

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**А. С. Едаменко, А. В. Ястребинская**

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

Лабораторный практикум

Белгород  
2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова

А. С. Едаменко, А. В. Ястребинская

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

*Утверждено ученым советом университета в качестве учебного  
пособия для студентов направления бакалавриата  
280700 – Техносферная безопасность*

Белгород  
2014

УДК 006(07)  
ББК 30.10я7  
Е32

Рецензенты:

Зам. генерального директора ЗАО НПФ «ЭКОТОН»,  
кандидат геолого-минералогических наук,

*Е.В. Кичигин*

Кандидат технических наук, доцент Белгородского  
государственного технологического университета  
им. В.Г. Шухова *П.В. Матюхин*

**Едаменко, А.С.**

Е32 Метрология, стандартизация и сертификация: учебное  
пособие / А.С. Едаменко, А.В. Ястребинская. – Белгород:  
Изд-во БГТУ, 2014. – 104 с.

В данном издании приведены лабораторные работы по курсу «Метрология, стандартизация и сертификация», порядок и требования к выполнению работ, а также контрольные вопросы. Лабораторный практикум предназначен для студентов направления бакалавриата 280700 – Техносферная безопасность.

Издание публикуется в авторской редакции.

УДК 006(07)  
ББК 30.10я7

© Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Метрология и стандартизация являются инструментами обеспечения качества и безопасности продукции, работ и услуг - важного аспекта многогранной деятельности. Качество и безопасность являются основными фактором реализации товара. Целью преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является изложение понятий, формирование у студентов знаний, умений и навыков в областях деятельности стандартизация, метрология и сертификация для обеспечения эффективности производственной и других видов деятельности.

Данное пособие предназначено для закрепления теоретических основ метрологии, методов измерений, порядка проведения измерений значений физических величин и правил обработки результатов измерений, нормативно-правовых основы метрологии. А также теоретических положений деятельности по стандартизации, принципов построения и правил пользования стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией.

В целом все разделы дисциплины (стандартизация, взаимозаменяемость, метрология, технические измерения и сертификация) охвачены той и иной формой лабораторных работ. Закрепление знаний по *стандартизации* осуществляется путем использования стандартов и справочной литературы на протяжении всего цикла практикума.

Прежде чем приступить к выполнению предлагаемых работ, студенту необходимо предварительно изучить теоретические вопросы по темам занятий и методику выполнения измерений по темам лабораторных работ, а также подготовить необходимые таблицы для внесения результатов измерения и обработки полученных данных.

Студент допускается к выполнению работ после предварительного опроса по их содержанию и порядку выполнения.

Требования к отчету изложены в каждой работе. В работах, кроме общего, предусмотрено выполнение индивидуальных заданий по указанию преподавателя.

Преподаватель в конце занятия должен проверить правильность выполнения работы и поставить свою подпись, подтверждающую выполнение студентом данной работы. Проверку полученных знаний и умений необходимо проводить по каждой работе.

Пособие содержит 18 лабораторных работ. Каждая задача и лабораторная работа рассчитаны на два академических часа занятий.

## Лабораторная работа № 1

### Физические величины и единицы их измерения

**Цель работы:** Изучить классификацию физических величин по ГОСТ 8. 417-2002 и размерность основных и производных физических величин и единицы их измерения. Освоить перевод основных и производных единиц в кратные, дольные единицы и наоборот.

#### Основные понятия и определения

*Физическая величина* – это характеристика одного из свойств физического объекта (явления или процесса), общая в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальная для каждого объекта.

Можно выделить три вида физических величин:

К первому виду физических величин относятся величины, на множестве размеров которых определены лишь отношения порядка и эквивалентности. Это отношение типа «мягче», «тверже», «теплее», «холоднее». К величинам такого рода относятся, например, твердость, определяемая как способность тела оказывать сопротивление проникновению в него другого тела; температура как степень нагретости тела и т.п.

Для второго вида физических величин отношение порядка и эквивалентности имеет место как между размерами, так и между разностями в парах их размеров. Так, разности интервалов времени считаются равными, если расстояние между соответствующими отметками равны.

Третий вид составляют аддитивные физические величины, на множестве размеров которых определены не только отношения порядка и эквивалентности, но операции сложения и вычитания. К таким величинам относятся длина, масса, сила тока.

Множество физических величин представляет собой некоторую систему, в которой отдельные величины связаны между собой системой уравнений.

*Система физических величин* – это совокупность взаимосвязанных физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины принимаются за независимые, а другие являются функциями независимых величин.

Для каждой физической величины должна быть установлена единица измерения.

*Единица физической величины* – физическая величин фиксированного размера, которой условно присвоено значение, равное единице, и применяемая для количественного выражения однородных физических величин.

Кроме основных и производных физических величин различают кратные, дольные, когерентные, системные и несистемные единицы.

*Основная единица системы единиц физических величин* – единица основной физической величины в данной системе единиц. Основные единицы Международной системы единиц (СИ): метр (м), килограмм (кг), секунда (с), ампер (А), кельвин (К), моль (моль) и кандела (кд).

*Производная единица системы единиц физических величин* (англ. derived unit of measurement) – единица производной физической величины системы единиц, образованная в соответствии с уравнением, связывающим ее с основными единицами или с основными и уже определенными производными.

*Системная единица физической величины* – единица физической величины, входящая в принятую систему единиц.

Основные, производные, кратные и дольные единицы СИ являются системными. Например: 1 м; 1 м/с; 1 км; 1 нм.

*Внесистемная единица физической величины* – единица физической величины, не входящая в принятую систему единиц. Внесистемные единицы (по отношению к единицам СИ) разделяются на четыре группы:

- допускаемые наравне с единицами СИ;
- допускаемые к применению в специальных областях;
- временно допускаемые;
- устаревшие (недопускаемые).

*Когерентная производная единица физической величины* – производная единица физической величины, связанная с другими единицами системы единиц уравнением, в котором числовой коэффициент принят равным 1.

*Когерентная система единиц физических величин* – система единиц физических величин, состоящая из основных единиц и когерентных производных единиц.

*Кратная единица физической величины* – единица физической величины, в целое число раз большая системной или внесистемной единицы.

*Дольная единица физической величины* – единица физической величины, в целое число раз меньшая системной или внесистемной единицы.

В табл. 1.1 приводятся множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования.

Таблица 1.1

**Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц**

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		русское	международное
$10^{18}$	экса	Э	E
$10^{15}$	пета	П	P
$10^{12}$	тера	Т	T
$10^9$	гига	Г	G
$10^6$	мега	М	M
$10^3$	кило	к	k
$10^2$	гекто	г	h
$10^1$	дека	да	da
$10^{-1}$	деци	д	d
$10^{-2}$	санти	с	c
$10^{-3}$	мили	м	m
$10^{-6}$	микро	мк	$\mu$
$10^{-9}$	нано	н	n
$10^{-12}$	пико	п	p
$10^{-15}$	фемто	ф	f
$10^{-18}$	атто	а	a

**Порядок выполнения работы.**

1. Выполнить задание 1. По приложениям 1 - 3 назвать предложенные физические величины по обозначению их размерности и указать их единицы измерения и размер. Результаты оформить в табл. 1.2.

2. Выполнить задание 2. По приложениям 1 - 3 определить наименование производных величин и единиц их измерения. Результаты оформить в табл. 1.3.

Таблица 1.2

**Результаты измерений**

№ п/п	Дано	Наименование величины	Единица измерения		Количество единиц
			Наименование	Обозначения	
1	T=40 с				
2	Q=25 К				
3	L=300 м				
4	I=3 А				
5	N=45 моль				

3. Выполнить задание 3. Получить задание у преподавателя и перевести заданные единицы в требуемые. Результаты записать в табл. 1.4.

Таблица. 1.3

**Результаты измерений**

№ п/п	Дано	Наименование величины	Размерность	Единица измерения	
				наименование	обозначение
1	60 ВТ				
2	20 Ф				
3	18 Ом				
4	125 Кл				
5	10 Дж				

Таблица 1.4

**Результаты измерений**

Задано	Перевести в единицы

4. Сделать вывод о проделанной работе.

**Контрольные вопросы**

1. Какая метрическая система единиц измерения используется в настоящее время в большинстве стран мира?
2. Укажите достоинства используемой в РФ метрической системы единиц физических величин.
3. Что такое единица физической величины?
4. Перечислите основные единицы системы СИ.
5. Назовите производные единицы системы СИ.
6. Какой способ образования кратных и дольных единиц принят в используемой в РФ метрической системе единиц?
7. Наименование каких единиц пишется с большой буквы, а каких с маленькой?
8. Какую степень имеют кратные единицы, а какую дольные?
9. Что такое система физических величин?
10. Назовите три вида физических величин, измерение которых осуществляется по различным правилам.

## Лабораторная работа № 2

### Многократные равноточные измерения. Обнаружение грубых погрешностей

**Цель работы:** получить практические навыки обработки результатов многократных равноточных измерений и нахождение доверительных границ погрешностей результата измерений, а так же по обнаружению грубых погрешностей с использованием критерия Романовского.

#### Основные понятия и определения

Прямые многократные измерения делятся на равно- и неравноточные. *Равноточными* называются измерения, которые проводятся средствами измерений одинаковой точности по одной и той же методике при неизменных внешних условиях. При равноточных измерениях результаты всех рядов измерений равны между собой.

Перед проведением обработки результатов измерений необходимо удостовериться в том, что данные из обрабатываемой выборки статистически подконтрольны, группируются вокруг одного и того же центра и имеют одинаковую дисперсию. Устойчивость изменений часто оценивают интуитивно на основе длительных наблюдений. Однако существуют математические методы решения поставленной задачи — так называемые методы проверки однородности. Применительно к измерениям рассматривается однородность групп наблюдений, необходимые признаки которой состоят в оценке несмещенности средних арифметических и дисперсий относительно друг друга.

*Доверительные границы погрешности результата измерений* – наибольшее и наименьшее значения погрешности измерений, ограничивающие интервал, внутри которого с заданной вероятностью находится искомое (истинное) значение погрешности результата измерений.

*Статистическая обработка результатов измерений* – обработка измерительной информации с целью получения достоверных данных.

Задача статистической обработки результатов многократных измерений заключается в нахождении оценки измеряемой величины и доверительного интервала, в котором находится истинное значение.

Статистическая обработка используется для повышения точности измерений с многократными наблюдениями, а также определения статистических характеристик случайной погрешности.

Для прямых однократных измерений статистическая обработка менее сложна и громоздка, что значительно упрощает оценку погрешностей. Она выполняется в такой последовательности:

1. Произвести равноточные измерения неизвестной величины  $X_n$  раз.

2. Исключить известные систематические погрешности из результатов наблюдения (введением поправки). После отбрасывания сомнительных результатов получают  $n$  измерений.

3. Вычислить среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений, принимаемое за результат наблюдений:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.1)$$

4. Вычислить оценку среднего квадратичного отклонения среднего арифметического  $S_{\bar{x}}$  по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2}{n(n-1)}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.2)$$

где  $m_x$  - среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений.

5. Вычислить доверительные границы случайной погрешности результата измерения при заданной вероятности  $P$ :

$$x - S t_{n,P} < x < S t_{n,P} + x, \quad (2.3)$$

где  $t_{n,P}$  – квантиль распределения Стьюдента.

Значения  $t_{n,P}$  в зависимости от заданной доверительной вероятности  $P$  и количества измерений  $n$  даны в приложении 4.

Результат измерения величины  $X$  представляют в виде доверительного интервала в форме неравенства с указанием доверительной вероятности  $P$ .

*Грубой погрешностью (промахом)* называется погрешность, существенно превышающая значение ожидаемой погрешности при данных условиях проведения измерительного эксперимента.

Обычно грубая погрешность является следствием значительного внезапного изменения условий эксперимента: скачка тока источника электропитания; не учтённое экспериментатором изменение температуры окружающей среды (при длительном эксперименте); неправильный отсчёт показаний из-за отвлечения внимания

экспериментатора и др. Наличие грубых погрешностей в выборке результатов измерений могут сильно исказить среднее значение выборки и как следствие доверительный интервал. Поэтому выявление и исключение результатов, содержащих промах, обязательно.

Обычно результат измерения, содержащий грубую погрешность, сразу виден в ряду измеренных значений, но в каждом конкретном случае это необходимо доказать. Одним из критериев для оценки промаха является критерий Романовского.

В этом случае определяют :

1. Уровень значимости  $\beta$ , который определяется равенством

$$\beta = X - x_{\max/\min}/\sigma \quad (2.4)$$

где  $X$  – среднее арифметическое,  $x_{\min/\max}$  – результат измерения, подозрительный на содержание грубой погрешности,  $\sigma$  – статистическое среднее квадратическое отклонение.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X)^2}{n-1}} \quad (2.5)$$

2. В зависимости от выбранной доверительной вероятности  $P$ , т.е. от желания экспериментатора получить уверенный результат проверки гипотезы, и числа измерений  $n$  из табл. 2.1 находят теоретический уровень значимости  $\beta_T$  и сравнивают с ним рассчитанное значение  $\beta$ . Если  $\beta > \beta_T$ , то результат  $x_{\min/\max}$  следует отбросить как содержащий грубую погрешность. Если  $\beta < \beta_T$ , то выборку следует сохранить в полном объеме. Как правило, критерий Романовского применяют при объеме выборки  $n < 20$ .

Таблица 2.1

**Значения теоретического уровня значимости  $\beta_T$**

$n$	$P$		
	0,90	0,95	0,99
3	1,412	1,414	1,414
5	1,869	1,917	1,972
7	2,093	2,182	2,310
9	2,238	2,349	2,532
11	2,343	2,470	2,689
13	2,426	2,563	2,809
15	2,523	2,670	2,946
17	2,551	2,701	2,983

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание у преподавателя.
2. Рассчитать необходимые параметры

3. Данные занести в табл. 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2

**Обработки результатов многократных равноточных измерений**

Значения и ед. измерения	Вероятность, P	Среднее арифметическое X	Среднее квадратичное отклонение среднего арифметического, $S_{\bar{x}}$	Квантиль распределения Стьюдента, $t_{n,P}$	Доверительный интервал

Таблица 2.3

**Проверка полученных результатов на наличие грубых погрешностей**

Значения и ед. измерения	Вероятность, P	Среднее арифметическое, X	Статистическое среднее квадратическое отклонение $\sigma$	Уровень значимости $\beta$	Значения теоретического уровня значимости $\beta_t$

4. Сделать выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Какие измерения называются равноточными?
2. Дайте определение терминам: доверительные границы, доверительный интервал, доверительная вероятность.
3. Расскажите в какой последовательности осуществляется статистическая обработка группы равноточных измерений.
4. Каким образом находится среднее основного нормального распределения?
5. Как изменятся границы доверительного интервала при увеличении или уменьшении доверительной вероятности P?
6. Каковы причины возникновения грубой погрешности?
7. Приведите методику определения грубой погрешности?
8. Какой критерий используется для определения грубой погрешности?
9. Как влияет не исключённая грубая погрешность на ряд измеренных значений?
10. Как необходимо поступить с измеренным значением, содержащим промах, после его определения?

