждый из видов Рабочих СИ?
 - Что такое Эталон?
 - Как классифицируются эталоны?
 - Международное бюро мер и весов- что это за организация и какова ее задача?

- Какие эталоны были самыми первыми официально утверждены?
- Что вы знаете из истории эталонов?
- Что такое Национальный государственный эталон массы и где он хранится?
- Что означают Отклонение измерений и международные сличения?
- Каковы результаты международных сличений массы?

Выводы:

Практическая работа № 4

Тема работы: Поверочная схема. Система калибровки.

Цель работы: используя теоретические знания, проанализировать разновидности локальных поверочных схем при передаче размера, рассмотреть один из способов поверки – калибровку.

Приборы и оборудование:

- 1 Персональный компьютер
- 2 Программное обеспечение персонального компьютера

Задание:

- 1) Создать таблицу видов поверок средств измерений.
- 2) Представить в виде чертежа поверочные схемы при передаче размера 4-х видов.
- 3) Описать каждую схему.
- 4) Создать таблицу методов калибровки средств измерений и проанализировать каждый метод.
- 5) Ответить на вопросы по теме.

Ход выполнения работы:

- 1) Создать таблицу видов поверок средств измерений.
- 2) Представить в виде чертежа поверочные схемы при передаче размера 4-х видов:

а) б) в) г)

3) Описать принцип работы каждой схемы.

4) Создать таблицу методов калибровки средств измерений и проанализировать каждый метод.

5) Ответить на вопросы по теме:

- Что такое Поверка СИ?
- Какие виды поверок существуют?
- Что собой представляет каждый вид?
- Что такое поверочная схема?
- Какие поверочные схемы бывают?
- Что такое Калибровка СИ и когда она применяется?
- Зачем необходима замена ведомственной поверки и метрологической аттестации калибровкой?
- Какие методы калибровки СИ существуют?

Выводы:

Практическая работа № 5

Тема работы: Международная организация по стандартизации (ИСО).

Цель работы: используя теоретические знания, проанализировать сферы деятельности ИСО, рассмотреть этапы разработки стандартов

Приборы и оборудование:

- 1 Персональный компьютер
- 2 Программное обеспечение персонального компьютера

Задание:

- 1) Ознакомиться с теоретическим материалом по теме
- 2) Ответить на вопросы по теме

Ход выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным ниже
Международная организация по стандартизации создана в 1946 двадцатью пятью национальными организациями по стандартизации. Фактически её работа началась с 1947. СССР был одним из основателей организации, постоянным членом руководящих органов, дважды представитель Госстандарта избирался председателем организации. Россия стала членом ИСО как правопреемник СССР. 23 сентября 2005 года Россия вошла в Совет ИСО. При создании организации и выборе её названия учитывалась необходимость того, чтобы аббревиатура наименования звучала одинаково на всех языках. Для этого было решено использовать греческое слово *ισος* — равный, вот почему на всех языках мира Международная организация по стандартизации имеет краткое название «исо». Сфера деятельности ИСО касается стандартизации во всех областях, кроме электротехники и электроники, относящихся к компетенции Международной электротехнической комиссии (МЭК, ИЕС). Некоторые виды работ выполняются совместными усилиями этих организаций. Кроме стандартизации ИСО занимается проблемами сертификации.

ИСО определяет свои задачи следующим образом: содействие развитию стандартизации и смежных видов деятельности в мире с целью обеспечения международного обмена товарами и услугами, а также развития сотрудничества в интеллектуальной, научно-технической и экономической областях.

Организационно в ИСО входят руководящие и рабочие органы. Руководящие органы: Генеральная ассамблея (высший орган), Совет, Техническое руководящее бюро. Рабочие органы — технические Комитеты (ТК), подкомитеты, технические консультативные группы (ТКГ).

Совету ИСО подчиняется семь комитетов: ПЛАКО (техническое бюро), ПРОФКО (методическая и информационная помощь); КАСКО (комитет по оценке соответствия); ИНФКО (комитет по научно-технической информации); ДЕВКО (комитет по оказанию помощи развивающимся странам); КОПОЛКО (комитет по защите интересов потребителей); РЕМКО (комитет по стандартным образцам).

Порядок разработки стандартов

Международный стандарт является результатом консенсуса между участниками организации ИСО. Он может использоваться непосредственно или путём внедрения в национальные стандарты разных стран.

Международные стандарты разрабатываются техническими комитетами ИСО (ТК) и подкомитетами (ПК) в ходе шестистадийного процесса:

- Стадия 1: Стадия предложения

- Стадия 2: Подготовительная стадия
- Стадия 3: Стадия комитета
- Стадия 4: Стадия вопросов
- Стадия 5: Стадия одобрения

Если в начале работы над проектом стандарта уже имеется более или менее завершённый документ, например, стандарт, разработанный другой организацией, некоторые стадии можно опустить. При так называемой «ускоренной процедуре» документ направляется непосредственно на одобрение членам ИСО в качестве черновика международного стандарта (ЧМС) (стадия 4) или, если документ был разработан международным органом стандартизации, признанным Советом ИСО, в качестве окончательной редакции черновика Международного стандарта (ОЧМС, стадия 5), без прохождения предыдущих стадий.

