



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный  
технический университет**

---

**Кафедра «Электротехника и электроника»**

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ  
И СЕРТИФИКАЦИЯ**

*Лабораторный практикум*

**Минск  
БНТУ  
2013**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Электротехника и электроника»

# МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

*Лабораторный практикум  
для студентов электротехнических специальностей*

Минск  
БНТУ  
2013

УДК 006.91(076.5)  
ББК 30.10я73-5  
М54

Составители:  
*Ю. А. Куварзин, А. В. Куцьло*

Рецензенты:  
*В. А. Анищенко, В. А. Ковалёв*

**Метрология, стандартизация и сертификация : лабораторный**  
М54 практикум для студентов электротехнических специальностей /  
сост.: Ю. А. Куварзин, А. В. Куцьло. – Минск : БНТУ, 2013 – 64 с.  
ISBN 978-985-550-241-9.

Практикум содержит восемь лабораторных работ, каждая из которых включает задачи работы, общие положения, задание, указания по оформлению результатов работы и контрольные вопросы.

Лабораторные работы охватывают базовые вопросы учебной дисциплины: средства и методы измерений, источники погрешностей, метрологические характеристики средств измерений, обработка результатов измерений, основы обеспечения единства измерений, стандартизация правил оформления учебных документов (включая требования к оформлению формул, таблиц и диаграмм).

Издание предназначено для студентов высших учебных заведений электротехнических специальностей дневной и заочной форм обучения.

УДК 006.91(076.5)  
ББК 30.10я73-5

ISBN 978-985-550-241-9

© Белорусский национальный  
технический университет, 2013

## **ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА И РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИЯХ КАФЕДРЫ**

1. К работе в лаборатории студенты допускаются только после инструктажа по охране труда.

2. Напряжения источников питания, используемые в лаборатории, являются опасными для жизни, поэтому при работе в лаборатории необходимо быть предельно собранным, внимательным и строго выполнять правила работы на электроустановках.

3. Перед началом работы необходимо убедиться в том, что источники питания отключены, а рабочее место освобождено от посторонних предметов.

4. Прежде чем включить источник питания, необходимо его регулятор вывести в нулевое положение, а на регулируемых элементах (резисторах, конденсаторах, катушках индуктивностей) установить заданные значения параметров.

5. Включение цепи под напряжение можно производить только с разрешения руководителя работ (преподавателя или лаборанта) после проверки правильности ее сборки.

6. Любые изменения в структуре цепи можно производить только при выключенном источнике питания. Повторное включение цепи под напряжение производится с разрешения руководителя работ.

7. При выполнении экспериментальной части работы нельзя прикасаться к открытым токоведущим элементам цепи, а также к трубам и радиаторам отопительной системы.

8. После завершения экспериментальных исследований результаты работы должны быть предъявлены руководителю для их проверки и утверждения.

9. Запрещается выполнение лабораторных работ при отсутствии преподавателя или лаборанта.

10. При обнаружении на рабочем месте неисправностей, способных вызвать поражение электрическим током или порчу оборудования, следует немедленно отключить источник питания и поставить в известность преподавателя или лаборанта.

11. При несчастном случае следует немедленно отключить источник питания, поставить в известность руководителя работ и принять меры по оказанию первой медицинской помощи пострадавшему.

## Лабораторная работа № 1

### СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

#### 1 Задачи работы

1.1 Провести измерения с помощью предложенных средств измерений (СИ).

1.2 Классифицировать СИ, находящиеся на рабочем месте.

1.3 Ознакомиться с назначением и структурой измерительной установки НТЦ 08.

#### 2 Общие положения

По функциональному назначению все СИ подразделяются на *меры, измерительные преобразователи (ИП), измерительные приборы, измерительные установки и измерительные системы.*

**Мера** физической величины – это СИ, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины (ФВ) одного или нескольких размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью. Различают следующие разновидности мер: однозначные, многозначные, наборы мер и магазины мер.

**Измерительный преобразователь (ИП)** – это СИ, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал в форме, удобной для обработки, хранения, дальнейшего преобразования или передачи, но недоступной непосредственному восприятию оператором. По характеру преобразования различают аналоговые, цифро-аналоговые и аналого-цифровые ИП. По месту в измерительной цепи различают первичные и промежуточные ИП. По роду входной величины – электрические, магнитные и неэлектрические.

**Измерительный прибор** – это СИ, предназначенное для получения значений измеряемой ФВ в установленном диапазоне. По способу индикации приборы подразделяются на показывающие и регистрирующие (самопишущие и печатающие); по способу срав-

нения с мерой – на приборы прямого действия и приборы сравнения; по виду выдаваемой информации – на аналоговые и цифровые.

Меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы и другие устройства могут быть объединены в измерительные установки и измерительные системы.

### **3 Задание**

3.1 Измерить электромеханическим вольтметром напряжение источника питания.

3.2 Измерить цифровым вольтметром напряжение нормального элемента.

3.3 Измерить омметром сопротивление катушки сопротивления и магазина резисторов.

3.4 Измерить температуру в лаборатории с помощью медного терморезистора и цифрового омметра.

3.5 Классифицировать все имеющиеся в лабораторной работе СИ.

3.6 Перечислить СИ (с указанием типа), входящие в состав измерительной установки.

### **4 Результаты работы**

4.1 Результаты работы оформляют в виде таблиц 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 и перечня СИ, входящих в измерительную установку.

Результаты измерений (таблица 1.1) приводят с указанием единиц ФВ без оценки погрешности измерений.

Т а б л и ц а 1.1 – Результаты измерений физических величин

Физическая величина	Результат измерения
1	
⋮	
5	

Т а б л и ц а 1.2 – Характеристика мер физических величин

Физическая величина	Наименование меры	Классификация меры
1 ⋮ 4		

Т а б л и ц а 1.3 – Характеристика измерительных приборов

Наименование	Назначение	Классификация прибора
1 ⋮ 4		1 По принципу действия (преобразования) 2 По виду выдаваемой информации 3 По виду индикации 4 По способу сравнения с мерой

Т а б л и ц а 1.4 – Характеристика измерительных преобразователей (ИП)

Наименование	Назначение	Классификация ИП
1 ⋮ 4		1 По характеру преобразования 2 По месту в измерительной цепи 3 По роду входной величины

## 5 Структура отчета

5.1 Отчет о работе должен содержать:

- титульный лист;
- задачи работы;
- ответы на контрольные вопросы 6.1, 6.3, 6.9, 6.10;
- задание;
- результаты работы.

## **6 Контрольные вопросы**

6.1 Что такое средство измерений?

6.2 Что относится к средствам измерительной техники, кроме средств измерений?

6.3 Чем измерительный прибор отличается от измерительного преобразователя?

6.4 Что такое интегрирующий измерительный прибор?

6.5 Что такое масштабный ИП? Приведите примеры.

6.6 Что такое датчик?

6.7 Чем прибор прямого действия отличается от прибора сравнения?

6.8 Что такое измерительный механизм прибора?

6.9 К каким СИ относят измерительную линейку и штангенциркуль?

6.10 К каким СИ относится используемый в работе источник постоянного тока (напряжения)?

6.11 Укажите назначение и опишите измерительную цепь токоизмерительных клещей.



## Лабораторная работа № 2

### РАЗНОВИДНОСТИ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

#### 1 Задачи работы

1.1 Провести указанные измерения и классифицировать их по разновидностям и методам.

1.2 Указать возможные источники погрешностей результатов измерений.

#### 2 Общие положения

**Измерение** – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины (ФВ), обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

Различают следующие разновидности измерений:

- а) прямые, косвенные, совместные и совокупные;
- б) однократные и многократные;
- в) технические и метрологические;
- г) статические и динамические.

**Прямым** называется измерение, при котором искомое значение ФВ получают непосредственно по устройству отображения информации применяемого средства измерений (СИ).

**Косвенным** измерением называется определение искомого значения ФВ на основании известной зависимости между этой величиной и другими величинами, подвергаемыми прямым измерениям.

**Совместными** называются измерения двух или нескольких *разноименных* величин с использованием известной функциональной зависимости между ними.

**Совокупные** измерения отличаются от *совместных* тем, что измерениям подвергаются *одноименные* величины.

По числу измерений одной и той же величины одного размера различают **однократные** и **многократные** измерения, причем по-

следние подразумевают последующую математическую обработку результатов.

По характеристике точности измерения подразделяются на **равноточные** и **неравноточные**.

По *метрологическому* назначению измерения подразделяются на технические и метрологические.

**Техническими** называют измерения, не связанные с передачей размера единиц другим СИ, т.е. измерения с помощью рабочих СИ.

**Метрологическими** называют измерения при помощи эталонов с целью воспроизведения единиц физических величин для передачи их размера рабочим СИ.

По изменению во времени измеряемых величин различают статические и динамические измерения.

**Статическим** называют измерение ФВ, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения.

**Динамическим** называют измерение изменяющейся по размеру ФВ.

**Методом измерений** называют прием или совокупность приемов сравнения измеряемой ФВ с ее единицей. Различают два метода измерений: *метод непосредственной оценки* и *метод сравнения*, последний в свою очередь подразделяют на *дифференциальный, нулевой, замещения, совпадения и противопоставления*.

При методе **непосредственной оценки** значение величины определяют непосредственно по показывающему средству измерений.

При методе **сравнения** измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

**Дифференциальный** – это метод сравнения, при котором измеряется небольшая разница между искомой величиной и однородной величиной, воспроизводимой мерой.