### Лабораторная работа № 3

#### Виды средств измерений и их метрологические характеристики

**Цель работы:** Изучить классификацию средств измерений по техническому устройству (конструктивному исполнению) и по метрологическому назначению, ознакомиться с основными метрологическими характеристиками отсчетных устройств и сделать расчет метрологических характеристик заданных отсчетных устройств.

#### Основные понятия и определения

Средства измерения можно классифицировать следующим образом:

*По техническому назначению:*

*Мера физической величины* - средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью;

Различают следующие разновидности мер: однозначная мера; многозначная мера; набор мер; магазин.

*Измерительный прибор* - средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне.

В зависимости от вида выходной величины различают аналоговые и цифровые измерительные приборы.

По форме представления выходной величины (по способу индикации значений измеряемой величины) измерительные приборы разделяют на показывающие и регистрирующие измерительные приборы.

*Измерительный преобразователь* - техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

*Измерительная установка* (измерительная машина) - совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенная для измерений одной или нескольких физических величин и расположенная в одном месте.

*Измерительная система* - совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т.п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту и выработки измерительных сигналов в разных целях.

*По метрологическому назначению* все СИ подразделяются на эталоны, рабочие эталоны и рабочие СИ.

*Эталон единицы физической величины* (эталон) - средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке.

*Рабочий эталон* - талон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений.

*Рабочее средство измерений* - средство измерений, предназначенное для измерений, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений.

*По значимости измеряемой физической величины* все СИ подразделяются на основные и вспомогательные средства измерений.

*Диапазон измерений средства измерений* (диапазон измерений) - область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений (для преобразователей - это диапазон преобразования). Диапазон измерений - разность измеряемой величины между конечным  $x_k$  и начальным  $x_n$  значениями:

$$D = x_k - x_n. \quad (3.1)$$

Значения величины, ограничивающие диапазон измерений снизу и сверху (слева и справа), называют соответственно нижним пределом измерений или верхним пределом измерений.

*Чувствительность* — отношение изменения сигнала  $\Delta y$  на выходе СИ к изменению  $\Delta x$  сигнала на входе:  $S = \Delta y / \Delta x$

Для стрелочного СИ - это отношение длины шкалы  $l_{шк}$  к диапазону измерения  $D$ :

$$S = l_{шк} / D \quad (3.2)$$

*Диапазон показаний средства измерений* (диапазон показаний) - область значений шкалы прибора, ограниченная начальным  $x_n$  и конечным  $x_k$  значениями шкалы.

*Цена деления шкалы* (цена деления) - разность значения величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства

измерений.

К метрологическим характеристикам, определяющим точность измерения, относится погрешность средства измерений и класс точности СИ.

*Погрешность средства измерений* - разность между показанием средства измерений ( $x$ ) и истинным (действительным) значением ( $x_d$ ) измеряемой физической величины.

$$\Delta x = x - x_d \quad (3.3)$$

В качестве ( $x_d$ ) выступает либо номинальное значение, либо значение величины, измеренной более точным СИ.

Считается, что чем меньше погрешность, тем точнее средство измерений.

*Абсолютная погрешность средства измерений* (абсолютная погрешность) - погрешность средства измерений  $\Delta x$ , выраженная в единицах измеряемой физической величины.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности могут быть заданы в виде:

$$\Delta = \pm a \quad (3.4)$$

или

$$\Delta = \pm(a + bx), \quad (3.5)$$

где  $\Delta$  - пределы допускаемой абсолютной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы;  $x$  значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале;  $a, b$  - положительные числа, не зависящие от  $x$ .

Абсолютную основную погрешность определяют:

$$\Delta = \delta \cdot x / 100 \quad (3.6)$$

$$\Delta = \gamma \cdot x_N / 100 = \gamma \cdot x_k / 100 \quad (3.7)$$

$$\Delta = \gamma \cdot x_N / 100 = \gamma \cdot D / 100 \quad (3.8)$$

где  $X_k$  –предел измерений;  $D$  – диапазон.

*Приведенная погрешность средства измерения* (приведенная погрешность): Относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины (нормирующему значению), постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона.

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_N} \cdot 100 \quad (3.9)$$

где  $\gamma$  - пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %;  $\Delta$  - пределы допускаемой абсолютной основной погрешности;  $x_N$  - нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и  $\Delta$ .

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности следует устанавливать в виде:

$$\gamma = \pm p, \quad (3.10)$$

где  $p$  - отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда  $1 \cdot 10^n$ ;  $1,5 \cdot 10^n$ ;  $(1,6 \cdot 10^n)$ ;  $2 \cdot 10^n$ ;  $2,5 \cdot 10^n$ ;  $(3 \cdot 10^n)$ ;  $4 \cdot 10^n$ ;  $5 \cdot 10^n$ ;  $6 \cdot 10^n$  ( $n=1, 0, -1, -2$  и т.д.).

Нормирующее значение  $x_N$  принимается равным:

- конечному значению рабочей части шкалы ( $x_e$ ), если нулевая отметка находится на краю или вне рабочей части шкалы (равномерной или степенной);

- сумме конечных значений шкалы (без учета знака), если нулевая отметка – внутри шкалы;

- модулю разности пределов измерений для СИ, шкала которых имеет условный нуль;

- длине шкалы или ее части, соответствующей диапазону измерений, если она существенно неравномерна.

*Относительная погрешность средства измерений* (относительная погрешность) - погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или к действительному значению измеренной физической величины.

Относительная погрешность средства измерений вычисляется по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{x} \cdot 100 \%, \quad (3.11)$$

где  $\delta$  - пределы допускаемой относительной основной погрешности, %;  $\Delta$  - пределы допускаемой абсолютной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы;  $x$  - значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале.

Если СИ имеют как мультипликативную, так и аддитивную (не изменяется во всем диапазоне измерения) составляющие, то класс

точности обозначается двумя цифрами, соответствующими значениям  $c$  и  $d$ , а формула расчета:

$$\delta = \pm \left[ c + d \left( \left| \frac{x_k}{x} \right| - 1 \right) \right] \quad (3.12)$$

где  $c$  и  $d$  выражаются через ряд,  $x_k$ ;  $x$  - конечное и измеренное значения измеряемого параметра. Например, класс точности 0,2/0,1 означает, что  $c=0,2$ , а  $d=0,1$ , т.е. значение относительной погрешности к началу диапазона измерения - 0,2 %, а к концу - 0,1 %.

Суммарная относительная погрешность рассчитывается:

$$\delta_c = \delta_0 + \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_i^2} \quad (3.13)$$

$$\gamma_c = \gamma_0 + \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_i^2} \quad (3.14)$$

где  $\delta_c$  и  $\gamma_c$  основные относительные и приведенные погрешности;  $\delta_i$  - дополнительные погрешности.

Значение измеренного параметра с указанием абсолютной или относительной погрешностей приводится в виде:

$$x = x_{\text{изм}} \pm \Delta, \quad x = x_{\text{изм}} \pm \delta, \quad x = x_{\text{изм}} \pm \gamma \quad (3.15)$$

где  $x_{\text{изм}}$  - измеренное значение.

*Класс точности средств измерений* (класс точности) - обобщенная характеристика данного типа средств измерения, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей.

Правила построения и примеры обозначения классов точности в документации и на средствах измерений приведены в приложении 5.

### Порядок выполнения работы

1. Выполнить задание 1. Определить вид предложенных СИ (средства измерений) по техническому устройству и по метрологическому назначению. Определить метрологические характеристики предложенных средств измерений, в том числе и по нормативной документации (ГОСТ) на соответствующие средства измерений. Работу оформить в табл. 3.1.

2. Выполнить задание 2. Описать заданное отсчетное устройство, привести исходные данные.

3. По зависимостям (3.1) — (3.2) выполнить расчеты основных метрологических характеристик прибора.

4. По виду заданного отсчетного устройства из табл. 3.1 определить вид и значение класса точности прибора.

5. Определить основную относительную или приведенную погрешность прибора для нормальных условий эксплуатации, по зависимостям (табл.3.1) рассчитать его абсолютную погрешность (формулы (3.6) – (3.8)).

6. По зависимостям (3.12) – (3.13) рассчитать суммарную относительную погрешность прибора для условий, отличных от нормальных, по зависимостям (3.6) – (3.8) рассчитать его суммарную абсолютную погрешность.

7. Привести значение измеренного параметра с указанием абсолютной погрешности (зависимость (3.14)) для нормальных условий эксплуатации и для условий, отличных от нормальных. Сравнить их.

8. Данные занести в табл. 3.2

Таблица 3.1

**Отличительные признаки и метрологические характеристики мер и измерительных приборов**

№ п/п	Наименование СИ	Вид СИ по техническому устройству	Вид СИ по метрологическому назначению	Диапазон измерений, нижний и верхний пределы измерений.	Цена деления	Класс точности	Погрешность СИ	Маркировка
1								
2								

Таблица 3.2

**Характеристика средств измерений**

Диапазона измерения	Предел измерения	Цена деления	Чувствительность	Вид и значение класса точности	Погрешность прибора для нормальных условий	Абсолютная погрешность	Суммарная относительная погрешность	Суммарная абсолютная погрешность

9. Сделать вывод о результатах проделанной работы и приобретенных навыках.

### Контрольные вопросы

- 1 Назовите виды средств измерений.
- 2 По каким классификационным признакам подразделяются СИ.
- 3 Охарактеризовать каждый вид СИ.
- 4 На какие группы подразделяются метрологические характеристики СИ.
- 5 Что такое метрологические характеристики?
- 6 Что такое нормируемые метрологические характеристики и чем они отличаются от метрологических характеристик?
- 7 Назовите метрологические характеристики, определяющие:
  - область применения СИ;
  - качество измерения.
- 8 Какая характеристика определяет точность измерения?
- 9 Какую функцию выполняют эталоны?
- 10 В чем различие в назначении рабочих СИ и рабочих эталонов?

### Лабораторная работа № 4

#### Определение параметров и погрешностей прибора

**Цель работы:** определение недостающих параметров прибора.

#### Основные понятия и определения

*Чувствительность* — отношение изменения сигнала  $\Delta y$  на выходе СИ к изменению  $\Delta x$  сигнала на входе:  $S = \Delta y / \Delta x$

Для стрелочного СИ - это отношение длины шкалы  $l_{\text{шк}}$  к диапазону измерения  $D$ :  $S = l_{\text{шк}} / D$ . При решении задачи необходимо учитывать, что чувствительность является величиной, обратной цене деления.

*Цена деления шкалы (цена деления)* - разность значения величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений.  $\text{Цена деления} = x_n / \text{количество делений}$ .

*Класс точности средств измерений (класс точности)* - обобщенная характеристика данного типа средств измерения, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей. При решении задачи необходимо учитывать что класс точности прибора численно равен предельному допустимому значению приведенной погрешности.

*Приведенная погрешность* средства измерений определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_k} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

Относительная погрешность средства измерений вычисляется по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{x} \cdot 100 \% \quad (4.2)$$

Абсолютную основную погрешность определяют:

$$\Delta = \delta \cdot x / 100\%; \Delta = \gamma \cdot X_k / 100\% \quad (4.3)$$

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание у преподавателя
2. Заполнить табл. 4.1

Таблица 4.1

### Параметры средств измерений

Наименование прибора	Кол-во делений шкалы	Верхний предел измерений	Цена деления	Чувствительность	Показания прибора в делениях	Значение измеряемой величины	Класс точности	Наибольшая возможная абсолютная погрешность измерений	Наибольшая возможная относительная погрешность измерений

3. Сделать вывод.

### Контрольные вопросы

1. Метрологические показатели средств измерений.
2. Классы точности средств измерений.
3. Метрологическая надежность средств измерений.
4. Что такое абсолютная и относительная погрешности измерений?
5. Какие условия необходимо выполнить при выборе измерительного средства и его точности?
6. Назовите виды погрешностей.
7. Какая характеристика определяет точность измерения?
8. Какую функцию выполняют эталоны?
9. Классификация эталонов.
10. Дайте определение: средства измерения.

## Лабораторная работа № 5

### Надежность приборов и систем

**Цель работы:** ознакомиться с показателями и количественными характеристиками надежности

#### Основные теоретические сведения

*Показатель надежности* – характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.

К числу наиболее широко применяемых показателей надежности относятся: вероятность безотказной работы в течение определенного времени  $P(t)$ ; средняя наработка до первого отказа  $\bar{T}_O$ ; наработка на отказ  $\bar{T}$ ; частота отказов  $\alpha(t)$ ; интенсивность отказов  $\lambda(t)$ ; параметр потока отказов  $\omega(t)$ ; коэффициент готовности  $K_r$ .

Рассмотрим следующую модель испытаний. На испытании находится  $N_O$  изделий, и испытания считаются законченными, если все они отказали. Причем отказавшие изделия отремонтированными или новыми не заменяются. Тогда показателями надежности данных изделий являются:

- вероятность безотказной работы  $P(t)$ ;
- частота отказов  $\alpha(t)$ ;
- интенсивность отказов  $\lambda(t)$ ;
- средняя наработка до первого отказа  $\bar{T}_O$ ;

Вероятность безотказной работы по статистическим данным об отказах оценивается согласно выражению

$$\tilde{P}(t) = \frac{N_O - n(t)}{N_O}, \quad (5.1)$$

где  $n(t)$  – количество изделий, отказавших к моменту времени  $t$ , при их исходном количестве  $N_O$ ;  $\tilde{P}(t)$  – статистическая оценка вероятности безотказной работы. При большом числе изделий  $N_O$  статистическая оценка  $\tilde{P}(t)$  практически совпадает с вероятностью безотказной работы  $P(t)$ . На практике иногда более удобной характеристикой является вероятность отказа  $Q(t)$ .