Ниже приводится обзор всех шести стадий:

Стадия 1: Стадия предложения

Первый шаг в разработке международного стандарта — подтверждение того, что конкретный международный стандарт необходим. Новое предложение (НП) направляется на голосование членам соответствующего ТК или ПК, чтобы определить необходимость включения соответствующего пункта в программу работы.

Предложение принимается, если большинство У-членов ТК/ПК («участники») голосуют «за», и если по крайней мере пять У-членов заявляют о том, что примут активное участие в проекте. На этой стадии обычно назначается лидер проекта, ответственный за данный пункт программы.

Стадия 2: Подготовительная стадия

Обычно для подготовки рабочего черновика ТК/ПК создаёт рабочую группу экспертов, председателем (созывающим членом) которой является лидер проекта. Могут приниматься различные редакции рабочих черновиков, до тех пор, пока рабочая группа не решит, что ею разработано наилучшее техническое решение рассматриваемой проблемы. На этой стадии черновик передаётся вышестоящему комитету рабочей группы для прохождения фазы выработки консенсуса.

Стадия 3: Стадия комитета

Как только первый черновик комитета готов, он регистрируется Главным Секретариатом ИСО. Он рассылается для замечаний и, если необходимо, голосования У-членов ТК/ПК. Могут готовиться разные редакции черновика комитета, до тех пор, пока не будет достигнут консенсус по техническому содержанию текста. Как только консенсус достигнут, текст окончательно редактируется для представления в качестве черновика международного стандарта (ЧМС).

Стадия 4: Стадия вопросов

Черновик международного стандарта (ЧМС) распространяется среди всех членов ИСО Главным Секретариатом ИСО для голосования и замечаний в течение пяти месяцев. Он одобряется для представления в качестве окончательной редакции черновика международного стандарта (ОЧМС), если две трети У-членов ТК/ПК высказываются «за», и не более одной четверти от общего количества голосов поданы «против». Если критерии одобрения не выполнены, текст возвращается в исходный ТК/ПК для дальнейшего изучения, и исправленный документ снова публикуется для голосования и замечаний в качестве черновика международного стандарта.

Стадия 5: Стадия одобрения

Окончательная редакция черновика международного стандарта (ОЧМС) распространяется среди всех членов ИСО Главным Секретариатом ИСО для итогового голосования за/против в течение двух месяцев. Если в этот период поступают технические замечания, на этой стадии они уже не рассматриваются, но регистрируются

для анализа в ходе будущего пересмотра данного международного стандарта. Текст одобряется для представления в качестве окончательной редакции черновика международного стандарта (ОЧМС), если две трети У-членов ТК/ПК высказываются «за», и не более одной четверти от общего количества голосов поданы «против». Если эти критерии одобрения не выполнены, стандарт возвращается в исходный ТК/ПК для пересмотра с учётом технических причин, представленных в поддержку голосов «против».

Стадия 6: Стадия публикации

Когда окончательная редакция черновика международного стандарта одобрена, в итоговый текст разрешается, при возникновении такой необходимости, вносить только небольшую редакторскую правку. Итоговый текст отсылается в Главный Секретариат ИСО, который публикует данный международный стандарт.

Пересмотр стандартов.

Все международные стандарты рецензируются всеми членами ИСО, по крайней мере, через три года после публикации и каждые пять лет после первого рецензирования. Решение о подтверждении, пересмотре или отзыве международного стандарта принимается большинством голосов У-членов ТК/ПК.

2. Ответить на следующие вопросы:

- Какова сфера деятельности ИСО?
- Какие основные задачи ИСО?
- Сколько стадий проходит разработка проекта нового стандарта?
- Что определяют в техническом задании при разработке стандарта?
- Сколько этапов разработки стандартов существует?
- Какая организация занимается разработкой стандартов?
- Что может явиться причиной отмены стандарта?
- Что является самым важным моментом первой стадии разработки проекта нового стандарта?
- Что служит для потребителя гарантией безопасности продукции?
- На каком нормативном документе основывается маркировка продукции и услуг знаком соответствия?

Выводы:

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО КУРСУ
«МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»**

Составитель: Аширалиева Г.М.

Корректор Эркинбек к. Ж.
Редактор Турдукулова А. К.
Тех. редактор Кочоров А. Д.

Подписано к печати 12.12.2018 г. Формат бумаги 60x84¹/₁₆
Бумага офс. Печать офс. Объем 1.0 п. л. Тираж 10 экз. Заказ 586

Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ «Техник» КГТУ, т.:42-14-55, 54-29-43
E-mail: ict@ktu.aknet.kg, teknik@netbox.ru