**Нулевой** – это метод сравнения, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сравнения доводят до нуля.

В соответствии с одновременностью или неодновременностью воздействия на средство сравнения измеряемой величины и величины, воспроизводимой мерой, различают методы *замещения* и *противопоставления*.

Метод **замещения** – это метод сравнения, в котором измеряемую величину замещают мерой, то есть эти величины воздействуют на средство сравнения одновременно.

### 3 Задание

3.1 Измерить сопротивление резистора:

а) омметром;

б) способом амперметра и вольтметра (рисунок 2.1). При расчете искомого сопротивления учесть сопротивление вольтметра.

3.2 Измерить ЭДС  $E$  и внутреннее сопротивление  $R_0$  аккумулятора, используя амперметр, вольтметр и реостат в соответствии с рисунком 2.1.

3.3 Измерить сопротивления трех резисторов  $R_1, R_2, R_3$  используя магазин резисторов  $R_M$ , источник питания ( $U = 2 \text{ В}$ ) и нулевой индикатор (НИ) (рисунок 2.2) Уравновешивание мостовой цепи произвести трижды. После первого уравновешивания поменять местами резисторы  $R_1$  и  $R_2$ , после второго –  $R_2$  и  $R_3$ .

Сопротивления резисторов находят путем решения системы уравнений

$$R_1 R_{M1} = R_2 R_3$$

$$R_2 R_{M2} = R_1 R_3$$

$$R_3 R_{M3} = R_2 R_1.$$

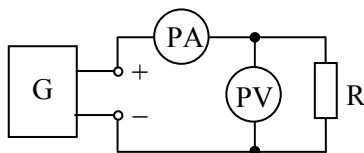


Рисунок 2.1

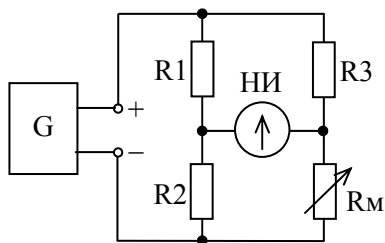


Рисунок 2.2

3.4 Измерить ЭДС  $E_X$  в соответствии с рисунком 2.3.

3.5 Измерить сопротивление резистора в соответствии с рисунком 2.4.

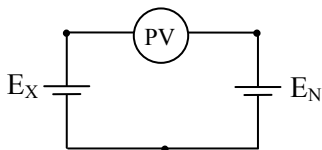


Рисунок 2.3

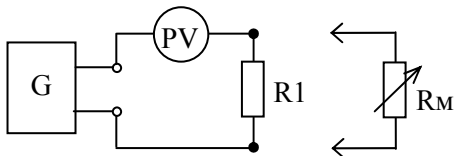


Рисунок 2.4

## 4 Результаты работы

4.1 Результаты работы оформляют в виде таблицы 2.1.

Результаты измерений приводят без количественной оценки погрешности.

Таблица 2.1 – Классификация проведенных измерений

Пункт задания	Результат измерения	Разновидность измерений					Метод измерения
		по способу получения результата	по числу измерений	по характеристике точности	по метрологическому значению	по изменению во времени	
3.1	а) б)						
⋮							
3.5							

## **5 Структура отчета**

5.1 Отчет о работе должен содержать:

- титульный лист;
- задачи работы;
- ответы на контрольные вопросы 6.1, 6.2, 6.7;
- задание;
- результаты работы.

## **6 Контрольные вопросы**

6.1 По какому признаку измерения классифицируются на прямые, косвенные, совместные и совокупные?

6.2 Какие измерения называются равноточными?

6.3 Привести пример динамического измерения.

6.4 Является ли нулевой индикатор СИ?

6.5 С какой целью проводят многократные измерения?

6.6 Что такое методика выполнения измерений (МВИ)?

6.7 Что такое эталон?

## Лабораторная работа № 3

### ИСТОЧНИКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ

#### 1 Задачи работы

1.1 Изучить классификацию погрешностей измерений по источникам возникновения.

1.2 Проанализировать конкретные причины возникновения погрешностей измерений.

1.3 Оценить количественно погрешности проведенных измерений.

#### 2 Общие положения

**Погрешность измерения** – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

По характеру изменения погрешности измерения (погрешности результата измерения) подразделяются на систематические и случайные.

**Систематическая** составляющая погрешности результата измерения при повторных измерениях одной и той же физической величины (ФВ) остается постоянной или же закономерно изменяется.

**Случайная** составляющая погрешности результата измерения при повторных измерениях одной и той же ФВ, проведенных с одинаковой тщательностью, изменяется случайным образом.

По **источникам возникновения** погрешности измерений могут подразделяться на:

- а) инструментальные погрешности;
- б) погрешности метода;
- в) погрешность из-за изменений условий измерений (погрешности условий);
- г) субъективные погрешности;
- д) погрешности взаимодействия.

**Инструментальная** погрешность измерения – составляющая погрешности измерения, обусловленная погрешностью применяемого средства измерения (СИ). Погрешность СИ подразделяют, в свою

очередь, на **основную** и **дополнительные**. **Основная** погрешность имеет место при нормальных условиях измерений, а **дополнительные** – при отклонении какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

Погрешность **метода** измерений – составляющая систематической погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений. Она может быть вызвана неадекватностью применяемых идеализированных моделей реальным объектам измерений; упрощением зависимостей, положенных в основу измерений; неопределенностью и нестабильностью объекта измерений. Очень часто сознательно измеряют, преобразуют или используют на выходе СИ не ту величину, которая нужна, а другую, которая отображает нужную лишь приблизительно, но гораздо проще реализуется. Не случайно погрешность метода иногда называют теоретической.

Погрешность измерения из-за изменения **условий** измерения – составляющая систематической погрешности измерения, являющаяся следствием отклонения какого-либо из параметров, характеризующих условия измерений, от установленного значения. Условия измерений могут характеризоваться как совокупностью значений влияющих физических величин (температурой, атмосферным давлением, влажностью воздуха, напряженностью магнитного поля, вибрацией и др.), так и другими факторами, например, неправильной установкой СИ, нарушением правил их взаимного расположения и др. Разумеется, воздействие влияющих величин на размер самой измеряемой величины должно быть учтено при оценке данной погрешности.

**Субъективная** погрешность измерения – составляющая систематической погрешности измерений, обусловленная индивидуальными особенностями оператора. К субъективным погрешностям относят такие составляющие погрешности отсчитывания, как погрешность интерполяции и погрешность от параллакса, а также погрешности манипулирования СИ (устройствами совмещения, настройки и корректировки нуля, базирования СИ).

Погрешность **взаимодействия** обусловлена взаимным влиянием СИ и объекта измерения. Она зависит не только от параметров, используемых СИ, но и от параметров объекта измерения или, точнее, от их соотношения. Параметрами СИ, влияющими на погрешность взаимодействия, могут быть потребляемая мощность, входное сопротивление, теплоемкость, контактное усилие, масса датчика и т.п. Погрешность взаимодействия практически отсутствует при использовании бесконтактных методов и СИ. Эта погрешность также отсутствует, если СИ постоянно подключено к объекту измерений, т.е. является его неотъемлемой частью. Некоторые метрологи относят погрешность взаимодействия к методическим.

### 3 Задание

3.1 Измерить напряжение источника двумя параллельно включенными вольтметрами разных классов точности и с разными пределами измерений. Оценить пределы допускаемой основной погрешности вольтметров по их классам точности и пределам измерений.

3.2 Измерить сопротивление образцовой катушки сопротивления одинарным мостом постоянного тока по двухпроводной схеме подключения.

3.3 Измерить постоянный ток на выходе стабилизированного источника тока электромагнитным амперметром. Поднеся к амперметру постоянный магнит и манипулируя его расположением, добиться изменения показаний прибора. Записать новое показание прибора.

3.4 Измерить механическим или электромеханическим секундомером небольшой интервал времени, задаваемый цифровым секундомером. Измерение выполнить всем членам бригады.

3.5 Подключить к выходу стабилизированного источника напряжения два последовательно соединенных резистора  $R_1$  и  $R_2$ . Измерить вольтметром поочередно напряжение на каждом из резисторов. Зная входное сопротивление вольтметра, рассчитать в обоих случаях погрешности взаимодействия.



## 4 Результаты работы

4.1 Результаты работы оформляют в виде таблицы 3.1, схем и расчетов погрешностей.

Т а б л и ц а 3.1 – Классификация погрешностей по источникам

Пункт задания	Результат измерения	Классификация погрешностей по источникам возникновения	Количественная оценка погрешности
3.1 ⋮ 3.5			

## 5 Структура отчета

5.1 Отчет о работе должен содержать:

- титульный лист;
- задачи работы;
- ответы на контрольные вопросы 6.2, 6.5, 6.6;
- задание;
- результаты работы.

## 6 Контрольные вопросы

6.1 Что такое «условия измерений»?

6.2 Что такое «рабочие условия измерений»?

6.3 Чем отличаются «погрешности условий» от «дополнительных погрешностей»?

6.4 Какие составляющие погрешности, «систематическая» или «случайная», имеют место при выполнении пункта 3.2 задания?

6.5 В чем отличие терминов «истинное значение ФВ» и «действительное значение ФВ»?

6.6 Приведите примеры измерений, при которых имеет место погрешность взаимодействия.

## Лабораторная работа № 4

### МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

#### 1 Задачи работы

1.1 Изучить номенклатуру метрологических характеристик средств измерений (МХ СИ) по ГОСТ 8.009.

1.2 Составить перечень МХ предложенного СИ.