Отказ и безотказная работа являются событиями несовместимыми и противоположными, поэтому:

$$\tilde{Q}(t) = \frac{n(t)}{N_0}, \text{ или } Q(t) = 1 - P(t) \quad (5.2)$$

Частоту отказов по статистическим данным об отказах оценивается согласно выражению:

$$\tilde{\alpha}(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_0 \Delta t}, \quad (5.3)$$

где  $n(\Delta t)$  – число отказавших изделий в интервале времени от  $t - \frac{\Delta t}{2}$  до  $t + \frac{\Delta t}{2}$ .

*Частота отказов* есть плотность вероятности (или закон распределения) времени работы изделия до первого отказа:

$$\alpha(t) = -\frac{dP(t)}{dt} = \frac{dQ(t)}{dt}, \quad (5.4)$$

$$Q(t) = \int_0^t \alpha(t) dt, \quad (5.5)$$

$$P(t) = 1 - \int_0^t \alpha(t) dt = \int_t^{\infty} \alpha(t) dt. \quad (5.6).$$

Согласно определению интенсивность отказов по статистическим данным об отказах определяется

$$\tilde{\lambda}(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{cp} \Delta t}, \quad (5.7)$$

где  $N_{cp} = \frac{N_i + N_{i+1}}{2}$  – среднее число исправно работающих изделий в интервале  $\Delta t$ ;  $N_i$  – число изделий, исправно работающих в начале интервала  $\Delta t$ ;  $N_{i+1}$  – число изделий, исправно работающих в конце интервала  $\Delta t$ .

*Интенсивность отказов* есть условная плотность вероятности возникновения отказа невозстанавливаемого изделия, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник.

Вероятностная оценка этой характеристики находится из выражения:

$$\lambda(t) = \frac{\alpha(t)}{P(t)}. \quad (5.8)$$

Интенсивность отказов и вероятность безотказной работы связаны между собой зависимостью:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (5.9)$$

Средней наработкой до отказа  $\bar{T}_O$  называется математическое ожидание наработки изделия до первого отказа.

$$\bar{T}_O = M[t] = \int_{-\infty}^{\infty} t \alpha(t) dt \quad (5.10)$$

Так как  $t$  положительно и  $P(0) = 1$ , а  $P(\infty) = 0$ , то:

$$\bar{T}_O = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (5.11)$$

По статистическим данным об отказах средняя наработка до первого отказа вычисляется по формуле:

$$\bar{T}_O = \frac{\sum_{i=1}^{N_O} t_i}{N_O}, \quad (5.12)$$

где  $t_i$  – время безотказной работы;  $i$ -го изделия,  $N_O$  – число испытываемых изделий.

Для вычисления  $\bar{T}_O$  пользоваться указанной формулой неудобно. Имея данные о количестве вышедших из строя изделий  $n_i$  в каждом  $i$ -ом интервале времени, среднюю наработку до первого отказа определяем:

$$\bar{T}_O = \frac{\sum_{i=1}^m n_i t_{cpi}}{N_O} \quad (5.13)$$

В выражении (5.13)  $t_{cpi}$  и  $m$  находятся по следующим формулам:

$$t_{cpi} = \frac{t_{i-1} + t_i}{2}, \quad (5.14)$$

$$m = \frac{t_n}{\Delta t}, \quad (5.15)$$

где  $t_{i-1}$  – время начала  $i$ -ого интервала;  $t_i$  – время конца  $i$ -ого интервала;  $t_n$  – время, в течение которого вышли из строя все изделия;  $\Delta t = t_{i-1} - t_i$  – интервал времени.

В табл. 5.1 приведены выражения для оценки количественных характеристик надежности изделий при указанных законах распределения времени безотказной работы.

Таблица 5.1

**Основные соотношения количественных характеристик  
надежности при различных законах распределения времени  
безотказной работы**

Закон распределения	Частота отказов $\alpha(t)$	Вероятность безотказной работы $P(t)$	Интенсивность отказа $\lambda(t)$
Экспоненциальный	$\lambda e^{-\lambda t}$	$e^{-\lambda t}$	$\lambda = const$
Релея	$\frac{t}{\sigma^2} e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}}$	$e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}}$	$\frac{t}{\sigma^2}$
Вейбулла	$\lambda_0 k t^{k-1} e^{-\lambda_0 t^k}$	$e^{-\lambda_0 t^k}$	$\lambda_0 k t^{k-1}$ ,
Нормальный	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-T)^2}{2\sigma^2}}$	$1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_0^t e^{-\frac{(t-T)^2}{2\sigma^2}} dt$	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-T)^2}{2\sigma^2}}$
Гамма	$\lambda_0 \frac{(\lambda_0 t)^{k-1}}{(k-1)!} e^{-\lambda_0 t}$	$e^{-\lambda_0 t} \sum_{i=0}^{k-1} \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!}$	$\frac{\lambda_0 (\lambda_0 t)^{k-1}}{(k-1)! \sum_{i=0}^{k-1} \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!}}$

Рассмотренные показатели надежности позволяют достаточно полно оценить надежность невосстанавливаемых изделий. Они также позволяют оценить надежность восстанавливаемых изделий до первого отказа.

Средняя наработка до первого отказа является достаточно наглядной характеристикой надежности. Однако применение этого показателя для оценки надежности сложной системы ограничено в тех случаях, когда:

- время работы системы гораздо меньше среднего времени безотказной работы;
- закон распределения времени безотказной работы не однопараметрический;
- система резервированная;
- интенсивность отказов непостоянная;
- время работы отдельных частей сложной системы разное.

Наиболее целесообразным показателем надежности сложной системы является вероятность безотказной работы. Это объясняется следующими особенностями вероятности безотказной работы:

- она входит в качестве множителя в другие более общие характеристики системы, например в эффективность и стоимость;
- характеризует изменение надежности во времени;
- может быть получена сравнительно просто расчетным путем в процессе проектирования системы и оценена в процессе ее испытания

В табл.5.2 показана взаимосвязь между показателями надежности. Рассмотрим показатели надёжности восстанавливаемых систем.

*Средняя наработка на отказ* есть отношение наработки восстанавливаемого изделия к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

Таблица 5.2

**Взаимосвязь между показателями надежности**

Известно	Требуется определить			
	$P(t)$	$Q(t)$	$f(t)$	$\lambda(t)$
$P(t)$	-	$1 - P(t)$	$-\frac{dP(t)}{dt}$	$-\frac{1}{P(t)} \cdot \frac{dP(t)}{dt}$
$Q(t)$	$1 - Q(t)$	-	$\frac{dQ(t)}{dt}$	$\frac{1}{1-Q(t)} \frac{dQ(t)}{dt}$
$f(t)$	$\int_t^{\infty} f(t)dt$	$\int_0^t f(t)dt$	-	$\frac{f(t)}{\int_t^{\infty} f(t)dt}$
$\lambda(t)$	$e^{-\int_0^t \lambda(t)dt}$	$1 - e^{-\int_0^t \lambda(t)dt}$	$\lambda(t)e^{-\int_0^t \lambda(t)dt}$	-

Эта характеристика определяется по статистическим данным об отказах по формуле:

$$\tilde{T} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \quad (5.16)$$

где  $t_i$  - время исправной работы изделия между  $(i-1)$ -м и  $i$ -м отказами;  $n$  – число отказов за некоторое время  $t$ .

Из формулы (5.16) видно, что в данном случае наработка на отказ определяется по данным испытания одного образца изделия. Если на

испытании находится  $N$  образцов в течение времени  $t$ , то наработка на отказ вычисляется по формуле:

$$\tilde{t} = \frac{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} t_{ij}}{\sum_{j=1}^N n_j}, \quad (5.17)$$

где  $t_{ij}$  - время исправной работы  $j$ -го образца изделия между  $(i-1)$ -м и  $i$ -м отказом;  $n_j$  - число отказов за время  $t$   $j$ -го образца.

Наработка на отказ является достаточно наглядной характеристикой надежности, поэтому она получила широкое распространение на практике.

Параметр потока отказов и наработка на отказ характеризуют надежность ремонтируемого изделия, но не учитывают времени, необходимого на его восстановление. Поэтому они не характеризуют готовности изделия к выполнению своих функций в нужное время. Для этих целей вводятся такие показатели, как коэффициент готовности и коэффициент вынужденного простоя.

*Коэффициент готовности* есть вероятность того, что изделие окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

Эта характеристика определяется по статистическим данным как отношение времени исправной работы к сумме времени исправной работы и вынужденных простоев изделия, взятых за один и тот же календарный срок:

$$\tilde{K}_T = \frac{t_P}{t_P + t_{\Pi}}, \quad (5.18)$$

где  $t_P$  – суммарное время исправной работы объекта;  $t_{\Pi}$  – суммарное время вынужденного простоя.

Времена  $t_P$  и  $t_{\Pi}$  вычисляются по формулам

$$t_P = \sum_{i=1}^n t_{Pi}, \quad (5.19)$$

$$t_{\Pi} = \sum_{i=1}^n t_{\Pi i}, \quad (5.20)$$

где  $t_{Pi}$  - время работы изделия между  $(i-1)$ -м и  $i$ -м отказом;  $t_{Пi}$  - время вынужденного простоя после  $i$ -го отказа;  $n$  – число отказов (ремонтов) изделия.

Для перехода к вероятностному показателю величины  $t_P$  и  $t_{П}$  заменяются математическими ожиданиями времени между соседними отказами и времени восстановления соответственно.

Тогда

$$K_{\Gamma} = \frac{\bar{T}}{\bar{T} + \bar{T}_B}, \quad (5.21)$$

где  $\bar{T}$  - среднее время наработки на отказ;  $\bar{T}_B$  - среднее время восстановления.

*Среднее время восстановления* есть математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта.

Как математическое ожидание  $\bar{T}_B$  вычисляется через частоту восстановления (плотность распределения времени восстановления):

$$\bar{T}_B = \int_0^{\infty} t \alpha_B(t) dt, \quad (5.22)$$

где  $\alpha_B$  - частота восстановления, равная

$$\alpha_B(t) = \frac{dS(t)}{dt}, \quad (5.23)$$

где  $S(t)$  - вероятность восстановления.

По статистическим данным среднее время восстановления вычисляется по формуле:

$$\tilde{\bar{T}}_B = \frac{\sum_{i=1}^{n_i} t_i}{n_i} \quad (5.24)$$

*Коэффициентом вынужденного простоя* называется отношение времени вынужденного простоя к сумме времен исправной работы и вынужденных простоев изделия, взятых за один и тот же календарный срок:

$$\tilde{K}_{\Pi} = \frac{t_{\Pi}}{t_P + t_{\Pi}} \quad (5.25)$$

или переходя к средним величинам:

$$K_{\Pi} = \frac{\bar{T}_B}{\bar{T} + \bar{T}_B} \quad (5.26)$$

Коэффициент готовности и коэффициент вынужденного простоя связаны между собой зависимостью:

$$K_{II} = 1 - K_{Г}. \quad (5.27)$$

При анализе надежности восстанавливаемых систем обычно коэффициент готовности вычисляют по формуле

$$K_{Г} = \frac{\bar{T}_O}{\bar{T}_O + \bar{T}_B} \quad (5.28)$$

Формула (5.28) верна только в том случае, если поток отказов простейший, и тогда  $\bar{T} = \bar{T}_O$ .

Часто коэффициент готовности, вычисленный по формуле (5.28) отождествляют с вероятностью того, что в любой момент времени восстанавливаемая система исправна. На самом деле указанные характеристики неравноценны и могут быть отождествлены при определенных условиях.

Поэтому вводится понятие функции готовности, которая определяется из выражения:

$$P_{Г}(t) = K_{Г}(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t}, \quad (5.29)$$

$$P_{Г}(t) = K_{Г}(t) = K_{Г} + (1 - K_{Г}) e^{-\frac{t}{K_{Г} \bar{T}_B}}$$

где  $\lambda = \frac{1}{\bar{T}_O}$ ;  $\mu = \frac{1}{\bar{T}_B}$ .

Кроме установившегося коэффициента готовности часто используется среднее значение этого коэффициента за интервал времени  $0..t_i$ .

$$\bar{K}_{Г} = \frac{1}{t_i} \int_0^{t_i} K_{Г}(t) dt \quad (5.30)$$

*Коэффициент оперативной готовности*  $K_{ОГ}$  - вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени:

$$K_{ОГ} = K_{Г} \cdot e^{-\lambda t} \quad (5.31)$$

Коэффициент оперативной готовности оценивает не только готовность системы к выполнению заданных функций, но и способность выполнять функции определенной временной протяженностью.

### Порядок выполнения работы

1. Выполнить задание 1 – 6
2. Сделать выводы к каждому заданию

#### Задание

**Задание 1.** На испытание поставлено  $(1000+15N)$  однотипных электронных ламп. За  $(3000+30N)$  ч отказало  $(80+N)$  ламп. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа электронных ламп в течение  $(3000+30N)$  ч.

**Задание 2.** На испытание поставлено  $(1000+15N)$  однотипных ламп. За первые  $(3000+30N)$  ч работы отказало  $(80+N)$  ламп, а за интервал  $(3000+30N)$  ч –  $(4000+30N)$  ч отказало еще  $(50+N)$  ламп. Определить частоту и интенсивность отказов электронных ламп в промежутке  $(3000+30N)$  ч –  $(4000+30N)$  ч работы.

**Задание 3.** Производилось наблюдение за работой трех экземпляров однотипной аппаратуры. За период наблюдения было зафиксировано по первому экземпляру  $6+N$  отказов, по второму и третьему –  $(11+N)$  и  $(8+N)$  отказов соответственно. Нарботка первого экземпляра составила  $(181+3N)$  ч, второго –  $(329+3N)$  ч и третьего  $(245+3N)$  ч. Требуется определить наработку аппаратуры на отказ  $\tilde{T}$ .

**Задание 4.** Система состоит из 5 приборов, причем отказ любого одного из них ведет к отказу системы. Известно, что первый прибор отказал  $(34+2N)$  раза в течение  $(952+10N)$  ч работы, второй –  $(24+2N)$  раза в течение  $(960+10N)$  ч работы, а остальные приборы в течение  $(210+5N)$  часов работы отказали  $(4+N)$ ,  $(6+N)$  и  $(5+N)$  раз соответственно. Требуется определить наработку до отказа системы в целом, если справедлив экспоненциальный закон надежности для каждого из пяти приборов.

**Задание 5.** За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано  $(8+N)$  отказов. Время восстановления составило  $t_1 = (12+N)$  мин,  $t_2 = (23+N)$  мин,  $t_3 = (15+N)$  мин,  $t_4 = (9+N)$  мин,  $t_5 = (17+N)$  мин,  $t_6 = (28+N)$  мин,  $t_7 = (25+N)$  мин,  $t_8 = (31+N)$  мин. Определить среднее время восстановления аппаратуры  $\tilde{T}_B$ .

**Задание 6.** Аппаратура имела среднюю наработку на отказ  $(65+5N)$  ч и среднее время восстановления  $(1,25+0,1N)$  ч. Требуется определить коэффициент готовности.

$N$  – номер варианта.

### Контрольные вопросы

1. Назовите показатели надежности.
2. От чего зависит выбор количественных характеристик надежности.
3. Вероятность и частота отказов.
4. Интенсивность отказов и средняя наработка до отказов.
5. Невосстанавливаемые и восстанавливаемые системы.
6. Основные законы распределения времени безотказной работы.
7. Закон Релея
8. Закон Гамма
9. Закон Вейбулла
10. Коэффициент простоя и оперативной готовности.

### Лабораторная работа № 6

#### Косвенное измерение объема и плотности твёрдых тел

##### Цель работы:

- освоение методов проведения однократных прямых и косвенных измерений;
- усвоение правил обработки, представления (записи) и интерпретации результатов проведенных измерений;
- приобретение практических навыков применения различных по точности средств измерений, а также анализа и сопоставления точности результатов косвенных измерений с точностью средств измерений, используемых при проведении прямых измерений;
- выявление возможных источников и причин методических погрешностей

##### Основные понятия и определения

*Косвенное измерение* – определение искомой физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной.

При косвенных измерениях искомое значение величины находят расчетом на основе прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной известной зависимостью:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (6.1)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – подлежащие прямым измерениям аргументы функции  $y$ .

Результатом косвенного измерения является оценка величины  $y$ , которую находят подстановкой в формулу (6.1) измеренных значений аргументов  $x_i$ .

Поскольку каждый из аргументов  $x_i$  измеряется с некоторой погрешностью, то задача оценивания погрешности результата сводится к суммированию погрешностей измерения аргументов. Однако особенность косвенных измерений состоит в том, что вклад отдельных погрешностей измерения аргументов в погрешность результата зависит от вида функции (6.1).

Для оценки погрешностей существенным является разделение косвенных измерений на линейные и нелинейные косвенные измерения.

При линейных косвенных измерениях уравнение измерений имеет вид:

$$y = \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i, \quad (6.2)$$

где  $b_i$  – постоянные коэффициенты при аргументах  $x_i$ .

Результат линейного косвенного измерения вычисляют по формуле (6.2), подставляя в неё измеренные значения аргументов.

Погрешности измерения аргументов  $x_i$  могут быть заданы своими границами  $\Delta x_i$ .

При малом числе аргументов (меньше пяти) простая оценка погрешности результата  $\Delta y$  получается простым суммированием предельных погрешностей (без учета знака), т.е. подстановкой границ  $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$  в выражение:

$$\Delta y = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_n \quad (6.3)$$

Однако эта оценка является излишне завышенной, поскольку такое суммирование фактически означает, что погрешности измерения всех аргументов одновременно имеют максимальное значение и совпадают по знаку.

Учитывая, что погрешности измерения аргументов всегда являются малыми величинами по сравнению с номинальными значениями аргументов, то погрешность результата измерения  $\Delta y$ :

$$\Delta y = \frac{\partial y}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial y}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial y}{\partial x_n} \Delta x_n. \quad (6.4)$$

Если проанализировать формулу (6.4), то можно получить простое правило оценивания погрешности результата нелинейного косвенного измерения.

Погрешности в произведениях и частных. Если измеренные значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$  используются для вычисления  $y = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$

или  $y = \frac{x_1}{x_2}$ , то суммируются относительные погрешности

$$\partial y = \partial x_1 + \partial x_2 + \dots + \partial x_n, \text{ где } \partial y = \frac{\Delta y}{y}.$$

Применительно к измерению плотности твёрдого тела оно заключается в прямых измерениях массы тела и его геометрических размеров и вычислении отношения массы к объёму по формуле

$$\rho = m/V. \quad (6.5)$$

В данной работе проводится косвенное измерение плотности и объёма твёрдых тел

*Правила округления погрешности и записи результатов измерений*

Эмпирически были установлены следующие правила округления рассчитанного значения погрешности и полученного результата измерения.

**1.** Если первая значащая цифра числа, выражающего погрешность, равна 1 или 2, то это значение погрешности должно содержать две значащих цифры. При этом округление проводится всегда в большую сторону. Ниже приведены примеры округления погрешностей измерения.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$\Delta = 137,153 \text{ м}$	$\Delta = 140 \text{ м}$
$\Delta = 2,42 \text{ кг}$	$\Delta = 2,5 \text{ кг}$

**2.** Если первая значащая цифра числа, выражающего погрешность, равна 3 и более, то значение погрешности должно содержать одну значащую цифру. При этом округление проводится по законам математики. Ниже приведены примеры округления погрешностей измерения.

Вычисленная погрешность	Округленная погрешность
$\Delta = 0,0327 \text{ В}$	$\Delta = 0,03 \text{ В}$
$\Delta = 516,78 \text{ Дж}$	$\Delta = 500 \text{ Дж}$

**3.** При записи результатов измерений числовое значение результата измерения должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение погрешности.

**4.** Округление производится лишь в окончательном ответе, все промежуточные вычисления производятся с одним, двумя лишними знаками. Ниже приведены примеры записи результатов измерений.

## Результаты вычислений

$$C_{\text{изм}} = 0,0014964 \Phi;$$

$$\Delta = \pm 0,000123 \Phi$$

$$m_{\text{изм}} = 34667,83 \text{ кг}; \Delta = \pm 867,15 \text{ кг}$$

$$t_{\text{изм}} = 29,756 \text{ сек}; \Delta = \pm 0,0172 \text{ сек.}$$

## Результаты измерений

$$C_{\text{изм}} = (1,50 \pm 0,13) \cdot 10^{-3} \Phi;$$

$$m_{\text{изм}} = (34,7 \pm 0,9) \cdot 10^3 \text{ кг};$$

$$t_{\text{изм}} = (29,756 \pm 0,018) \text{ сек.}$$

**Порядок выполнения работы****Задание 1**

1. Произвести однократные измерения длины, ширины и высоты параллелепипеда средствами измерений различной точности: штангенциркулем, и линейкой. Результаты измерений записать в табл. 6.1.

2. Определить объём параллелепипеда используя соотношение:

$$V = S_{\text{основ}} \cdot h. \quad (6.6)$$

где  $S_{\text{основ}}$  — площадь основания параллелепипеда,  $h$  — высота.  $\text{мм}^3$

3. Определить относительную погрешность измерений, выраженную в относительных единицах.

$$\delta_v = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta h}{h} \quad (6.7)$$

В формуле – погрешности средств измерений, используемых при измерениях и измеренные значения. Погрешность линейки  $\pm 0,5 \text{ мм}$

При косвенных измерениях физических величин очень часто используются табличные данные или иррациональные константы. В силу этого используемое при расчетах значение константы, округленное до некоторого знака, является приближенным числом, вносящим свою долю в погрешность измерений. Эта доля погрешности определяется как погрешность записи (округления) константы.

Таблица 6.1

**Результаты измерений**

Измеряемый параметр	Параллелепипед 1		Параллелепипед 2	
	линейка	ШЦ	линейка	ШЦ
Длина $l$ , мм				
Высота $h$ , мм				
Ширина $b$ , мм				
$V$ , $\text{мм}^3$				
$\delta_v$				
$\Delta V$ , $\text{мм}^3$				
$V = (V \pm \Delta V) \text{ мм}^3$				

4. Определить погрешность вычисления объема по формуле:

$$\Delta V = \delta_V \cdot V, \text{ мм}^3 \quad (6.8)$$

5. Округлить погрешности измерений и записать результат измерений объёмов цилиндров

$$V = (V \pm \Delta V) \text{ мм}^3 \quad (6.9)$$

Для того, чтобы записать окончательный результат косвенных измерений, необходимо произвести округление погрешности измерений  $\Delta V$ , согласовать числовые значения результата измерений и погрешности.

6 Оформить отчет и сделать вывод.

### Задание 2

1. Измерить геометрические размеры образцов с помощью штангенциркуля, причём измерения производить по средним сечениям образцов. Полученные результаты измерений внести в табл. 6.2.

Таблица 6.2

#### Результаты измерений

Материал и форма образца	Геометрические размеры образца, м		Объём образца $V, \text{ м}^3$	Масса образца $m, \text{ кг}$	Плотность материала $\rho, \text{ кг/м}^3$
Дерево, призма 1	Длина $l$				
	Ширина $b$				
	Высота $h$				
Дерево, призма 2	Длина $l$				
	Ширина $b$				
	Высота $h$				

Рекомендуется результаты измерений геометрических размеров и результаты расчётов объёма и плотности записывать числами с множителем 10 в соответствующей степени.

2. Рассчитать объём каждого образца и плотность материала в соответствии с формулами значения объёмов и плотностей округлить до четырёх значащих цифр и внести в табл. 6.2.

3. В качестве абсолютных погрешностей прямых измерений геометрических размеров и массы образцов принять абсолютные допускаемые погрешности применённых средств измерений. Определить относительные погрешности всех измеренных прямо величин; те и другие погрешности внести в табл. 6.3.  $\delta_x = \frac{\Delta x}{x}$

Таблица 6.3

**Результаты измерений**

Параметр	Значение	
$\delta_p$		
$\Delta\rho$ , кг/м <sup>3</sup>		
$\rho = \rho \pm \Delta\rho$ кг/м <sup>3</sup>		

4 По формулам рассчитать соответствующие погрешности измерений плотности каждого материала (образца) и внести их в таблицу 6.3 с округлением до трёх-четырёх значащих цифр.

**Контрольные вопросы**

1 Прямые и косвенные измерения. В каких случаях прибегают к косвенным измерениям?

2 Каким образом устанавливаются зависимости (уравнения связи) между искомой величиной, измеряемой косвенно, и величинами, измеряемыми прямо?

3 Каким требованиям должны отвечать образцы твёрдых тел для косвенного измерения их плотности?

4 Из чего складывается погрешность косвенных измерений?

5 В чём заключается требование равноточности прямых измерений применительно к косвенным измерениям?

6 Целесообразен ли и при каких условиях возможен переход от косвенных измерений каких-либо величин к их прямому измерению?

7 Как определяется абсолютная и относительная погрешность при прямых измерениях?

8 Как определить относительную ошибку косвенного измерения?

9 Как можно определить абсолютную ошибку при косвенном измерении?

10 Как записать окончательный результат измерения.

**Лабораторная работа № 7****Обработка результатов прямых многократных измерений****Цель работы:**

- приобретение навыков применения средств измерений и экспериментального определения их основных классификационных признаков;

- изучение и освоение вероятностно-статистического метода обработки результатов многократных наблюдений;

- приобретение навыков математической обработки результатов прямых равноточных измерений с многократными наблюдениями в соответствии и представления результата измерений.

### Основные понятия и определения

В зависимости от характера проявления различают систематическую ( $\Delta_c$ ) и случайную ( $\overset{0}{\Delta}$ ) составляющие погрешности измерений, а также *грубые погрешности (промахи)*.

*Систематическая погрешность измерения (систематическая погрешность  $\Delta_c$ )* – это составляющая погрешности результата измерений, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

*Неисключенная систематическая погрешность (НСП)* – составляющая погрешности результата измерений, обусловленная погрешностями вычисления и введения поправок на влияние систематических погрешностей или систематической погрешностью, поправка на действие которой не введена вследствие ее малости.

Границы неисключенной систематической погрешности  $\Theta$  при числе слагаемых  $N \leq 3$  вычисляют по формуле:

$$\Theta = \pm \sum_{i=1}^N |\Theta_i|, \quad (7.1)$$

где  $\Theta_i$  – граница  $i$ -ой составляющей неисключенной систематической погрешности.

При числе неисключенных систематических погрешностей  $N \geq 4$  вычисление проводят по формуле:

$$\Theta = \pm K \sqrt{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2}, \quad (7.2)$$

где  $K$  – коэффициент зависимости отдельных неисключенных систематических погрешностей от выбранной доверительной вероятности  $P$  при их равномерном равномерном распределении (при  $P = 0,99$ ,  $K = 1,4$ ). Здесь  $\Theta$  рассматривается как доверительная квазислучайная погрешность.

*Случайная погрешность измерения ( $\overset{0}{\Delta}$ )* – составляющая погрешности результата измерений, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины.

Случайная погрешность оценивается доверительным интервалом

$$\Delta = \pm t_p \cdot S_{\bar{x}}, \quad (7.3)$$

где  $t_p$  - коэффициент Стьюдента для данного уровня доверительной вероятности  $P_d$  и объема выборки (число измерений).

*Доверительные границы погрешности результата измерения* – границы интервала, внутри которого с заданной вероятностью находится искомое (истинное) значение погрешности результата измерений.

*Выборка* - ряд из  $x$  результатов измерений  $\{x_i\}$ ,  $i=1, \dots, n$  ( $n > 20$ ), из которых исключены известные систематические погрешности. Объем выборки определяется требованиями точности измерений и возможностью производить повторные измерения.

*Вариационный ряд* – выборка, упорядоченная по возрастанию.

*Гистограмма* – зависимость относительных частот попадания результатов измерения в интервалы группирования от их значений, представленная в графическом виде.

*Оценка закона распределения* – оценка соответствия экспериментального закона распределения теоретическому распределению. Проводится с помощью специальных статистических критериев. При  $n < 15$  не проводится.

*Точечные оценки закона распределения* – оценки закона распределения, полученные в виде одного числа, например, оценка дисперсии результатов измерений или оценка математического ожидания и т.д.

*Средняя квадратическая погрешность результатов единичных измерений в ряду измерений* (средняя квадратическая погрешность измерений): Оценка  $S_x$  рассеяния единичных результатов измерений в ряду равнозначных измерений одной и той же физической величины около среднего их значения, вычисляемая по формуле:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n=20} (x_i - \bar{x})^2}, \quad (7.4)$$

где  $x_i$  — результат  $i$ -го единичного измерения;  $\bar{x}$  — среднее арифметическое значение измеряемой величины из  $n$  единичных результатов.