1.3 Экспериментально определить основную погрешность предложенного СИ.

#### 2 Общие положения

Технические характеристики средств измерений (СИ), оказывающие влияние на результаты и погрешности измерений, называются метрологическими характеристиками (МХ).

Отсутствие сведений о МХ СИ полностью или частично обесценивает полученную измерительную информацию.

Знание МХ СИ позволяет решить следующие задачи:

- а) определить результат измерения;
- б) оценить инструментальную составляющую погрешности результата измерения;
- в) провести сравнение СИ между собой;
- г) выбрать СИ для данной измерительной задачи;
- д) оценить общую погрешность любого объединения СИ по МХ СИ, входящих в это объединение.

Как правило, МХ служат для описания свойств типа СИ, что позволяет характеризовать любой конкретный экземпляр СИ, относящегося к данному типу. В некоторых случаях МХ могут определять свойства конкретных экземпляров СИ.

Те МХ, которые устанавливаются нормативно-технической документацией (НТД), называются нормируемыми. Основным НТД, определяющим номенклатуру МХ, является ГОСТ 8.009-84, в соответствии с которым можно выделить шесть групп МХ СИ:

- 1) Характеристики, предназначенные для определения результатов измерений (без введения поправки);
- 2) Характеристики погрешностей СИ;
- 3) Характеристики чувствительности СИ к влияющим величинам (характеристики дополнительной погрешности СИ);
- 4) Динамические характеристики СИ;
- 5) Характеристики взаимодействия с объектами или устройствами на входе и на выходе СИ;
- 6) Неинформативные параметры выходного сигнала СИ.

К **первой** группе относятся:

а) функция преобразования измерительного преобразователя, а также измерительного прибора с неименованной шкалой или со шкалой, градуированной в единицах, отличных от единиц входной величины;

б) значение однозначной или значения многозначной меры;

в) цена деления шкалы измерительного прибора или многозначной меры;

г) вид выходного кода, число разрядов кода, цена единицы наименьшего разряда кода СИ, предназначенных для выдачи результатов в цифровом коде.

Ко **второй** группе МХ относятся:

а) Характеристики систематической составляющей погрешности СИ; их нормируют путем установления:

\* пределов (положительного и отрицательного)  $\Delta_{sp}$  допускаемой систематической составляющей погрешности СИ данного типа, или

\* пределов  $\Delta_{sp}$  допускаемой систематической составляющей погрешности, математического ожидания  $M[\Delta_s]$  и среднего квадратичного отклонения (СКО) систематической составляющей погрешности  $\sigma[\Delta_s]$  СИ данного типа.

### **Примечания:**

1. Если пределы допускаемой систематической составляющей погрешности симметричны, то их записывают в виде " $\pm \Delta_{sp}$ ".

2. При необходимости допускается нормировать изменение во времени пределов допускаемой систематической составляющей погрешности.

б) Характеристики случайной составляющей погрешности СИ; их нормируют путем установления:

\* предела  $\sigma_p[\Delta]$  допускаемого СКО случайной составляющей погрешности СИ данного типа, или

\* предела  $\sigma_p[\Delta]$  допускаемого СКО случайной составляющей погрешности номинальной нормализованной автокорреляционной функции или номинальной функции спектральной плотности случайной составляющей погрешности.

в) Характеристика случайной составляющей погрешности от гистерезиса  $\Delta_H$ ; ее нормируют путем установления предела (без учета знака) допускаемой вариации  $H_p$  выходного сигнала (показания) СИ данного типа. (Под погрешностью, обусловленной гистерезисом, понимают также погрешность от трения, люфта и других подобных явлений).

г) Характеристика погрешности СИ; ее нормируют в виде пределов (положительного и отрицательного) допускаемой погрешности  $\Delta_p$  и предела допускаемой вариации  $H_p$  выходного сигнала (показания) СИ. Данная характеристика присуща СИ, случайная составляющая погрешности которых пренебрежимо мала по сравнению с систематической. Характеристики погрешности СИ в интервале влияющих величин нормируют аналогично.

К **третьей** группе МХ относятся:

\* функции влияния, которые нормируют путем установления номинальной функции влияния и пределов допускаемых отклонений от нее или верхней и нижней граничных функций влияния (для СИ, у которых велик разброс функций влияния для отдельных экземпляров);

\* изменения значений МХ СИ, вызванные изменениями влияющих величин в установленных пределах; их нормируют путем установления пределов (положительного и отрицательного) допускаемых изменений МХ при изменении влияющей величины в заданном диапазоне. Пределы указывают в единицах данной МХ или в процентах ее изменения. Названные пределы допускаются называть **пределами допускаемой дополнительной погрешности СИ**.

МХ третьей группы нормируют отдельно для каждой влияющей величины. Допускается нормировать их и при совместных изменениях нескольких влияющих величин.

В отличие от МХ второй группы, которые могут быть нормированы как для нормальных, так и для рабочих условий, характеристики третьей группы нормируются только для рабочих условий

К **четвертой** группе относятся динамические МХ, учитывающие инерционные свойства СИ. В зависимости от полноты описания динамических свойств СИ различают полные и частные динамические характеристики. Полная динамическая характеристика полностью описывает принятую математическую модель динамических свойств СИ. Частная динамическая характеристика представляет собой функционал или параметр полной динамической характеристики.

Полную динамическую характеристику СИ выбирают из числа следующих:

- \* переходная характеристика;
- \* импульсная переходная характеристика;
- \* амплитудно-фазовая характеристика;
- \* амплитудно-частотная характеристика;
- \* передаточная функция.

Примерами частных динамических характеристик являются:

- \* время реакции (в том числе время установления показаний прибора);
- \* коэффициент демпфирования;
- \* постоянная времени;
- \* значение собственной резонансной частоты;
- \* погрешность датирования отсчета;
- \* максимальная частота (скорость) измерений.

Динамические характеристики большинства СИ нормируют путем установления номинальной динамической характеристики и пределов (положительного и отрицательного) допускаемых отклонений от нее, а также в виде граничных динамических характеристик.

Предпочтительными для нормирования являются такие динамические характеристики, экспериментальное определение и (или)

контроль которых могут быть осуществлены с необходимой точностью и наиболее простыми методами.

К **пятой** группе относятся характеристики СИ, отражающие их способность влиять на погрешность измерения вследствие взаимодействия СИ с любым из подключенных к их входу или выходу компонентов. Примерами МХ этой группы являются входные и выходные полные сопротивления.

Наконец, **шестая** группа МХ определяет допустимые диапазоны значений таких параметров выходного сигнала, которые, не будучи связаны непосредственно с измеряемой величиной, могут влиять на точность измерений.

Формы представления МХ пятой и шестой групп устанавливают в стандартах на СИ конкретных видов или типов.

Нормированные МХ могут быть представлены числом, формулой, таблицей или диаграммой. Во всех случаях представление нормированных МХ в виде диаграммы допускается только при одновременном представлении их в виде формулы или таблицы.

Допускаемые пределы МХ представляют собой границы интервала, в котором значение характеристики любого экземпляра СИ данного типа должно находиться с вероятностью, равной единице.

Кроме МХ, нормируемых ГОСТ 8.009-84 встречаются и другие МХ СИ, до сих пор традиционно нормируемые в некоторых НТД. К ним относятся:

- а) класс точности;
- б) чувствительность измерительного прибора;
- в) порог чувствительности;
- г) диапазон измерений (не смешивать с диапазоном показаний);
- д) вариация показаний;
- е) быстродействие.

### **3 Задание**

3.1 Используя техническое описание (паспорт) предложенного СИ, составить перечень МХ данного СИ, классифицируя их по шести группам в соответствии с ГОСТ 8.009. Перечень должен включать наименование МХ и ее количественное значение.

3.2 Используя в качестве меры сопротивления магазин резисторов, определить основную погрешность цифрового прибора В7-40 на пределе измерения  $R_k = 2$  кОм (таблица 4.1).

Т а б л и ц а 4.1 – Погрешности цифрового прибора В7-40

Сопротивление магазина $R_M$ , Ом	Показание прибора $R_{\Pi}$ , Ом	Основная погрешность $\delta$ , %	Предел допускае- мой осн. погр. $\delta_p$ , %
20			
100			
500			
1000			
1800			

$$\delta = \frac{R_{\Pi} - R_M}{R_M} \cdot 100\% ; \quad \delta_p = \pm \left[ 0,15 + 0,05 \left( \frac{R_k}{R_{\Pi}} - 1 \right) \right] \%$$

3.3 По результатам эксперимента построить в одном масштабе совмещенную диаграмму  $\delta_p(R_M)$  и  $\delta(R_M)$ .

## 4 Результаты работы

4.1 Результаты работы оформляют в виде таблицы 4.1 и совмещенной диаграммы  $\delta_p(R_M)$  и  $\delta(R_M)$ .

## 5 Структура отчета

5.1 Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задачи работы;
- ответы на контрольные вопросы 6.3, 6.6, 6.8;
- задание;
- результаты работы.

## **6 Контрольные вопросы**

6.1 Приведите примеры, когда МХ определяют свойства конкретных экземпляров СИ.

6.2 Почему представление МХ в виде диаграммы допускается только при одновременном представлении данной характеристики в виде формулы или таблицы?

6.3 Приведите пример функции преобразования.

6.4 Что такое функция влияния?

6.5 Какие влияющие величины Вы знаете?

6.6 Что такое класс точности СИ?

6.7 Что такое рабочие условия применения СИ?

6.8 Какие из характеристик электромагнитного амперметра можно отнести к МХ пятой группы?