*Средняя квадратическая погрешность результата измерений среднего арифметического*: Оценка  $S_{\bar{x}}$  случайной погрешности среднего арифметического значения результата измерений одной и той

же величины в данном ряду измерений, вычисляемая по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n=20} (x_i - \bar{x})^2}, \quad (7.5)$$

где  $S_x$  — средняя квадратическая погрешность результатов единичных измерений, полученная из ряда равноточных измерений;  $n$  — число единичных измерений в ряду.

#### **Алгоритм обработки результатов наблюдений**

Обработку результатов наблюдений проводят в соответствии с ГОСТ 8.207 «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений»

1 Определение точечных оценок закона распределения по формулам (7.4) и (7.5)

2 Построение экспериментального закона распределения результатов многократных наблюдений:

а) записать вариационный ряд результатов многократных наблюдений  $x_i$ ;

б) определить число интервалов группирования (для  $n = 20$   $m \approx (5 - 6)$  по формуле

$$m \approx 3,3 \lg(n) + 1 \quad (7.6)$$

в) вычислить интервал группирования  $h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m}$  и разбить

вариационный ряд на интервалы;

границы первого интервала  $m_1: [x_{\min}; x_{\min} + h]$ ;

граница второго интервала равна  $m_2: (x_{\min} + h; x_{\min} + h + h]$  и т.д.

г) вычислить относительные частоты

$$\bar{n}_j = \frac{n_j}{n}, \quad (7.7)$$

где  $j = 1, \dots, m$ ;  $n_j$  — число значений  $X$  из вариационного ряда,

попавших в  $j$  интервал группирования;

д) построить гистограмму, пример представлен на рис. 7.1.

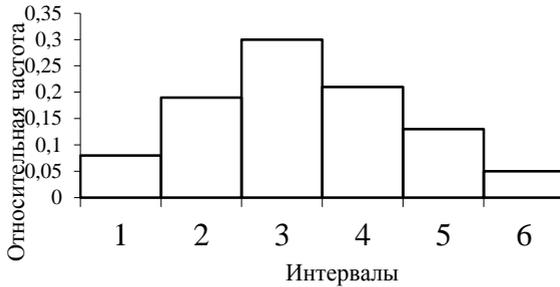


Рис. 7.1. Гистограмма

При малых  $n < 15$  гистограмма позволяет оценить тип экспериментального распределения только качественно, и оценка соответствия выборочного распределения теоретическому распределению не производится. Данная в примере гистограмма позволяет предположить нормальный характер распределения результатов многократных наблюдений.

3. Определение доверительных границ случайной погрешности:

а) Задать доверительную вероятность из ряда  $P_d = 0,9; 0,95; 0,99$ .

б) Определить доверительные границы случайной погрешности по формуле:

$$\Delta = \pm t_p \cdot S_{\bar{x}}, \quad (7.8)$$

где  $t_p$  - коэффициент Стьюдента для данного уровня доверительной

вероятности  $P_d$  и объема выборки  $n$ .

4. Определение границ неисключенной систематической погрешности

Неисключенная систематическая погрешность определяется погрешностью метода, субъективной погрешностью, основными погрешностями СИ (вольтметра, генератора), дополнительными погрешностями. Они определяются нестатистическими методами. Суммарные границы неисключенной систематической погрешности определяются по формуле:

$$\Theta = \begin{cases} \pm K \sqrt{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2} & , \text{ при } N > 4 \\ \pm \sum_{i=1}^N |\Theta_i| & , \text{ при } N \leq 3 \end{cases}$$

Здесь  $N$  - количество составляющих неисключенной систематической погрешности.

5. Определение доверительных границ суммарной погрешности результата измерения  $\Delta_{\Sigma}$ :

6. Записать результат измерения в виде  $x = \bar{x} \pm \Delta_{\Sigma}$  с указанием единиц измерения.

$$\Delta_{\Sigma} = \begin{cases} \overset{\circ}{\Delta} & \text{если } \Theta < 0,8 \cdot S_{\bar{x}} \\ \frac{\Theta + \overset{\circ}{\Delta}}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}} S_{\Sigma} & \text{если } \Theta > 8 \cdot S_{\bar{x}} \\ & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

где  $S_{\Theta} = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^N \Theta_i^2}$  и  $S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\bar{x}}^2 + S_{\Theta}^2}$

### Порядок выполнения работы

1. Заполнить для используемых средств измерений (СИ) таблицу 7.1.

2. Собрать схему для прямого измерения напряжения переменного электрического сигнала произвольной частоты. Напряжение, задаваемое с генератора, установить в одном из пределов  $-1 \dots 100$  мВ;  $1 \dots 10$  В.

Таблица 7.1

#### Классификационные признаки средств измерений

Классификационный признак	Генератор ГЗ - 109	Вольтметр В7 - 22А
Вид СИ		
Тип выходной величины		
Форма представления информации		
Назначение		
Метрологическое назначение		
Нормируемые метрологические характеристики СИ		

3. Произвести ряд независимых многократных наблюдений ФВ –  $x$ . Результаты записать в таблицу 7.2 (графы 1, 2) с указанием наименования ФВ и единицы измерения:

Таблица 7.2

**Результаты измерений**

$n_i$		$\Delta x = x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Вариационный ряд	$n_j$
1				$\Delta x_{\min}$	
...					
20		...	...	... $\Delta x_{\max}$	
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$		$\sum_{i=1}^{n=20} (x_i - \bar{x})^2$		

Количество независимых равноточных измерений –  $n > 20$ .

4. Провести обработку результатов многократных наблюдений в соответствии с алгоритмом и заполнить табл. 7.2.

5. Записать результат измерения ФВ с указанием пределов и доверительной вероятности с соблюдением правил округления

6. Сделать выводы.

**Контрольные вопросы**

1. В чем смысл многократных измерений?
2. Цель построения гистограммы.
3. Какими погрешностями определяется систематическая составляющая погрешности измерений и какими случайная составляющая?
4. Что такое неисключенная систематическая погрешность и как её определить?
5. Что такое доверительные границы погрешности результата измерений?
6. Как определяются доверительные границы суммарной погрешности результата измерений?
8. Что такое выборка и вариационный ряд.
9. Как определяются границы неисключенной систематической погрешности при  $N \leq 3$  и  $N \geq 4$ .
10. Как оценивается случайная погрешность.

## Лабораторная работа № 8

### Поверка штангенциркуля

**Цель работы:** выполнить поверку штангенциркуля, сделать вывод о его пригодности для измерений.

#### Основные понятия и определения

Основным законодательным актом, регулирующим отношения в области метрологии, является Федеральный закон Российской Федерации от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (далее Закон).

Под *единством измерений* понимают состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в РФ единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы. Для обеспечения единства измерений необходимо не только применение узаконенных единиц величин, но и важно, чтобы размер единиц был одинаковым. Для этого следует воспроизводить единицы с максимально возможной точностью с помощью эталонов, хранить единицу в состоянии, обеспечивающем неизменность размера во времени, и регулярно передавать размер единицы всем другим средствам измерений, проградуированным в этой единице.

*Поверочная схема* - утвержденный документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размеров единиц от эталона рабочим средствам измерений.

Основной метрологической операцией при передаче размеров единиц величин является поверка средств измерений. *Поверка средств измерений* - совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

В соответствии с Законом, средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации - периодической поверке.

Средства измерений (СИ), которые не предназначены для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений не подлежат государственному надзору.

*Калибровка СИ* - совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик СИ.

Калибровочная лаборатория по заявке (договору) заказчика определяет и подтверждает сертификатом о калибровке действительные значения метрологических характеристик СИ на данный момент времени. При этом калибровочная лаборатория не делает никакого вывода о пригодности прибора. Установленные характеристики могут отличаться от паспортных и только в компетенции заказчика определить, в каких условиях и для каких целей можно использовать данное СИ.

При поверке же, СИ признается пригодным, если действительные значения его метрологических характеристик соответствуют ранее установленным техническим требованиям. Вывод о пригодности СИ в этом случае делает лаборатория, проводившая поверку.

### **Порядок выполнения работы**

#### **1. Внешний осмотр**

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие штангенциркуля требованиям ГОСТ 166 п.2.25 и п.2.26 в части отчетливости и правильности оцифровки штрихов шкал, комплектности и маркировки;
- наличие зажимного устройства для зажима рамки, шкал на штанге и рамке (ГОСТ 8.113 п.3.1).

Не допускаются:

- заметные при визуальном осмотре дефекты, ухудшающие эксплуатационные качества и препятствующие отсчету показаний;
- перекося края нониуса к штрихам шкалы штанги, препятствующий отсчету показаний.

Отразите в протоколе соответствие штангенциркуля требованиям ГОСТ 166 п.2.25 и п.2.26, а также ГОСТ 8.113 п.3.1.

#### **2. Опробование**

При опробовании проверяют:

- плавность перемещения рамки вместе с устройством тонкой настройки рамки;
- возможность продольного регулирования нониуса;
- отсутствие перемещения рамки под действием собственной массы;
- возможность зажима рамки в любом положении в пределах диапазона измерения;

- нахождение рамки с нониусом по всей ее длине на штанге при измерении размеров, равных верхнему пределу измерения;
- отсутствие продольных царапин на шкале штанги при перемещении по ней рамки (визуально).

### 3. Определение метрологических характеристик

3.1. Длину вылета губок определяют при помощи металлической измерительной линейки. Длина вылета губок должна соответствовать значениям, установленным в ГОСТ 166 п.1.5. Допускается уменьшение длины вылета губок до 30 мм и уменьшение длины губок для внутренних измерений на  $\frac{1}{4}$  их длины по сравнению со значениями, приведенными в ГОСТ 166 п.1.5.

Отразите в протоколе результаты измерения длины вылета губок в виде табл. 8.1.

3.2. Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей губок для измерения наружных размеров определяют при помощи концевых мер длины и ролика (ГОСТ 8.113 п.3.3.6 черт. 2) при трех положениях подвижной губки, близких к пределам измерений и середине диапазона измерения штангенциркуля.

За отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей губок принимают наибольшую разность измеренных расстояний при каждом положении подвижной губки, которая не должна превышать значений, установленных в ГОСТ 166 п. 2.6.

Таблица 8.1

#### Результаты измерения длины вылета губок

Характеристика (ГОСТ 166 п.1.1 черт.1 - 4)	Измеренное значение	Нормативное значение по ГОСТ 166 п. 1.5	Вывод (соответствует / не соответствует)
1 Длина вылета губок для измерения наружных размеров $l$ , мм			
2 Длина вылета губок для измерения внутренних размеров $l_1$ , мм			

Отразите в протоколе результаты определения отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей губок для измерения наружных размеров, заполнив табл. 8.2.

Таблица 8.2

**Результаты определения отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей губок для измерения наружных размеров**

Положение подвижной губки	Номер измерения $i$	Результат измерения $a_i$ , мм	Отклонение $\Delta a_i$ , мм	Нормативное значение $\Delta a_N$ , мм (ГОСТ 166 п. 2.6)	Вывод
Близко к нижнему пределу измерения	1		$\Delta a_I = a_1 - a_2$		
	2				
В середине диапазона измерения	3		$\Delta a_{II} = a_3 - a_4$		
	4				
Близко к верхнему пределу измерения	5		$\Delta a_{III} = a_5 - a_6$		
	6				

3.3. Отклонение от параллельности измерительных поверхностей губок для внутренних измерений штангенциркулей типа ШЦ-I и расстояние между ними определяют гладким микрометром при затянутом зажиме рамки. Штангенциркуль устанавливают на размер 10 мм по концевой мере длиной 10 мм. Микрометром измеряют расстояние между измерительными поверхностями губок в двух или трех сечениях по длине губок. Разность расстояний равна отклонению от параллельности измерительных поверхностей и не должна превышать значений, установленных в ГОСТ 166 п. 2.6.

Отразите в протоколе результаты определения отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей губок для измерения внутренних размеров, заполнив табл. 8.3.

Таблица 8.3

**Результаты определения отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей губок для измерения внутренних размеров**

Номер измерения $i$	Результат измерения $b_i$ , мм	Отклонение $\Delta b = b_1 - b_2$ , мм	Нормативное значение $\Delta b_N$ , мм (ГОСТ 166 п. 2.6)	Вывод
1				
2				

3.4. Погрешность штангенциркулей типа ШЦ-I при измерении глубины определяют по концевым мерам длиной 30 мм. Две концевые меры устанавливают на плоскую стеклянную пластину или

поверочную плиту. Торец штанги прижимают к измерительным поверхностям концевых мер. Линейку глубиномера перемещают до соприкосновения с плоскостью стекла или плиты и производят отсчет. Погрешность штангенциркуля при измерении глубины не должна превышать значения, установленного в ГОСТ 166 п. 2.4.

Отразите в протоколе результаты определения погрешности штангенциркуля при измерении глубины, заполнив табл. 8.4.

Таблица 8.4

**Результаты определения погрешности при измерении  
глубины**

Результат измерения $h$ , мм	Эталонное значение $h_{эм}$ , мм	Погрешность $\Delta h = h - h_{эм}$ , мм	Нормативное значение $\Delta h_N$ , мм (ГОСТ 166 п. 2.4)	Вывод

3.5. Погрешность штангенциркулей определяют по концевым мерам длины. Блок концевых мер длины помещают между измерительными поверхностями губок штангенциркуля. Усилие сдвигания губок должно обеспечивать нормальное скольжение измерительных поверхностей губок по измерительным поверхностям концевых мер длины при отпущенном стопорном винте рамки. Длинное ребро измерительной поверхности губки должно быть перпендикулярно к длинному ребру концевой меры длины и находиться в середине измерительной поверхности.

В одной из поверяемых точек погрешность определяют при зажатом стопорном винте рамки, при этом должно сохраняться нормальное скольжение измерительных поверхностей губок по измерительным поверхностям концевых мер.

Погрешность для каждой пары губок не должна превышать значений, установленных в ГОСТ 166 п. 2.3.

Отразите в протоколе результаты определения погрешности штангенциркуля, заполнив табл. 8.5.

3.6. Проверяют нулевую установку штангенциркуля. Для штангенциркулей типа ШЦ-I при сдвинутых до соприкосновения губках смещение штриха нониуса должно быть в плюсовую сторону. Смещение нулевого штриха определяют при помощи концевой меры длиной 1,05 мм, которую перемещают между измерительными поверхностями губок. При этом показание штангенциркуля должно быть не более 1,1 мм (ГОСТ 8.113 п.3.3.11).

Отразите в протоколе результаты проверки нулевой установки штангенциркуля, заполнив табл. 8.6; укажите, есть ли смещение

нулевого штриха нониуса, если есть, то в какую сторону (положительную/отрицательную) относительно нулевого штриха шкалы штанги.

Таблица 8.5

### Результаты определения погрешности

Положение подвижной губки	Номер измерения $i$	Результат измерения $c_i$ , мм	Эталонное значение $c_N$ , мм	Погрешность $\Delta c_i = c_i - c_N$ , мм	Нормативное значение $\Delta c_N$ , мм (ГОСТ 166 п. 2.6)	Вывод
Близко к нижнему пределу измерения	1					
В середине диапазона измерения	2					
Близко к верхнему пределу измерения	3					

Таблица 8.6

### Проверка нулевой установки

Номер измерения $i$	Результат измерения $e_i$ , мм	Эталонное значение $e_m$ , мм	Нормативное значение $e_N$ , мм	Вывод
1				
2				
3				

4 Оформление результатов поверки. На основании проведенной поверки штангенциркуль \_\_\_ (обозначение штангенциркуля) № \_\_\_ (заводской номер) \_\_\_, изготовленный \_\_\_ (производитель штангенциркуля) \_\_\_ пригоден/не пригоден для применения.

### Контрольные вопросы

1. К какой классификационной группе СИ относятся средства измерений, используемые в вашей лабораторной работе?
2. Дайте определение «поверка СИ».

3. Что такое «калибровка СИ». Для каких приборов она осуществляется?

4. В чем отличие поверки от калибровки?

5. Какой документ регулирует отношения в области обеспечения единства измерений?

6. Дайте определение «единство измерений».

7. Что такое «поверочная схема»?

8. С какой целью проводят измерения погрешности при увеличении и при уменьшении значения величины?

9. Что такое нормальные условия применения СИ, чем они отличаются от рабочих условий?

10. Почему не рекомендуют проводить измерения, если результат считывается в начале шкалы стрелочного прибора?

## Лабораторная работа № 9

### Поверка весов

**Цель работы:** выполнить поверку весов, сделать вывод об их пригодности для измерений.

#### Основные понятия и определения

Требования к организации и проведению поверки СИ на территории РФ устанавливает нормативный документ ПР 50.2.006 «Порядок проведения поверки СИ».

В большинстве случаев поверка состоит из следующих операций, совершаемых со средством измерения:

- *внешний осмотр*, при котором проверяют комплектность документации, наличие всех необходимых деталей и элементов, клейм, знаков; отсутствие внешних дефектов и так далее;

- *проверка работоспособности*, проводится для всех элементов СИ и на всех режимах;

- *экспериментальное определение метрологических характеристик СИ* с целью установления их соответствия требованиям нормативной и технической документации.

СИ подвергаются первичной, периодической, внеочередной и инспекционной поверкам.

#### Порядок выполнения работы

1. Внешний осмотр

1.1. При внешнем осмотре собранных весов должно быть установлено наличие основных обозначений по ГОСТ 29329.

Отразите в протоколе соответствие весов требованиям ГОСТ 29329 п.2.12.1.

1.2. Основные обозначения должны быть четкими, хорошо видимыми и должны быть выполнены на табличке, постоянно закрепленной на весах, или непосредственно на весах.

Отразите в протоколе характер основных обозначений: четкие/нечеткие, хорошо/плохо видимы, выполнены на табличке/непосредственно на весах.

1.3. Отсутствие механических повреждений.

Отразите в протоколе наличие или отсутствие механических повреждений весов.

## 2. Опробование

Отразите в протоколе работоспособность органов управления, аппаратуры индикации и режимов работы, заполнив табл. 9.1.

Таблица 9.1

### Работоспособность органов управления, аппаратуры индикации и режимов работы

№ измерения	Наименование	Работоспособность (раб/ не раб.)
1	Кнопка <b>ВКЛ/ТАРА</b>	
2	Кнопка <b>Ф</b>	
3	Кнопка <b>ВЫКЛ</b>	
4	Дисплей	
5	Режим установок	
6	Автоматическое отключение	
7	Выбор единиц измерения	
8	Счетный режим работы	
9	Режим тарирования	

## 3. Определение метрологических параметров

Метрологические параметры определяют на собранных весах. При этом определяют непостоянство показаний ненагруженных весов, независимость показаний весов от положения груза на грузоприемном устройстве, чувствительность и погрешность показаний нагруженных весов. Метрологические параметры определяют методом непосредственной оценки при помощи образцовых гирь 4-го разряда.

3.1. Непостоянство показаний ненагруженных весов определяют перед установлением других метрологических параметров нагруженных весов. При определении непостоянства показаний ненагруженных весов на грузоприемное устройство помещают гири-допуски массой, равной при эксплуатации  $1e$  ( $e$  – цена поверочного деления) и регулятором "нуля" или тары устанавливают весы в нулевое положение (положение равновесия). Непостоянство показаний определяют для настольных весов и рычажных безменов при выведении их из положения равновесия нажатием рукой на

грузоприемную площадку весов с определением и регистрацией массы.

В случае невозвращения указателя отсчетного устройства в нулевое положение (положение равновесия) необходимо снять или положить на грузоприемное устройство гири-допуски. Непостоянство показаний ненагруженных весов не должно превышать значений  $\pm 1e$ .

Отразите в протоколе непостоянство показаний ненагруженных весов, заполнив табл. 9.2.

Таблица 9.2

**Непостоянство показания ненагруженных весов**

№ измерения	Масса начальной гири допуска, кг	Измеряемая масса, при нажатии рукой	Масса гирь-допуска для компенсации непостоянства измерений
1			
2			
3			
4			
5			

3.2. Независимость показаний весов от положения груза на грузоприемном устройстве проверяют при нагружении весов образцовыми гирями массой, соответствующей 10% НПВ. Образцовые гири размещают на настольных весах с одной площадкой - в центре, а затем по ее углам. Отразите в протоколе зависимость показаний весов от положения груза на грузоприемном устройстве, заполнив табл. 9.3.

3.3. Погрешность нагруженных электромеханических весов определяют при увеличении и при уменьшении нагрузками, равными десяти значениям массы.

Таблица 9.3

**Независимость показания весов от положения груза**

№ измерения	Масса образцовой гири $Q$ , кг	Результат измерения $X$ , кг	Абсолютная погрешность измерения $\Delta = Q - X$ , кг	Предел допускаемой погрешности, кг
1				
2				
3				
4				
5				

Отразите в протоколе погрешность показаний нагруженных весов, заполнив табл. 9.4.

Таблица 9.4

**Погрешность показаний нагруженных весов**

№	Нагружены е или разгрузка +/-	Масса гири $Q$ , кг	Резу- льтат изме- рения $X$ , кг	Абсолютная погрешность измерения	$\Delta = Q - X$ , кг	Предел допускаемой погрешности $\Delta_{\max}$ ,
	+	0,0102				
	+	0,1104				
	+	0,2204				
	+	0,3309				
	+	0,4400				
	+	0,5501				
	+	0,6603				
	+	0,7705				
	+	0,8815				
	+	1,0002				
	-	0,8815				
	-	0,7705				
	-	0,6603				
	-	0,5501				
	-	0,4400				
	-	0,3309				
	-	0,2204				
	-	0,1104				

3.4. Чувствительность весов определяют не менее, чем при трех значениях нагрузки, включая НмПВ и НПВ, путем помещения на грузоприемное устройство или снятия с него гири-допусков, равных по массе от 0,5e до 1,4e. Чувствительность весов во всем диапазоне взвешивания не должна превышать 1,2e.

Отразите в протоколе чувствительность нагруженных весов, заполнив табл. 9.5.

Таблица 9.5

**Чувствительность весов**

№ измерения	Нагрузка, г	Цена деления	Масса гири- допуска при которой изменились показания весов, кг
	0,0103		
	0,5009		
	1,0004		

3.5. Погрешность шкалы устройства для компенсации массы тары определяют не менее, чем в пяти равномерно расположенных отметках, включая НМПВ и НПВ–0,5 кг. Гири соответствующей массы устанавливают на площадку весов, после чего устанавливают или снимают гири-допуски, устанавливая весы в нулевое положение. Погрешность устройства не должна превышать пределов допускаемой погрешности, установленной в ГОСТ 29329 п.2.3.1.

Отразите в протоколе погрешность устройства для компенсации массы тары, заполнив табл. 9.6.

Таблица 9.6

<b>Погрешность шкалы устройства для компенсации массы тары</b>		
№ измерения	Компенсируемая масса тары, кг	Масса гирь-допусков при которых весы переходят в нулевое положение, кг
	0,0103	
	0,0253	
	0,5102	
	0,7508	
	1,0031	

7 Оформление результатов поверки. На основании проведенной поверки весы           (обозначение весов)           №           (заводской номер)          , изготовленные           (производитель весов)           пригодны/не пригодны для применения.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие операции выполняют при поверке?
2. Когда проводится первичная поверка?
3. Что такое «периодическая поверка»?
4. В каких случаях проводят внеочередную поверку?
5. Кто проводит поверку СИ?
6. Для каких СИ поверка обязательна?
7. Поясните порядок проведения поверки для вашего поверяемого СИ.
8. Какой класс точности у вашего средства измерения? На что он указывает?
9. Какое требование предъявляется к точности эталонного средства, по отношению к поверяемому?
10. Что называют верхним пределом измерения поверяемого прибора?

## Лабораторная работа № 10

### Определение технических характеристик универсального осциллографа

**Цель работы:** Ознакомление с методами проведения измерений основных параметров сигнала с помощью осциллографа. Изучение основных технических характеристик осциллографов и осмысление результатов влияния этих характеристик на результаты измерений.

#### Основные понятия и определения

*Электронный осциллограф* – универсальный измерительный прибор применяемый для визуального контроля (наблюдения) и фотографирования электрических сигналов и измерения их параметров.

В зависимости от назначения и электрических характеристик осциллографы в соответствии с ГОСТ 15094-69 разделяются на универсальные, скоростные, стробоскопические, специальные.

*Универсальные осциллографы (С1-)* имеют наибольшее распространение, они позволяют исследовать разнообразные сигналы в широком диапазоне частот, амплитуд, длительностей. Полоса пропускания таких осциллографов достигает 350МГц.

*Скоростные осциллографы (С7-)* предназначены для исследования в реальном масштабе времени СВЧ-колебаний, однократных, редко повторяющихся и периодических импульсных сигналов длительностью в доли и единицы наносекунд (полоса пропускания 0...5ГГц).

*Стробоскопические осциллографы (С7-)* обладают способностью исследовать сигналы пикосекундной длительности, благодаря применению стробоскопического метода трансформации масштаба времени сигнала. Эти осциллографы обладают большой чувствительностью (мВ) сигнала и полосой пропускания до 10ГГц, однако применимы только для исследования повторяющихся сигналов.

*Запоминающие осциллографы (С8-)* обладают способностью сохранять и воспроизводить изображение сигнала на экране после его исчезновения на входе осциллографа. Эти приборы в основном предназначены для исследования медленно меняющихся сигналов. Диапазон измеряемых интервалов времени в них расширен до десятков секунд.

*Специальные осциллографы* – это, главным образом, телевизионные осциллографы.

Упрощенная структурная схема, по которой строится большинство осциллографов, работающих в реальном масштабе времени, изображена на рис. 10.1.

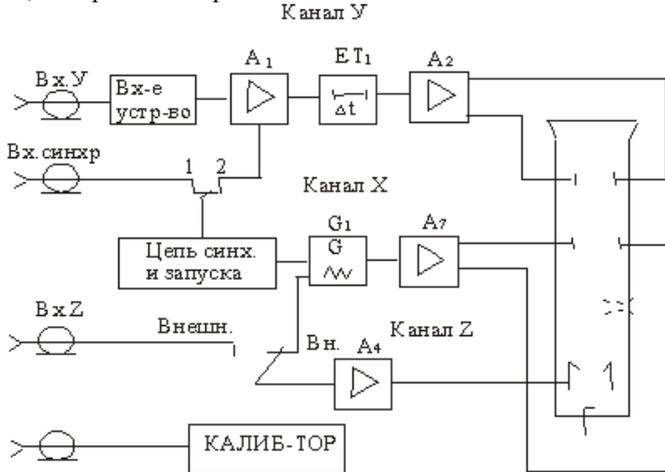


Рис. 10.1. Блок-схема универсального осциллографа

Она содержит следующие основные части: канал вертикального отклонения луча (канал Y), канал горизонтального отклонения (канал X), канал управления лучом по яркости (канал Z), калибратор, ЭЛТ со схемами фокусировки, управления и питания.

Рассмотрим канал вертикального отклонения. На входное устройство поступает исследуемый сигнал, поэтому входная цепь должна обеспечивать согласование параметров входа усилителя вертикального отклонения  $A_1$  с параметрами цепи исследуемого сигнала. Чтобы можно было исследовать сигналы с малой амплитудой при наличии большого постоянного напряжения, вводится коммутируемая разделительная емкость.

Входное устройство имеет делитель напряжения для разделения пределов измерения, со ступенчато изменяющимися коэффициентами деления.

Предварительный усилитель  $A_1$  позволяет решать следующие задачи: усиление исследуемого сигнала, сохраняя возможно большое значение отношения сигнал – шум в рабочем диапазоне частот, согласование параметров сигнала с параметрами линии задержки, преобразование сигнала из несимметричного в симметричный.

Линия задержки  $ET_1$  обеспечивает поступление сигнала на Y-пластины ЭЛТ после поступления напряжения на X-пластины,

благодаря чему можно наблюдать фронт исследуемого импульса при синхронизации развертки исследуемым импульсом.

Задержка составляет примерно 0.1 мкс.

Оконечный усилитель А2 канала Y обеспечивает усиление исследуемого сигнала до значения, достаточного для отклонения луча в пределах экрана по вертикали, при этом используется двухтактный усилитель.

Канал горизонтального отклонения луча включает в себя генератор развертки G1, оконечный усилитель А3, устройство синхронизации и запуска развертки.

Генератор развертки предназначен для формирования напряжения, вызывающего отклонение луча по горизонтали пропорционально времени. Параметры напряжения развертки должны соответствовать времени нарастания переходной характеристики канала и возможностям экрана данной ЭЛТ к высвечиванию медленных процессов. Генератор развертки имеет, как правило, три режима работы: автоколебательный, ждущий и однократной развертки. Автоколебательный режим применяется для наблюдения синусоидальных и импульсных сигналов с небольшой скважностью. Ждущий режим генератора развертки используется при исследовании импульсных сигналов с большой скважностью. Генератор в этом режиме находится в состоянии готовности к рабочему ходу развертки. При поступлении запускающего импульса начинается рабочий ход развертки. По окончании рабочего хода развертки генератор возвращается в состояние готовности к новому рабочему ходу. Яркость изображения импульса обычно пропорциональна частоте следования исследуемых импульсов. Минимальная частота следования также определяется световыми параметрами ЭЛТ.