6.9 Приведите пример МХ шестой группы.

6.10 Какое заключение можно сделать по результатам выполнения п. 3.2 задания?



## Лабораторная работа № 5

### ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

#### 1 Задачи работы

1.1 Выполнить косвенное измерение мощности, выделяемой в резисторе, используя рекомендуемые средства измерений (СИ).

1.2 Оценить погрешности косвенного измерения мощности.

1.3 Записать в стандартной форме результат измерения мощности.

#### 2 Общие положения

Основные положения по определению результатов косвенных измерений и оцениванию их погрешностей при условии, что аргументы, от которых зависит измеряемая величина, являются постоянными физическими величинами, а известные систематические погрешности результатов измерений аргументов исключены, регламентированы рекомендацией МИ 2083–90.

При косвенном измерении искомое значение величины  $Y$  находят на основании результатов прямых измерений аргументов  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , связанных с искомой величиной уравнением

$$Y = F(x_1; x_2; x_m) \quad (1)$$

Вид функции должен быть известен из теоретических предположений.

Для оценки погрешности измерения искомой величины  $Y$  при нелинейных зависимостях и отсутствии корреляции между погрешностями измерений аргументов используют метод *линеаризации*. При этом, пренебрегая погрешностями второго порядка малости, оценку СКО случайной погрешности результата косвенного измерения  $\tilde{\sigma}_y$  вычисляют по формуле

$$\tilde{\sigma}_y = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial F}{\partial x_i} \cdot \tilde{\sigma}_{x_i} \right)^2}, \quad (2)$$

где  $\tilde{\sigma}_{x_i}$  – оценка СКО случайных погрешностей результатов измерений аргументов.

Доверительные границы случайной погрешности результата измерения вычисляются по формуле:

$$\Delta = \pm T \cdot \tilde{\sigma}_y, \quad (3)$$

где  $T$  – коэффициент, зависящий от вида распределения и доверительной вероятности.

Если оценки СКО  $\tilde{\sigma}_{x_i}$  неизвестны, а также неизвестны их законы распределения, то для оценивания доверительных границ погрешности результата косвенного измерения  $\Delta_y$  используют формулу

$$\Delta_y = \pm k \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial F}{\partial x_i} \cdot \Delta_{x_i} \right)^2}, \quad (4)$$

где  $\Delta_{x_i}$  – пределы допускаемых погрешностей измерений аргументов;

$k$  – поправочный коэффициент, зависящий от доверительной вероятности  $P$ , числа аргументов  $m$  и от соотношения погрешностей составляющих.

При оценивании доверительных границ погрешности результата косвенного измерения обычно принимают вероятность равной 0,95 или 0,99. Использование других вероятностей должно быть обосновано.

При доверительной вероятности  $P = 0,95$  поправочный коэффициент принимают равным 1,1.

При доверительной вероятности  $P = 0,99$  поправочный коэффициент принимают равным 1,4, если число аргументов  $m > 4$ . Если же число аргументов  $m \leq 4$ , то поправочный коэффициент находят по ГОСТ 8.207-76.

Величины  $\frac{\partial F}{\partial x_i} \cdot \tilde{\sigma}_{x_i}$  и  $\frac{\partial F}{\partial x_i} \cdot \Delta_{x_i}$  в формулах (2) и (4) называются

**частными погрешностями.** Из геометрического способа суммиро-

вания частных погрешностей в формулах (2) и (4) вытекает **критерий ничтожной погрешности**: частная погрешность считается ничтожной, а значит ею можно пренебречь, если она менее 1/3 максимальной частной погрешности.

Результат косвенного измерения и оценку его погрешности представляют в виде

$$(Y \pm \Delta_y); P.$$

При необходимости нахождения предельно возможной погрешности косвенного измерения применяют арифметическое суммирование частных погрешностей:

$$\Delta_{y \max} = \pm \sum_{i=1}^m \left| \frac{\partial F}{\partial x_i} \Delta_{x_i} \right|. \quad (5)$$

### 3 Задание

3.1 По указанию преподавателя принять один из трех вариантов косвенного измерения электрической мощности, выделяемой в резисторе.

Выписать в таблицу 5.1 метрологические характеристики СИ, необходимые для оценки пределов допускаемой основной погрешности измерения аргументов.

Погрешностью, обусловленной собственным потреблением мощности используемых СИ, пренебречь.

Т а б л и ц а 5.1 – Варианты косвенного измерения мощности

Вариант исходного уравнения	СИ	МХ СИ	Результаты измерений аргументов
1) $P = U \cdot I$	$\text{V}; \text{A}$		$U =$ $I =$
2) $P = U^2 / R$	$\text{V}; \Omega$		$U =$ $R =$
3) $P = R \cdot I^2$	$\text{A}; \Omega$		$R =$ $I =$

3.2 Собрать электрическую цепь для реализации заданного варианта косвенного измерения мощности в резисторе.

Режим работы электрической цепи установить с помощью преподавателя. Произвести прямые измерения аргументов (таблица 5.1).

3.3 Используя МХ СИ, рассчитать пределы допускаемой основной погрешности измерения аргументов (таблица 5.2) Рассчитать результат косвенного измерения мощности и оценить доверительные границы его погрешности, используя формулу (4).

3.4 Оценить предельно возможную погрешность косвенного измерения мощности по формуле (5).

3.5 Разделив уравнения, полученные в общем виде после применения формул (4) и (5), на исходное уравнение ( $P = U \cdot I$  или  $P = U^2 / R$  или  $P = R \cdot I^2$ ), получить в общем виде формулы геометрического и арифметического суммирования относительных погрешностей аргументов.

## 4 Результаты работы

4.1 Результаты работы оформляют в виде таблицы 5.2, результатов применения в общем виде формул (4), (5) и полученных в общем виде формул геометрического и арифметического суммирования и относительных погрешностей аргументов.

При записи результатов измерений необходимо соблюдать два метрологических правила:

– наименьшие разряды числового значения результата измерения и погрешности должны быть одинаковы;

– значащих цифр численных показателей точности измерений должно быть не более двух.

Т а б л и ц а 5.2

Пределы допускаемой основной погрешности измерения аргументов		Результат косвенного измерения мощности и оценка его погрешности по формуле (4)	Результат косвенного измерения мощности и оценка его предельной погрешности по формуле (5)
относительной $\delta_{x_i}$	абсолютной $\Delta_{x_i}$		

## 5 Структура отчета

5.1 Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задачи работы;
- ответы на контрольные вопросы 6.1, 6.2 и 6.4.
- задание;
- результаты работы.

## 6 Контрольные вопросы

6.1 Какие ограничения накладываются на применение формулы (2)?

6.2 Какие ограничения накладываются на применение формулы (4)?

6.3 Чему равен коэффициент  $T$  в формуле (3) при законе нормального распределения? При равномерном симметричном распределении?

6.4 Какова вероятность того, что погрешность косвенного измерения находится в пределах, найденных по формуле (5)?

6.5 Чем обусловлен выбор критерия ничтожной погрешности?

6.6 Чему равно максимальное численное значение погрешности, вызванное отбрасыванием ничтожной погрешности?

## Лабораторная работа № 6

# ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ С МНОГОКРАТНЫМИ РАВНОТОЧНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ

## 1 Задачи работы

1.1 Провести прямое измерение периода синусоидальных сигналов с многократными равноточными наблюдениями.

1.2 Выполнить статистическую обработку полученного ряда наблюдений.

## 2 Общие положения

Статистическая обработка группы результатов равноточных наблюдений  $a_1, a_2, \dots, a_n$  регламентируется ГОСТ 8.207-76 и включает следующие операции:

2.1 Исключение известных систематических погрешностей из результатов наблюдений.

2.2 Вычисление среднего арифметического исправленных результатов наблюдений.

Результат наблюдений, в который введены поправки с целью устранения систематической погрешности, считается исправленным.

Если первый пункт не выполняется, то производят вычисление среднего арифметического неисправленных результатов наблюдений

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i,$$

где  $n$  – число наблюдений;

$a_i$  –  $i$ -й результат наблюдений.

2.3 Оценка среднего квадратического отклонения (СКО) результатов наблюдений

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{A})^2}{n-1}}.$$

2.4 Проверка гипотезы о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению.

При числе наблюдений  $15 < n < 50$  гипотеза проверяется по составному критерию, изложенному в приложении 1 ГОСТ 8.207-76.

При числе наблюдений  $n \leq 15$  гипотеза не проверяется.

2.5 Исключение грубых погрешностей. Считая результаты наблюдений принадлежащими нормальному распределению, грубые погрешности исключаются по ГОСТ 11.002-73.

2.5.1 Для оценки принадлежности  $a_{\min}$  и  $a_{\max}$  к данной нормальной совокупности и принятия решения об исключении или оставлении их в составе ряда, находят отношения

$$h_{\min} = \frac{\bar{A} - a_{\min}}{\tilde{\sigma}} \quad \text{и} \quad h_{\max} = \frac{a_{\max} - \bar{A}}{\tilde{\sigma}}.$$

Результаты  $h_{\min}$  и  $h_{\max}$  сравниваются со значением  $h$ , взятым из таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Предельные значения  $h$  при доверительной вероятности  $P = 0,95$  и объеме выборки  $n$

$n$	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20
$h$	1,67	1,82	1,94	2,03	2,11	2,18	2,23	2,29	2,37	2,44	2,50	2,56

Если  $h_{\min} \geq h$  или  $h_{\max} \geq h$ , то подозреваемый в аномальности результат должен быть исключен; в этом случае обработку результатов наблюдений повторяют, начиная с п. 2.

2.5.2 Допускается при нормальном распределении исключение грубых погрешностей с использованием критерия  $3\tilde{\sigma}$ .

Если  $(a_{\max} - \bar{A}) > 3\tilde{\sigma}$  или  $(\bar{A} - a_{\min}) > 3\tilde{\sigma}$ , то соответствующий результат наблюдения считается содержащим грубую погрешность и поэтому должен быть исключен.

2.6 Оценка СКО результата измерения

$$\tilde{\sigma}(\bar{A}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{A})^2}{n(n-1)}} = \frac{\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}}.$$

2.7 Доверительные границы случайной погрешности результата измерения при нормальном законе распределения

$$\overset{\circ}{\Delta} = t \cdot \tilde{\sigma}(\bar{A}),$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента, найденный из таблицы 6.2.

Т а б л и ц а 6.2 – Значение коэффициента Стьюдента

$n$		5	6	7	8	9	10	11	12	14	20	100
$t$	$(P = 0,95)$	2,78	2,57	2,45	2,36	2,31	2,26	2,23	2,20	2,16	2,09	1,96
	$(P = 0,99)$	4,60	4,03	3,71	3,50	3,36	3,25	3,17	3,11	3,01	2,86	2,63

2.8 Оценка доверительных границ неисключенной систематической погрешности результата измерения, в процентах (%)

$$\Theta_o = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \Theta_i^2} = k \sqrt{\delta_o^2 + \left(\frac{0,1}{10^\ell}\right)^2 + \left(\frac{100T_{\text{такт}}}{\dot{O}_{\text{эци}} \cdot 10^\ell}\right)^2},$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от  $P$  и, в меньшей степени, от числа слагаемых  $m$ ; при  $P \leq 0,99$  можно пользоваться усредненным значением коэффициента  $k$ , не зависящим от  $m$ : при  $P = 0,95$   $k = 1,1$ ; при  $P = 0,99$   $k = 1,4$ ;

$\delta_o = \pm 5 \cdot 10^{-4} \%$  – относительная погрешность опорного источника частоты (кварцевого генератора);

$T_{\text{такт}}$  – период тактовой частоты (метки времени), с;

$T_{\text{изм}}$  – измеряемый период, с;

$\ell = 0$  при измерении одного периода и  $\ell = 1$  при измерении 10 периодов.



При выполнении п. 2.7 и п. 2.8 доверительную вероятность принимают одинаковой.

2.9 Определение доверительных границ погрешности результата измерения зависит от отношения  $\Theta/\tilde{\sigma}(\bar{A})$ .

2.9.1 Если  $\frac{\Theta}{\tilde{\sigma}(\bar{A})} < 0,8$ , то неисключенными систематическими погрешностями по сравнению со случайными пренебрегают и принимают  $\Delta = \overset{\circ}{\Delta}$  (здесь  $\Theta = \frac{\Theta_{\circ} \cdot \bar{A}}{100}$  – абсолютное значение неисключенной систематической погрешности).

2.9.2 Если  $\frac{\Theta}{\tilde{\sigma}(\bar{A})} > 8$ , то пренебрегают случайной погрешностью и принимают  $\Delta = \Theta$ .

2.9.3 Если  $0,8 \leq \frac{\Theta}{\tilde{\sigma}(\bar{A})} \leq 8$ , то  $\Delta = \sqrt{\overset{\circ}{\Delta}^2 + \Theta^2}$ .

2.10 Результат измерения представляют в форме

$$(\bar{A} \pm \Delta); P.$$

### 3 Задание

3.1 С помощью преподавателя провести многократные наблюдения периода синусоидального сигнала генератора звуковых частот цифровым частотомером, оформив результаты в виде таблицы.

3.2 Произвести статистическую обработку полученного ряда результатов наблюдений по ГОСТ 8.207-76, при этом рекомендуется принять доверительную вероятность равной 0,95.

### 4 Результаты работы

4.1 Результаты работы оформляют в виде таблицы 6.3, формул, по которым производилась статистическая обработка ряда наблюдений, и результатов вычислений по этим формулам.

Таблица 6.3

$T_i$ , мс	$(T_i - \bar{T})$ , мс	$(T_i - \bar{T})^2$ , мс <sup>2</sup>
1		
2		
⋮		
$n$		

4.2 Если результаты наблюдений содержат четыре значащих цифры, то их среднее арифметическое рекомендуется записывать пятью значащими цифрами, СКО – тремя.

4.3 Каждый пункт данного раздела должен содержать наименование проводимой операции или наименование вычисляемой величины, формулу, по которой производится вычисление и результат вычисления с указанием единицы величины.

4.4 При окончательной записи результата измерения в форме  $(\bar{A} \pm \Delta)$ ;  $P$  необходимо соблюдать два метрологических правила:

- наименьшие разряды числового значения результата измерения и погрешности должны быть одинаковыми;
- значащих цифр численных показателей точности измерения (погрешности) должно быть не более двух.

## 5 Структура отчета

5.1 Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задачи работы;
- ответы на контрольные вопросы 6.2, 6.4, 6.5, 6.6 и 6.7;
- задание;
- результаты работы.

## 6 Контрольные вопросы

6.1 Что такое наблюдение?

6.2 Какие наблюдения называются равноточными?

6.3 Что такое поправка?

6.4 Как можно установить экспериментально закон распределения ряда наблюдений?

6.5 Какова вероятность того, что  $|a_i - \bar{A}| > 3\tilde{\sigma}$  (при нормальном законе распределения)?

6.6 Что характеризует СКО результатов наблюдений?

6.7 Что характеризует СКО результата измерения?

6.8 Почему погрешность результата измерения рекомендуется записывать не более чем двумя значащими цифрами?

## Лабораторная работа № 7

### ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

#### 1 Задачи работы

1.1 Изучить содержание ГОСТ 2.105 и Р 50–77–88.

1.2 Изучить правила оформления формул, иллюстраций, таблиц и диаграмм.

#### 2 Общие положения

2.1 В приложениях А и Б приведены основные требования к текстовым документам и правила выполнения диаграмм.

#### 3 Задание

3.1 Перечислить важнейшие требования разделов приложений А и Б, указанных в табл. 7.1 (по вариантам)

Т а б л и ц а 7.1

Вариант	Разделы приложения А	Разделы приложения Б
1	1 Общие положения	1 Оси координат
2	2 Построение документа	2 Масштабы, шкалы и координатная сетка
3	3 Изложение текста документа	3 Линии и точки
4	4 Оформление иллюстраций и приложений	4 Обозначение величин
5	5 Построение таблиц	5 Обозначение единиц

3.2 Перечислить основные требования раздела 6 приложения А.

3.3 Перечислить основные требования раздела 7 приложения А.

## **4 Результаты работы**

4.1 При выполнении задания привести в соответствующих подразделах отчета примеры одной таблицы и одной диаграммы.

## **5 Структура отчета**

5.1 Отчет о работе должен содержать:

- титульный лист;
- задачи работы;
- ответы на контрольные вопросы 6.1, 6.2, 6.4, 6.5;
- задание;
- результаты работы.

## **6 Контрольные вопросы**

6.1 Распространяются ли требования стандартов ЕСКД на научно-техническую литературу и учебную документацию?

6.2 Можно ли в текстовом документе приводить специальные термины, не установленные терминологическими стандартами и в научно-технической литературе?

6.3 Какие графические материалы могут быть приведены в текстовых документах?

6.4 Напишите правильно следующие значения величин:  $1/60$  с;  $15 \text{ Нм}$ ;  $12 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ;  $50 \text{ кВт}$ .

6.5 Как нумеруются листы текстовых документов при наличии «титульного листа»?

## Лабораторная работа № 8

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

#### 1 Задачи работы

1.1 Ознакомиться с законодательной основой обеспечения единства измерений (ОЕИ).

1.2 Изучить основные требования системы обеспечения единства измерений.

#### 2 Общие положения

В приложении В приведены некоторые статьи Закона Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» в редакции 2006 г. (далее статьи Закона).

#### 3 Задание

3.1 Привести определения следующих терминов:

- государственный метрологический надзор;
- метрологический контроль;
- единство измерений;
- поверка средств измерений;
- сфера законодательной метрологии;
- утверждение типа средств измерений.

3.2 Перечислить важнейшие положения статей Закона, указанных в таблице 8.1 (по вариантам)

Т а б л и ц а 8.1

Вариант	Статьи закона «Об обеспечении единства измерений»
1	Статьи 3, 11, 17 и 25
2	Статьи 5, 8 и 23
3	Статьи 10, 16, 19 и 24
4	Статьи 13, 15, 18 и 20

#### 4 Результаты работы

4.1 Раздел отчета «Результаты работы» разделяют на подразделы в соответствии с заданием.

## **5 Структура отчета**

5.1 Отчет о работе должен содержать:

- титульный лист;
- задачи работы;
- ответы на контрольные вопросы 6.1, 6.2, 6.5;
- задание;
- результаты работы.

## **6 Контрольные вопросы**

6.1 Что такое ГСИ и СОЕИ?

6.2 Чем поверка отличается от калибровки?

6.3 Кто является Главным государственным инспектором РБ по государственному метрологическому надзору?

6.4 Кто оплачивает работы по метрологическому контролю (поверку, метрологическую аттестацию СИ, калибровку)?

## ЛИТЕРАТУРА

1 Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. – М.: Высшая школа, 2002.