Режим однократной развертки предусмотрен у большинства осциллографов. Он предназначен для фотографирования одиночных сигналов или их запоминания. Генератор развертки находится в состоянии готовности к рабочему ходу. Нажатием кнопки ПУСК генератор запускается очередным импульсом. После рабочего хода развертка автоматически блокируется и не запускается следующим импульсом до очередного нажатия кнопки ПУСК.

Для получения изображения более крупного масштаба по оси времени, чем позволяет генератор развертки, у большинства осциллографов предусматривается режим «растягивания» во времени, что достигается увеличением коэффициента усиления оконечного усилителя канала X в заданное число раз – /2,5,10/.

У большинства осциллографов наряду с режимом развертки во времени используется режим отклонения /режим X-Y/ исследуемым сигналом по горизонтали, аналогично тому, как это делается в канале Y. Этот режим необходим при исследовании различных функциональных зависимостей, таких как ВАХ приборов, интерференционные фигуры и др. Для этого исследуемое напряжение подается на вход Y и вход X (синхронизация).

Устройство синхронизации и запуска развертки предназначено для получения устойчивого изображения сигнала на экране осциллографа. Канал управления такого луча (канал Z) служит для установки яркости изображения сигнала на экране ЭЛТ, удобной для его наблюдения как вручную (изменяя смещение на модуляторе или катоде ЭЛТ), так и с помощью усилителя, на вход которого подаются сигналы внешнего или внутреннего источника для быстрого подсвечивания важных участков изображения сигнала.

Основное назначение канала Z состоит в подсвечивании рабочего хода развертки. Во время рабочего хода на вход усилителя подается прямоугольный импульс подсвета, который вырабатывается генератором развертки и после усиления подается на модулятор или катод ЭЛТ.

Калибровочные цепи представляют собой генераторы сигнала с точно известной амплитудой и периодом. В качестве калибровочного сигнала чаще всего используется меандр. Калибровочное напряжение подается на вход осциллографа. Органы управления осциллографа устанавливаются в указанные в инструкции положения и проверяются совмещением калибровочного сигнала с заданными рисками шкалы.

Основными нормируемыми характеристиками осциллографа, определяемыми каналом вертикального отклонения, являются чувствительность (коэффициент отклонения), время нарастания переходной характеристики канала вертикального отклонения и полоса пропускания, входное сопротивление и входная емкость. Кроме того, нормируется степень допустимых искажений сигналов на экране и основная погрешность измерения напряжения.

Чувствительность канала вертикального отклонения  $S_y$  (мм/мВ):

$$S_y = S_{y(t)} * K * 10^{-3}, \quad (10.1)$$

где  $S_{y(t)}$  – чувствительность ЭЛТ к вертикальному отклонению (мм/В);  $K$  – коэффициент усиления канала Y.

Коэффициент отклонения  $R_{oy}$  (мВ/мм) есть величина, обратная  $S_y$ :

$$R_{oy} = 1/S_y = 10^3 / R_y * S_{y(t)} = R_{oy(t)} * 10^3 * R_y, \quad (10.2)$$

где  $R_{oy(t)}$  – коэффициент отклонения трубки.

Полоса пропускания у большинства осциллографов простирается от постоянного тока (открытый вход) или нескольких единиц Гц  $f_n$  (закрытый вход) до верхней частоты  $f_b$ , при которой коэффициент усиления в канале Y уменьшается на 3 дБ (рис. 10.2а).

Временем нарастания переходной характеристики называется время, в течение которого луч проходит от 0.1 до 0.9 установившегося значения (рис. 10.2б).

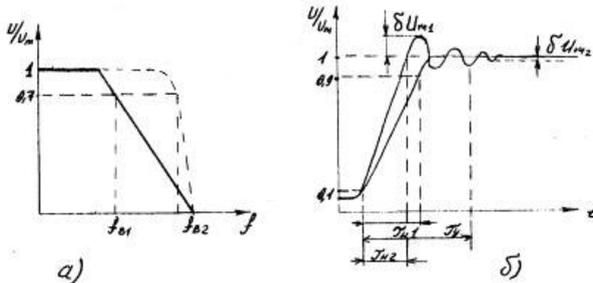


Рис. 10.2. Графики для определения полосы пропускания и времени нарастания

При этих условиях  $\tau_n = 350/f_b$ . Здесь  $\tau_n$  выражено в нс,  $f_b$  - в МГц.

Во многих осциллографах для обеспечения равномерности АЧХ в пределах полосы пропускания в оконечном каскаде осуществляется коррекция АЧХ на участке непосредственно перед спадом уровня 3 дБ. В технических характеристиках на осциллограф приводится максимальное возможное значение выброса.

Быстродействие осциллографа характеризуют также временем установления переходной характеристики  $\tau_y$ . Это интервал времени от уровня 0.1 амплитуды изображения до момента уменьшения паразитных осцилляций после выброса до значения, не превышающего погрешность измерения уровня (0,5.....0,25/дел).

На рис. 10.2б показаны время нарастания для двух форм, время установления переходной характеристики  $\tau_y$ , амплитуда  $\delta U$  выброса переходной характеристики.

При измерении амплитуды синусоидального колебания в высокочастотной АЧХ возможна существенная погрешность при принятом нормировании неравномерности АЧХ (до 30%). Поэтому полоса частот, в которой гарантируется та или иная погрешность измерения амплитуды, указывается в техническом описании особо.

Входное сопротивление канала Y характеризует степень влияния осциллографа на режим работы исследуемой цепи и характеризуется

входным активным сопротивлением и входной емкостью  $C_{вх}$ , включенной параллельно входному сопротивлению. Обычно  $C_{вх} \leq 30 \dots 40$  пФ, а  $R_{вх} \geq 1$  МОм. Как следует из структурной схемы, канал горизонтального отклонения состоит из генератора развертки, оконечного усилителя и устройства синхронизации.

Развертка характеризуется коэффициентом развертки, равным отношению времени прямого хода  $T_n$  к числу делений шкалы экрана, которые занимает линия развертки:  $K_p = T_n/n_3$ .

Параметры каналов Y и X должны быть взаимно увязаны соотношением между временем нарастания переходной характеристики в канале Y и минимальным коэффициентом развертки и устанавливается из следующих соображений. Пусть исследуется минимальная длительность измеряемого фронта импульса  $\tau_\phi$ . С одной стороны, можно считать для данного осциллографа, что  $\tau_{\phi min} \geq 3\tau_n$ .

С другой стороны, считается что изображение фронта займет на экране не более трети шкалы, т.е.  $\tau_\phi / K_{pmin} \leq n_3/3$ , где  $K_{pmin}$  – минимальный коэффициент развертки,  $n_3$  – число делений шкалы ЭЛТ.

Из приведенных соотношений можно заключить, что  $K_{pmin} \leq 9\tau_n/n_3$ . Поскольку  $n_3 \approx 8 \dots 10$ , то  $K_{pmin} \approx \tau_n$ .

Таким образом, минимальный коэффициент развертки равен времени нарастания переходной характеристики в канале Y, приходящемуся на одно деление шкалы ЭЛТ.

Общий принцип работы генератора линейной развертки состоит в использовании напряжения на обкладках конденсатора при его заряде и разряде и автоматического переключения с заряда на разряд (рис. 10.3).

Конденсатор C1 заряжается через резистор R1, когда электронный переключатель S1 находится в положении 1, и разряжается через r, когда S1 находится в положении 2.

Если  $R1 \cdot C1 \geq r \cdot C1$ , то напряжение  $U_c$  при заряде используется для создания прямого хода развертки, а при разряде – обратного хода.

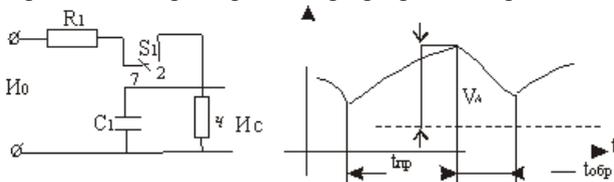


Рис. 10.3. Принципиальная схема и диаграмма работы генератора линейной развертки

Если коммутирующая схема работает в автоколебательном режиме, то получается модель периодической развертки. Длительность или частота развертки определяется длительностью замкнутого и разомкнутого состояния коммутирующей цепи, она в реальной схеме коммутатора зависит от параметров  $R_1$ ,  $C_1$ ,  $r$ . Коммутатор срабатывает автоматически, когда напряжение на конденсаторе достигает определенного уровня – максимального или минимального. Напряжение на конденсаторе  $U_c$  при заряде, как известно, изменяется по экспоненциальному закону, а необходимо, чтобы менялась линейно. Один из способов линеаризации заряда емкости состоит в замене источника напряжения  $U_0$ , генератором тока. Тогда если в формулу интегрирующей цепи подставить  $i=I=const$ , получим  $U_p = \frac{I}{C} \times t$ , что и требовалось доказать.

Другой способ состоит в использовании вместо интегрирующей цепи активного интегратора.

Коэффициент нелинейности выходного напряжения интегратора теоретически в К-1 ниже, чем в случае применения простой интегрирующей цепи. Например,  $\gamma=1\%$  может быть достигнут при использовании большего участка экспоненты ( $\tau_p/\tau=1$ ) и сравнительно небольшого коэффициента усиления УПТ ( $K=100$ ).

Подобного типа генераторы развертки применены, например в универсальных осциллографах С1-65, С1-68, С1-72.

#### ***Порядок выполнения работы***

1. Изучить технические характеристики и принцип работы осциллографа.
2. Измерить входное сопротивление осциллографа.
3. Измерить входную емкость осциллографа, учитывая, что удельная емкость соединительного шнура  $\approx 50$  (пФ/м).
4. Подать на вход осциллографа синусоидальное напряжение переменного тока от генератора Г6-27 и измерить его значение на выходе обычного и специального шнура на экране осциллографа.
5. Повторить пункт 4 для частот от 20 Гц до 1000 кГц.
6. Заполнить табл. 10.1.
7. Сделать выводы

*Таблица 10.1*

#### **Результаты измерения**

f, Гц	$U_{1,B}$	$U_{2,B}$	R, МОм	Свх, пФ
1	2	3	4	5
20				
500				

Продолжение табл.10.1

1	2	3	4	5
1000				
2000				
5000				
10000				
20000				
50000				
100000				
200000				
500000				
				Среднее $C_{вх}$

### Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют электронно-лучевые осциллографы?
2. Какие основные части содержит блок-схема осциллографа?
3. Объясните работу канала вертикального отклонения.
4. Расскажите о генераторе развертки.
5. Для чего служит устройство синхронизации?
6. Перечислите основные нормируемые характеристиками осциллографа.
7. Что такое полоса пропускания и время нарастания?
8. Основные нормируемые характеристики осциллографа, определяемые каналом вертикального отклонения
9. Общий принцип работы генератора линейной развертки.
10. Электронный осциллограф. Что это такое?

### Лабораторная работа № 11

#### Измерение частоты и временных интервалов

**Цель работы:** Овладеть основными (наиболее часто встречающимися на практике) методами измерения частоты и временных интервалов.

#### Основные понятия и определения

Неотъемлемой составной частью любого универсального осциллографа является генератор развертки, структурно принадлежащий каналу «Х». Существует несколько видов разверток.

Линейная развертка является наиболее распространенным видом развертки. Напряжение этой развертки имеет форму пилы, поэтому луч с постоянной скоростью перемещается по экрану слева направо.

Линейная ждущая развертка используется для наблюдения импульсов большой скважности, а также непериодических, случайных или однократных сигналов.

Синусоидальная развертка получается при подаче на пластины «Х» гармонического напряжения  $U_x = U \sin \omega t$

Если одновременно на вход «У» подать напряжение вида  $U_y = U \sin(\omega t + \varphi)$ , где  $\varphi$  – некоторый сдвиг фазы, то на экране появляется фигура Лиссажу, которая представляет собой эллипс, форма которого зависит от амплитуды исходных сигналов и фазового сдвига.

Осциллограмма при синусоидальной развертке неподвижна только при равенстве или кратности частот приложенных напряжений. При равенстве частот получаются круг, наклоненные овалы наклоненные линии в зависимости от фазового сдвига. При кратных частотах наблюдается фигура в виде восьмерки (рис. 11.1)

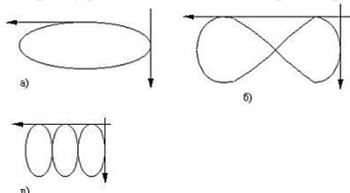


Рис. 11.1. Фигуры Лиссажу, получающиеся при разном соотношении частот:  
а -  $F_x/F_y=1/1$ ; б -  $F_x/F_y=1/2$ ; в -  $F_x/F_y=1/3$

### Порядок выполнения работы

1. Соединить приборы.
2. Устанавливая частоту поверяемого генератора, указанную в табл. 11.1, подбирается частота генератора-эталона по фигурам Лиссажу для отношения частот 1:1. В таблицу заносятся частота поверяемого генератора по показаниям частотомера и генератора-эталона.

Таблица 11.1

### Результаты измерения

генератора поверки ( $f_{ген}$ ), Гц	f частотомера, Гц ( $f_{ин}$ )	f генератора эталона, Гц ( $f_{эст}$ )	$\delta f_{г}$ , %	$\delta f_{э}$ , %	$\delta f_{осц\ мез}$ , %
1	2	3	4	5	6
20					
50					
100					
200					
500					
1000					

Продолжение табл. 11.1

1	2	3	4	5	6
2000					
5000					
10000					
20000					
50000					

4. Сделать выводы

### Контрольные вопросы

1. Что такое фигуры Лиссажу?
2. Какие виды разверток вы знаете?
3. Известно, какой вид имеет фигура Лиссажу при соотношении частот генераторов  $\frac{1}{2}$ . Почему для поверки генераторов используют фигуру Лиссажу, которая получается при соотношении частот  $1/1$ ?
4. Линейная развертка.
5. Линейная ждущая развертка.
6. Синусоидальная развертка.
7. Неотъемлемая составная часть любого универсального осциллографа.
8. Фигуры Лиссажу, получающиеся при разном соотношении частот.
9. Расскажите порядок выполнения работы.