2 Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация, сертификация: учебное пособие / А. Г. Сергеев, М. В. Латышев, В. В. Терегеря. – М.: Логос, 2001.

3 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / Ю. В. Димов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006.

4 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: учебное пособие / К. К. Ким [и др.]; под ред. К. К. Ким. – СПб.: Питер, 2006.

5 Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и оценка соответствия: учебник / И. М. Лифиц. – 9-е изд. – М.: Юрайт-Издат, 2009.

6 Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / под ред. В. В. Алексеева. – М.: Академия, 2010.



## Приложение А

### ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКСТОВЫМ ДОКУМЕНТАМ

#### 1 Общие положения

1.1 Текстовые документы подразделяются на документы, содержащие, в основном, сплошной текст (технические условия, паспорта, расчеты, пояснительные записки, отчеты, инструкции и т.п.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости и т.п.).

1.2 Текстовые документы выполняют одним из следующих способов:

- печатным, в том числе с использованием принтеров;
- рукописным – чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304.

Вне зависимости от способа выполнения качество текста должно удовлетворять требованию его четкого воспроизведения.

1.3 При оформлении документа следует соблюдать следующие размеры полей: левое – не менее 25 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.

1.4 Опечатки, описки и графические неточности допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью – рукописным способом.

#### 2 Построение документа

2.1 Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

2.2 Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

2.3 Если документ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится.

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела.

2.4 Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

2.5 Если текст документа подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах документа.

2.6 Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов и подразделов.

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце.

2.7 Внутри пунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, как показано в примере.

Пример.

а)

б)

1)

2)

2.8 Нумерация страниц документа должна быть сквозная. Титульный лист включают в общую нумерацию. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

### **3 Изложение текста документов**

3.1 Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

3.2 В документах следует применять научно-технические термины, обозначения и определения, установленными действующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

3.3 В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи и профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия термины – синонимы, а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных в русском языке;
- заменять наименования величин их буквенными обозначениями;
- употреблять математические знаки без числовых значений;
- применять индексы документов (ГОСТ, ТР, ТКП и др.) без регистрационного номера;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, государственными стандартами, а также в данном документе.

3.4 Если в документе принята особая система сокращений слов или терминов, то в нем должен быть приведен перечень принятых сокращений.

## **4 Оформление иллюстраций и приложений**

4.1 Иллюстрации (чертежи, схемы, диаграммы, фотографии) следует располагать в документе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

4.2 Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после подрисуночного текста и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Детали прибора.

4.3 Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа.

4.4 Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием слова «Приложение» и его обозначения буквой русского алфавита.

Приложение должно иметь заголовок.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

## 5 Построение таблиц

5.1 Цифровой материал в документе, как правило, следует оформлять в виде таблицы, что позволяет представить его компактно, систематизировано и наглядно. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным и кратким.

Например:

Т а б л и ц а 1 – Магнитные свойства стали

Головка	Марка сплава	Толщина, мм	Относительная импульсная проницаемость		Индукция насыщения, Тл, не менее
			при $H = 20$ А/м	при $H = 80$ А/м	
			Графы		
Боковик (заголовки строк)	79НЗМ	5	5000	–	0,8
		10	7000	–	0,9
	68НМ	20	–	6000	1,2

Заголовки граф

Подзаголовки граф

5.2 На все таблицы должны быть ссылки в документе.

5.3 Заголовки граф таблицы должны начинаться с прописных букв, а подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с основным заголовком графы. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

5.4 Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

5.5 Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия и величины заменяют их буквенными обозначениями, если они пояснены в тексте документа.

5.6 Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается.

5.7 Если численные показатели выражены в различных единицах физических величин, то их указывают в заголовках каждой графы и строки.

Если все численные параметры, размещенные в таблице, выражены в одной и той же единице физической величины, то обозначение этой единицы помещают над таблицей.

5.8 Заменять кавычками цифры, математические знаки и обозначения марок материалов не допускается.

При отсутствии данных в графах таблиц следует ставить тире.

5.9 Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим.

## 6 Оформление формул и уравнений

6.1 Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно может быть перенесено только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют.

6.2 Все имеющиеся в документе формулы должны быть пояснены. Пояснения обозначений и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, следует приводить непосредственно под формулой.

Пример. Плотность каждого образца  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса образца, кг;  
 $V$  – объем образца, м<sup>3</sup>.

При необходимости формулы нумеруются арабскими цифрами, помещенными с правой стороны листа в круглых скобках.

6.3 Порядок изложения математических уравнений такой же, как и формул.

## **7 Единицы физических величин**

7.1 При оформлении документов подлежат применению единицы физических величин (далее – единицы), установленные ГОСТ 8.417.

7.2 Единица одного и того же параметра в пределах документа должна быть одинаковой.

7.3 Обозначения единиц должны соответствовать ГОСТ 8.417, который предусматривает применение как русских буквенных обозначений, так и международных. В одном и том же документе разрешается применять либо только русские, либо только международные буквенные обозначения единиц.

7.4 Обозначения десятичных кратных и дольных единиц образуются присоединением приставок, которые пишутся слитно с обозначениями единиц. Не допускается присоединять две и более приставок к исходной единице.

7.5 В сложном обозначении, представляющем собой произведение или отношение единиц, приставку рекомендуется присоединять к обозначению первой единицы, входящей в произведение или в числитель отношения, например, 2 кА/м, а не 20 А/см.

7.6 Обозначения единиц следует применять в тексте после числовых значений величин. Между последней цифрой и обозначением единицы следует оставлять пробел. Исключением являются только единицы, указываемые в виде верхних индексов, например,  $35^{\circ}15'$ .

7.7 Обозначение единицы при отсутствии перед ней числового значения допускается применять только в пояснениях к формулам, заголовках граф и в боковике строк таблиц.

7.8 Буквенные обозначения единиц должны выполняться прямым шрифтом. В обозначениях единиц точку, как знак сокращения, не ставят.

7.9 Обозначения единиц, входящих в произведение, следует разделять точками, как знаками умножения. Для указания знака деления предпочтительно применение косой черты. При этом произве-

дение обозначений единиц в знаменателе следует заключать в скобки, например,  $8 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

Не допускается применение более одной косой или горизонтальной черты, как знаков деления.

Допускается применять обозначения единиц в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степени, например,  $7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ .

## Приложение Б

### ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ДИАГРАММ

Диаграммой называется графический документ, изображающий функциональную зависимость двух или более переменных величин в системе координат.

#### 1 Оси координат

1.1 Значения величин, связанных изображаемой функциональной зависимостью, следует откладывать на осях координат в виде шкал.

В прямоугольной системе координат независимую переменную (аргумент) следует откладывать на горизонтальной оси (оси абсцисс); положительные значения величин следует откладывать на осях вправо и вверх от точки начала отсчета.

1.2 Оси координат в диаграммах без шкал и со шкалами следует заканчивать стрелками, указывающими направления возрастания значений величин (рис. 7.1).

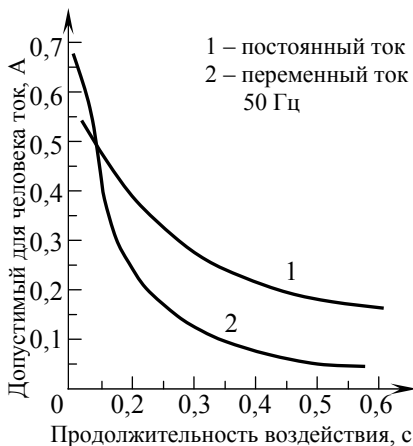


Рисунок 7.1

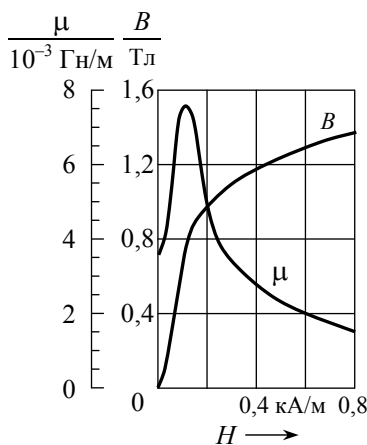


Рисунок 7.2



1.3 При выполнении диаграмм в прямоугольной (пространственной) системе трех координат функциональные зависимости следует изображать в аксонометрической проекции по ГОСТ 2.317.

## 2 Масштабы, шкалы и координатная сетка

2.1 Значения переменных величин следует откладывать на осях координат в линейном или нелинейном (например, логарифмическом) масштабах изображения. Масштаб выражается шкалой значений откладываемой величины.

В качестве шкал следует использовать координатные оси (рис. 7.1), линии координатной сетки, ограничивающие поле диаграммы (рис. 7.2) или (и) прямые, расположенные параллельно координатным осям (рис. 7.2).

Допускается диаграммы для информационного изображения выполнять без шкал значений величин (рис. 7.3).

2.2 Координатные оси, как шкалы значений изображаемых величин должны быть разделены на графические интервалы одним из следующих способов:

координатной сеткой (рис. 7.4);

делительными штрихами (рис. 7.1);

сочетанием координатной сетки и делительных штрихов (рис. 7.2).

Шкалы, расположенные параллельно координатной оси, следует разделять только делительными штрихами (рис. 7.2).

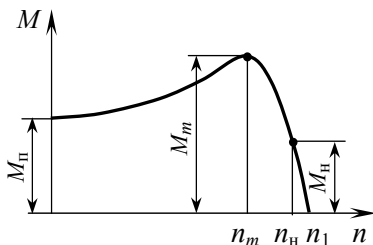


Рисунок 7.3

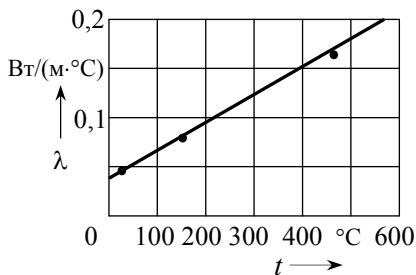


Рисунок 7.4

2.3 Расстояния между делительными штрихами или (и) линиями координатной сетки следует выбирать с учетом назначения диаграммы и удобства отсчета с интерполяцией.

2.4 Частоту нанесения числовых значений и промежуточных делений шкал выбирают с учетом удобства пользования диаграммой. Если началом отсчета шкал является нуль, то его следует указывать один раз у точки пересечения шкал. Многозначные числа предпочтительно выражать как кратные  $10^n$ , где  $n$  – целое число (рис. 7.2).

### **3 Линии и точки**

Диаграммы следует выполнять линиями по ГОСТ 2.303. Линии следует выбирать с учетом размера, сложности и назначения диаграммы.

Оси координат и оси шкал, ограничивающие поле диаграммы, следует выполнять сплошной основной линией толщиной  $S$  ( $S$  от 0,5 до 1,4 мм). Линии координатной сетки и делительные штрихи следует выполнять сплошной тонкой линией толщиной от  $S / 3$  до  $S / 2$ .

На диаграмме одной функциональной зависимости ее изображение следует выполнять сплошной линией толщиной  $2S$ . Когда на одной общей (совмещенной) диаграмме изображают две или более функциональные зависимости, допускается изображать эти зависимости различными типами линий.

Точки диаграммы, полученные измерением или расчетом, допускается отмечать кружками, крестиками, треугольниками и т.п.

### **4 Обозначение величин**

4.1 Переменные величины следует обозначать одним из следующих способов:

символом (рис. 7.2, 7.3, 7.4);

наименованием (рис. 7.1);

наименованием и символом;

математическим выражением функциональной зависимости.

4.2 В диаграммах со шкалами обозначения величин следует размещать у середины шкалы с ее внешней стороны (рис. 7.2, 7.4), а

при объединении символа с обозначением единицы величины в виде дроби – в конце шкалы после последнего числа (рис. 7.2).

После обозначений величин символами допускается указать стрелками направления возрастания значений величин (рис. 7.2, 7.4).

## **5 Нанесение единиц**

5.1 Обозначения единиц величин следует наносить на диаграмму одним из следующих способов:

в конце шкалы между последним и предпоследним числами шкалы;

при недостатке места допускается не наносить предпоследнее число (рис. 7.4);

вместе с наименованием переменной величины после запятой (рис. 7.1);

в конце шкалы после последнего числа шкалы в знаменателе дроби, в числителе которой указывают обозначение переменной величины (рис. 7.2).

Единицы углов (градусы, минусы, секунды) следует наносить один раз – у последнего числа шкалы.

## Приложение В

### ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ «Об обеспечении единства измерений» (извлечения)

#### **Статья 1. Основные термины, используемые в настоящем Законе, и их определения.**

Государственный метрологический надзор – деятельность по проверке соблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и иными физическими лицами требований законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений;

Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь – совокупность сведений, формируемых Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь, о средствах измерений и о выданных сертификатах об утверждении типа средств измерений;

единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в единицах величин, допущенных к применению в Республике Беларусь, и точность измерений находится в установленных границах с заданной вероятностью;

калибровка – составная часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых устанавливаются метрологические характеристики средств измерений путем определения в заданных условиях соотношения между значением величины, полученным с помощью средства измерений, и соответствующим значением величины, воспроизводимым эталоном единицы величины;

метрологическая аттестация средств измерений – составная часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых устанавливаются метрологические характеристики средств измерений;

метрологическая служба – совокупность организационно и (или) функционально связанных между собой юридических лиц, их структурных подразделений либо структурное подразделение юри-

дического лица, деятельность которых направлена на обеспечение единства измерений;

метрологический контроль – совокупность работ, в ходе выполнения которых устанавливаются или подтверждаются метрологические и технические характеристики средств измерений, определяется соответствие средств измерений, методик выполнения измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений, а также соответствие методик выполнения измерений своему назначению;

обеспечение единства измерений – деятельность, направленная на достижение и поддержание единства измерений в соответствии с требованиями законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений;

поверка – составная часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых подтверждаются метрологические характеристики средств измерений, и определяется соответствие средств измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений;

система обеспечения единства измерений Республики Беларусь – комплекс мер по государственному регулированию и управлению, государственному метрологическому надзору и метрологическому контролю, осуществляемых государственными органами, юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и иными физическими лицами в целях обеспечения единства измерений;

сфера законодательной метрологии – установленные настоящим Законом и иными законодательными актами Республики Беларусь сферы деятельности, в которых в целях обеспечения единства измерений осуществляются государственное регулирование и управление, а также государственный метрологический надзор;

утверждение типа средств измерений – составная часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых на основании государственных испытаний средств измерений устанавливаются их метрологические и технические характеристики, определяется соответствие средств измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений и принимается решение об утверждении типа средств измерений;

эталон единицы величины – средство измерений, утвержденное в соответствии с правилами, установленными Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь, в качестве эталона единицы величины.

### **Статья 3. Основные принципы обеспечения единства измерений**

Основными принципами обеспечения единства измерений являются:

приоритетное применение единиц величин Международной системы единиц;

применение национальных эталонов единиц величин;

прослеживаемость результатов измерений до единиц Международной системы единиц, воспроизводимых национальными эталонами единиц величин и (или) международными эталонами единиц величин;

открытость и доступность информации в области обеспечения единства измерений, за исключением информации, отнесенной в установленном порядке к категории информации с ограниченным доступом;

гармонизация национальных и международных требований об обеспечении единства измерений.

### **Статья 5. Органы, осуществляющие государственное регулирование и управление в области обеспечения единства измерений**

Государственное регулирование и управление в области обеспечения единства измерений осуществляются Президентом Республики Беларусь, Советом Министров Республики Беларусь и иными государственными органами.

## **Статья 8. Полномочия Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь в области обеспечения единства измерений**

Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь в области обеспечения единства измерений:

осуществляет проведение единой государственной политики;

осуществляет координацию деятельности по обеспечению единства измерений в Республике Беларусь;

обеспечивает создание и функционирование системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь;

обеспечивает создание и функционирование государственной метрологической службы;

представляет в Совет Министров Республики Беларусь предложения о допуске единиц величин к применению в Республике Беларусь;

определяет из юридических лиц, подчиненных ему, юридическое лицо, выступающее в качестве национального метрологического института;

устанавливает требования к национальным эталонам единиц величин и эталонам единиц величин, правила их разработки, утверждения, хранения и применения;

утверждает национальные эталоны единиц величин и выдает свидетельства об их утверждении юридическим лицам, осуществляющим хранение и применение этих эталонов;

ведет Государственный реестр национальных эталонов единиц величин Республики Беларусь и Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь;

организует и осуществляет государственный метрологический надзор;

осуществляет аккредитацию юридических лиц для проведения государственных испытаний средств измерений, осуществления метрологической аттестации средств измерений, поверки, калибровки в порядке, им установленном;

принимает решения об утверждении типов средств измерений, выдает сертификаты об их утверждении юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям;

определяет в сфере законодательной метрологии области, в которых применение средств измерений допускается после их поверки юридическими лицами, входящими в государственную метрологическую службу, и утверждает их перечень (далее – Перечень областей в сфере законодательной метрологии).

## **Статья 10. Единицы величин**

На территории Республики Беларусь применяются единицы величин Международной системы единиц и внесистемные единицы величин, допущенные к применению в Республике Беларусь.

При осуществлении внешнеторговой деятельности характеристики и параметры экспортируемых товаров могут быть выражены в единицах величин, установленных в договоре.

## **Статья 11. Национальные эталоны единиц величин**

Национальные эталоны единиц величин служат основой для установления значений эталонов единиц величин и создаются для воспроизведения единиц величин и обеспечения прослеживаемости результатов измерений до единиц величин Международной системы единиц.

Для подтверждения метрологических характеристик национальные эталоны единиц величин сличаются с международными эталонами единиц величин или национальными эталонами единиц величин других государств.

Разработка национальных эталонов единиц величин осуществляется в соответствии с государственными научно-техническими программами.

Хранение и применение национальных эталонов единиц величин осуществляются национальным метрологическим институтом, а в случаях, предусмотренных Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь, – иными юридическими лицами.

Национальные эталоны единиц величин регистрируются в Государственном реестре национальных эталонов единиц величин Республики Беларусь.



### **Статья 13. Средства измерений**

Средства измерений должны быть отградуированы в единицах величин, допущенных к применению в Республике Беларусь, и обеспечивать прослеживаемость результатов измерений до единиц величин, воспроизводимых эталонами единиц величин.

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии, подлежат утверждению типа средств измерений или метрологической аттестации средств измерений.

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии, в отношении которых осуществлено утверждение типа средств измерений, подлежат поверке или калибровке.

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии и прошедшие метрологическую аттестацию средств измерений, подлежат калибровке.

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии и прошедшие поверку, могут применяться в областях, указанных в Перечне областей в сфере законодательной метрологии. В областях, не указанных в Перечне областей в сфере законодательной метрологии, могут применяться средства измерений, предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии и прошедшие поверку или калибровку.

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии, допускаются к реализации, применению, передаче в аренду, в том числе прокат, после поверки или калибровки.

Средства измерений, применяемые вне сферы законодательной метрологии, могут подвергаться поверке или калибровке либо в отношении этих средств измерений могут применяться иные способы обеспечения единства измерений, определенные юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем или иным физическим лицом, применяющими эти средства измерений.

### **Статья 15. Методики выполнения измерений**

Требования к методикам выполнения измерений, применяемым в сфере законодательной метрологии, и правила их разработки ус-

танавливаются Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь.

Методики выполнения измерений, применяемые в сфере законодательной метрологии, подлежат метрологическому подтверждению пригодности методик выполнения измерений.

Вне сферы законодательной метрологии могут применяться методики выполнения измерений, прошедшие метрологическое подтверждение пригодности методик выполнения измерений, и иные методики выполнения измерений.

## **Статья 16. Сфера законодательной метрологии**

Сфера законодательной метрологии распространяется на измерения, выполняемые при:

осуществлении торговли и расчетов между покупателем и продавцом;

определении налоговой базы;

осуществлении таможенных и банковских операций;

обеспечении защиты жизни и охраны здоровья человека;

проведении государственного технического осмотра транспортных средств, диагностике технического состояния транспортных средств;

обеспечении промышленной безопасности опасных производственных объектов, пожарной безопасности и радиационной безопасности;

осуществлении геодезической и картографической деятельности;

осуществлении гидрометеорологической деятельности;

оказание услуг почтовой связи и электросвязи;

проведении испытаний и осуществлении контроля за соответствием продукции и сырья требованиям законодательства Республики Беларусь;

проведении экспертиз;

обеспечении обороны и безопасности государства;

обеспечении охраны окружающей среды;

обеспечении охраны труда;

осуществлении государственного метрологического надзора;

осуществлении метрологического контроля;

осуществлении контроля за соблюдением требований, предъявляемых к фасованным товарам;

проведении лабораторно-диагностических исследований ветеринарной службой;

производстве и применении игровых автоматов и устройств с денежным выигрышем;

регистрации международных и национальных спортивных рекордов.

Законодательными актами Республики Беларусь сфера законодательной метрологии может распространяться на измерения, выполняемые в иных сферах деятельности.

### **Статья 17. Виды метрологических служб**

В Республике Беларусь в целях обеспечения единства измерений создается государственная метрологическая служба.

В случаях, предусмотренных настоящим Законом, могут создаваться метрологические службы республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов и метрологические службы юридических лиц.

### **Статья 18. Государственная метрологическая служба**

Государственная метрологическая служба осуществляет метрологический контроль в сфере законодательной метрологии.

Государственная метрологическая служба создается Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь и включает в себя национальный метрологический институт и другие юридические лица, подчиненные Государственному комитету по стандартизации Республики Беларусь и наделенные полномочиями по осуществлению метрологического контроля в соответствии с настоящим Законом и иными актами законодательства Республики Беларусь.

Положение о государственной метрологической службе утверждается Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь.

## **Статья 19. Межотраслевые комиссии в области обеспечения единства измерений**

В Республике Беларусь в области обеспечения единства измерений создаются:

межотраслевая комиссия времени, частоты и определения параметров вращения Земли;

межотраслевая комиссия стандартных образцов состава и (или) свойств веществ (материалов);

межотраслевая комиссия стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.

## **Статья 20. Объекты и порядок осуществления государственного метрологического надзора**

Государственный метрологический надзор осуществляется в сфере законодательной метрологии и включает в себя надзор за:

применением единиц величин;

применением средств измерений;

применением методик выполнения измерений;

деятельностью юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по производству средств измерений, их ремонту, реализации, передаче в аренду, в том числе прокат;

проведением государственных испытаний средств измерений, осуществлением метрологической аттестации средств измерений, поверки, калибровки, метрологического подтверждения пригодности методик выполнения измерений;

количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций;

соблюдением требований, предъявляемых к фасованным товарам, при их фасовке и реализации;

иными объектами в случаях, предусмотренных законодательными актами Республики Беларусь.

Государственный метрологический надзор осуществляется Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь.

Непосредственное осуществление государственного метрологического надзора возлагается на уполномоченных должностных лиц

Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, являющихся государственными инспекторами.

Председатель Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь является по должности Главным государственным инспектором Республики Беларусь по государственному метрологическому надзору. Государственный метрологический надзор осуществляется в порядке, установленном Советом Министров Республики Беларусь.

## **Статья 22. Структура и порядок осуществления метрологического контроля**

Метрологический контроль включает в себя:  
утверждение типа средств измерений;  
метрологическую аттестацию средств измерений;  
поверку;  
калибровку;  
метрологическое подтверждение пригодности методик выполнения измерений.

Порядок осуществления метрологического контроля устанавливается Государственным комитетом по стандартизации РБ.

## **Статья 23. Утверждение типа средств измерений**

Утверждению типа средств измерений подлежат средства измерений, предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии, в отношении которых утверждение типа средств измерений не осуществлялось.

Средства измерений, указанные в части первой настоящей статьи, проходят государственные испытания, в ходе которых устанавливаются их метрологические и технические характеристики и определяется соответствие средств измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений.

Государственные испытания средств измерений проводятся на основе договора юридическими лицами, входящими в государственную метрологическую службу, и удостоверяются протоколом, в

котором указываются результаты проведенных государственных испытаний средств измерений.

Результаты государственных испытаний средств измерений являются основанием для утверждения типа средств измерений.

Решение об утверждении типа средств измерений принимается Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь и удостоверяется сертификатом об утверждении типа средств измерений. Сведения о средствах измерений, в отношении которых принято решение об утверждении типа средств измерений, вносятся в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь.

На средства измерений, сведения о которых внесены в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь, и (или) на их эксплуатационную документацию наносится знак утверждения типа средств измерений.

#### **Статья 24. Метрологическая аттестация средств измерений**

Метрологической аттестации средств измерений подлежат средства измерений, предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии, произведенные в Республике Беларусь или ввозимые в Республику Беларусь в единичном экземпляре, а также в случаях, предусмотренных Президентом Республики Беларусь.

Метрологическая аттестация средств измерений осуществляется на основе договора юридическими лицами, входящими в государственную метрологическую службу.

Результаты метрологической аттестации средств измерений удостоверяются свидетельством о метрологической аттестации средств измерений.

#### **Статья 25. Поверка**

Поверка осуществляется при выпуске средств измерений из производства или ремонта, при их применении и ввозе в РБ.

Поверка средств измерений, предназначенных для применения либо применяемых в областях, указанных в Перечне областей в сфере законодательной метрологии, осуществляется на основе

договора юридическими лицами, входящими в государственную метрологическую службу.

Поверка средств измерений, предназначенных для применения либо применяемых в областях, не указанных в Перечне областей в сфере законодательной метрологии, осуществляется на основе договора юридическими лицами, указанными в части второй настоящей статьи, или иными юридическими лицами, аккредитованными для ее осуществления.

Периодичность осуществления поверки средств измерений, применяемых в сфере законодательной метрологии, устанавливается Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь.

Поверка средств измерений, в отношении которых осуществлено утверждение типа средств измерений и которые применяются вне сферы законодательной метрологии, осуществляется юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими производство средств измерений, их ремонт, реализацию, применение, передачу в аренду, в том числе прокат, либо на основе договора иными юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

Периодичность осуществления поверки средств измерений, применяемых вне сферы законодательной метрологии, устанавливается юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и иными физическими лицами, применяющими эти средства измерений.

Средства измерений, в ходе поверки которых выявлено несоответствие их метрологических характеристик метрологическим характеристикам, установленным при утверждении типа средств измерений и указанным в Государственном реестре средств измерений Республики Беларусь, признаются не прошедшими поверку, о чем составляется заключение. Указанные средства измерений могут применяться либо после ремонта и последующей поверки, либо после калибровки.

## СОДЕРЖАНИЕ

Правила охраны труда и работы в лабораториях кафедры . . . . .	3
<i>Лабораторная работа № 1</i>	
Средства измерений . . . . .	4
<i>Лабораторная работа № 2</i>	
Разновидности и методы измерений . . . . .	8
<i>Лабораторная работа № 3</i>	
Источники погрешностей измерений . . . . .	13
<i>Лабораторная работа № 4</i>	
Метрологические характеристики средств измерений . . . . .	17
<i>Лабораторная работа № 5</i>	
Обработка результатов косвенных измерений . . . . .	24
<i>Лабораторная работа № 6</i>	
Обработка результатов прямых измерений с многократными равноточными наблюдениями . . . . .	29
<i>Лабораторная работа № 7</i>	
Оформление текстовых документов . . . . .	35
<i>Лабораторная работа № 8</i>	
Обеспечение единства измерений . . . . .	37
Литература . . . . .	39
<i>Приложение А</i>	
Основные требования к текстовым документам . . . . .	40
<i>Приложение Б</i>	
Правила выполнения диаграмм . . . . .	47
<i>Приложение В</i>	
Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» (извлечения) . . . . .	51



Учебное издание

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ  
И СЕРТИФИКАЦИЯ**

*Лабораторный практикум  
для студентов электротехнических специальностей*

Составители:

**КУВАРЗИН** Юрий Алексеевич,  
**КУЦЫЛО** Александр Витальевич

Технический редактор *Д. А. Исаев*  
Компьютерная верстка *Т. А. Мархель, И. Н. Михневич*

Подписано в печать 11.06.2013. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,91. Тираж 100. Заказ 572.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.