### Лабораторная работа № 12

#### Государственный метрологический контроль

**Цель работы:** изучение задач и функций Государственной метрологической службы России (ГМС).

#### Основные понятия и определения

**ГМС** представляет собой совокупность государственных метрологических органов и создается для управления деятельностью по обеспечению единства измерений.

Деятельностью этих служб руководит *Госстандарт РФ*, который координирует их работу с работой ГМС на основе единой технической политики.

Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает следующие виды государственного метрологического контроля:

- утверждение типа средств измерений;
- поверка средств измерений, в том числе эталонов;

- лицензирование деятельности юридических и физических лиц на право изготовления, ремонта, продажи и проката средств измерений.

*Утверждение типа средств измерений*

Утверждение типа средства измерений – решение, выносимое органом государственной метрологической службы, свидетельствующее о соответствии средств измерений установленным требованиям и о пригодности его применения в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

Все средства измерений, применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, подлежат обязательному утверждению. При утверждении типа средств измерений, устанавливаются показатели точности, а так же интервал и методика проведения поверки средств измерений данного типа.

Порядок проведения испытаний средств измерений и стандартных образцов установлен в правилах по метрологии ПР 50.2.104-09 и включает в себя:

- испытания средств измерений для целей утверждения их типа;
- принятие решения об утверждении типа, его государственную регистрацию и выдачу сертификата об утверждении типа;
- испытания средств измерений на соответствие утвержденному типу при контроле соответствия средств измерений утвержденному типу;
- признание утверждения типа или результатов испытаний типа средств измерений, проведенных компетентными организациями зарубежных стран;
- информационное обслуживание потребителей измерительной техники.

Заявки на проведение испытаний средств измерений для целей утверждения типа, в том числе ввозимых по импорту, направляют разработчик, изготовитель или его уполномоченный в Ростехрегулирование, которое в 10-тидневный срок принимает решение по заявке и направляет поручение аккредитованным государственным центрам испытаний средств измерений (ГЦИ СИ) на проведение испытаний средств измерений для целей утверждения их типа, а копию поручения - заявителю и во ВНИИМС. В поручении указывают сроки и место проведения испытаний.

Для проведения испытания средств измерения для целей утверждения типа, заявителю требуется предоставить следующие документы:

- образец (образцы) средств измерения;
- программу испытаний типа, утвержденную ГЦИ СИ;
- технические условия (если предусмотрена их разработка), подписанные руководителем организации-разработчика;
- эксплуатационные документы, а для импортируемых средств измерения — комплект документации фирмы-изготовителя, прилагаемый к поставляемому средству измерения, с переводом на русский язык;
- нормативный документ по поверке при отсутствии в эксплуатационной документации раздела «Методика поверки»;
- описание типа с фотографиями общего вида;
- документ организации-разработчика о допустимости опубликования описания типа в открытой печати.

Документы для принятия решения по заявке и дальнейшего проведения испытаний, подаются в ГЦИ СИ.

Утверждение типа средств измерений удостоверяется свидетельством об утверждении типа средств измерений (до 30.11.2009 года - сертификатом об утверждении типа), которое оформляется Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

Срок действия свидетельств об утверждении типа средств измерений серийного производства - 5 лет. Для свидетельств об утверждении типа средств измерений единичного производства - без ограничения срока.

Срок действия свидетельств об утверждении типа средств измерений серийного производства может быть продлен без проведения испытаний на последующие 5 лет решением Ростехрегулирования на основании письменного заявления держателя свидетельства с представлением информации об отсутствии изменений в документации на изготовление стандартных образцов или средств измерений и анализа результатов государственного метрологического надзора и обращений граждан с претензиями к выпускаемым средствам измерений за предыдущие 5 лет.

*Поверка средств измерений* – совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (органами ГМС) или другими уполномоченными на то органами и

организациями с целью определения и подтверждения соответствия средств измерений установленным техническим требованиям.

Поверка проводится физическим лицом, аттестованным как поверитель в соответствии с ПР 50.2.012-94 и по результатам испытаний с целью утверждения типа.

Поверке подвергаются средства измерений утвержденного типа, при выпуске из производства, после ремонта и при эксплуатации. Средства измерений подлежат поверке в обязательном порядке.

Результат поверки – подтверждение, пригодности средств измерений к применению (или признание непригодности).

В России применяются следующие виды поверок средств измерений:

- Первичная – ей подлежат средства измерений утвержденных типов, произведенные или отремонтированные в основном в России.

- Периодическая – интервалы устанавливаются на основе Рекомендаций ВНИИМС-МИ 2273-93 «ГСИ. Области использования средств измерений, подлежащих поверке».

- Внеочередная – эту поверку проводят в случае повреждения знака поверительного клейма, утраты свидетельства о поверке, ввода в эксплуатацию средств измерения после длительного хранения и т.д.

- Инспекционная – ее проводят с целью выявления пригодности к применению средств измерений при осуществлении ГМН.

- Экспертная – эту поверку проводят при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности и пригодности средств измерений.

- Положительные результаты поверки удостоверяются поверительным клеймом и /или свидетельством.

- Периодическая поверка СИ производится через определенные промежутки времени, называемые межповерочным интервалом. Данные о межповерочном интервале содержится в описании типа СИ.

*Калибровка средств измерений* – это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору.

Калибровка – добровольная операция, и ее может выполнять также и метрологическая служба самого предприятия.

Правовые основы калибровки средств измерений определяются ст. 23 Закона РФ "Об обеспечении единства измерений". Закон устанавливает границы применения калибровки: "средства измерений, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при

эксплуатации, прокате и продаже". Закон устанавливает, что заинтересованные метрологические службы юридических лиц могут быть аккредитованы на право проведения калибровочных работ.

Возможные варианты организации калибровочных работ:

- предприятие самостоятельно организует у себя проведение калибровочных работ, и не аккредитуется ни в какой системе;
- предприятие, заинтересованное в повышении конкурентоспособности продукции, аккредитуется в Российской системе калибровки (РСК) на право проведения калибровочных работ от имени аккредитовавшей его организации;
- предприятие аккредитуется в РСК с целью выполнения калибровочных работ на коммерческой основе;
- предприятия, аккредитовавшиеся на право поверки средств измерений, одновременно получают аттестат аккредитации на право проведения калибровочных работ по тем же видам (областям) измерений;
- метрологические институты и органы Государственной метрологической службы регистрируются в РСК одновременно как органы аккредитации и как калибровочные организации;
- аккредитация предприятия в качестве калибровочной лаборатории в зарубежной калибровочной службе открытого типа.

Результаты калибровки средств измерений удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на средства измерений, или сертификатом о калибровке, а также записью в эксплуатационных документах.

### Порядок выполнения работы

1. Изучить информационный материал и заполнить табл. 12.1.

Таблица 12.1

#### Сравнительная характеристика видов ГМК

Характерные особенности	Поверка СИ	Калибровка СИ	Утверждение типа средств измерения
Цель			
Исполнительная организация			
Нормативный документ в соответствии с которым проводится			
Обязательность процедуры			
Знак подтверждения пригодности или документ			
Срок действия			

2. Проанализируйте данные таблицы и сделайте выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково значение утверждения типа, поверки СИ и калибровки СИ?

2. Укажите значимость калибровки СИ и попытайтесь доказать необходимость применения данной системы.

3. Изучите Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. от 02.12.2013) "Об обеспечении единства измерений" Законспектируйте и дайте ответы на предложенные вопросы.

1 Дайте определения приведенным ниже терминам:

- аттестация методик (методов) измерений;
- обязательные метрологические требования;
- технические требования к средствам измерений;
- стандартный образец;
- утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений;
- технические системы и устройства с измерительными функциями;

2 Письменно ответьте на следующие вопросы:

- Когда был впервые принят и вступил в силу Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»?

- Назвать цели данного Федерального закона.

- На какие измерения распространяется сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений?

- Изложите требования к измерениям.

- Назовите формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений.

- Какие параметры устанавливаются при утверждении типа средств измерений?

- Кем устанавливается перечень средств измерений, поверка которых осуществляется?

- Кем проводится обязательная метрологическая экспертиза содержащихся в проектах нормативных правовых актов Российской Федерации требований к измерениям, стандартным образцам и средствам измерений?

- С какой целью осуществляется аккредитация в области обеспечения единства измерений?

- Какие документы и сведения образуют Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений?

## Лабораторная работа № 13

### Виды стандартов и нормативных документов. Порядок разработки, внедрения и отмены стандартов

**Цель работы:** изучить виды стандартов и других нормативных документов. Познакомиться с основными стадиями разработки нового стандарта

#### Основные понятия и определения

*Нормативный документ НД* – документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

К основным нормативным документам относятся:

- национальный стандарт (В России – Государственный стандарт РФ – ГОСТ Р) – стандарт, принятый национальным органом по стандартизации и доступный широкому кругу потребителей;
- отраслевой стандарт (В России – ОСТ);
- стандарт предприятия (В России – СТП);
- стандарт научно-технических инженерных обществ и общественных объединений (В России – СТО);
- правила (В России – ПР);
- рекомендации (В России – Р);
- технические условия (ТУ) – в случае ссылки на них в контракте или договоре.

Государственный стандарт Российской Федерации (ГОСТ Р) – национальный стандарт, принятый федеральным органом исполнительной власти по стандартизации, в качестве которого в настоящий момент выступает Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии – Госстандарт России.

Государственные стандарты устанавливают обязательные требования безопасности к продукту (услуге) и допустимые уровни опасных и вредных производственных факторов, влияющих на здоровье и работоспособность людей.

Госстандарты также могут устанавливать основные потребительские (эксплуатационные) характеристики и методы контроля, требования к упаковке, транспортированию, хранению и утилизации продукта.

Отраслевые стандарты (ОСТ) – разрабатываются применительно к продуктам определенной отрасли. Их требования соответствуют

требованиям Госстандартов. Объектами этих стандартов являются продукция, процессы, услуги, правила по организации работ, типовые конструкции изделий отраслевого применения, правила метрологического контроля.

Соблюдение требований таких стандартов осуществляется на предприятиях, принявших их, а контроль за выполнением организует ведомство, применявшее той или иной отраслевой стандарт.

Стандарты предприятий (СТП) – разрабатываются и принимаются самим предприятием. Объектами являются составные части производимой продукции (сырья, полуфабрикатов), технологическая оснастка и нормы процесса производства, инструменты и пр.

Стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений (СТО) – объектами СТО являются:

1. принципиально новые (пионерные) виды продукции и услуг;
2. новые методы испытаний, методология экспертизы;
3. нетрадиционные технологии разработки, изготовления, хранения и новые принципы организации и управления производством;
4. прочие виды деятельности.

Разработка принципиально новых видов продукции (услуг), нетрадиционных технологий, методов испытаний – это результат НИР. Сейчас эту функцию выполняют научно-технические и инженерные общества. СТО является объектом авторского права, и продажа его как интеллектуальной собственности заказчиком стандарта материально укрепляет как само НТО, так и разработчиков СТО.

СТО подлежат согласованию с соответствующими надзорными органами, если устанавливается в них, положения затрагивают безопасность людей, имущества и окружающей среды.

Требования СТО не должны быть ниже уровня обязательных требований государственных стандартов.

Порядок разработки, внедрения и отмены стандартов

Работа технического комитета начинается со сбора *заявок на разработку* стандарта.

В заявке обязательно должна быть обоснована необходимость разработки нормативного документа, не исключено также приложение к ней уже разработанного заявителем проекта стандарта.

Дальнейшая работа включает следующие этапы: составление технического задания (организацией-разработчиком или ТК), разработку проекта стандарта, представление окончательного варианта проекта в Госстандарт РФ (Госстрой РФ) для принятия, обновления стандарта, пересмотр и отмену стандарта.

*В техническом задании* определяют: сроки выполнения каждой стадии; содержание и структуру будущего стандарта, и перечень требований к объекту стандартизации; список заинтересованных потенциальных потребителей этого стандарта (государственные органы, предприятия, фирмы и т.п.).

*Разработка проекта* проходит две стадии. Вначале создается первая редакция.

Проект в первой редакции рассылается на отзыв заказчикам стандарта и выявленным ранее заинтересованным организациям.

Вторая стадия разработки заключается в анализе полученных отзывов, составлении окончательной редакции проекта нормативного документа и подготовке его к принятию.

*Принятие стандарта* осуществляет Госстандарт РФ на основании Закона и ГОСТ Р 1.5-91 «ГСС. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов». Стандарт принимается консенсусом, после чего устанавливается дата его введения в действие. Срок действия стандарта, как правило, не определяется.

Далее принятый стандарт подлежит регистрации, информация о нем публикуется в ежемесячном Информационном указателе.

При необходимости *обновления стандарта* ТК разрабатывает проект изменения, проект пересмотренного стандарта или предложения по отмене действующего нормативного документа и вносит предложение в Госстандарт РФ (Госстрой РФ).

*Пересмотр* государственного стандарта по существу является разработкой нового взамен действующего. Необходимость пересмотра возникает в том случае, если вносимые изменения связаны со значительной корректировкой основных показателей качества продукции и затрагивает ее совместимость и взаимозаменяемость.

*Отмена стандарта* может осуществляться как с заменой его новым, так и без замены. Причиной, как правило, служит прекращение выпуска продукции (оказания услуг), которая производилась по данному нормативному документу, либо принятие нового стандарта.

Решение о внесении изменений, пересмотре или отмене стандарта отрасли принимает орган государственного управления, утвердивший данный нормативный документ.

### **Порядок выполнения работы**

1. Заполните табл. 13.1 и 13.2, используя основные теоретические сведения

2. Проанализируйте данные таблицы и сделайте вывод, дополняя выдержками из теоретического курса по теме.

Таблица 13.1

**Характеристика стандартов разных категорий**

Аббревиатура	Полное название стандарта	Объекты стандарта	Разработчик стандарта	Пример стандарта
ГОСТ Р				
ОСТ				
СТО				
СТП				

Таблица 13.2

**Стадии разработки нового стандарта**

Этапы	Краткое описание данного этапа	Примечание

3. Сформулируйте выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое стандартизация? Назовите цели, задачи, объекты, область стандартизации.

2. Назовите основные виды стандартизации.

3. Что такое стандарт? Какие основные документы входят в состав нормативных?

4. Перечислите основные стандарты, разрабатываемые в нашей стране и охарактеризуйте их.

5. Что такое «ТУ»? В каких случаях данный документ становится нормативным?

6. Какие задачи стоят перед государственным стандартом?

7. Перечислите права и обязанности госинспекторов. Каким правовым документом они установлены?

8. Каким образом организуются работы по стандартизации в России? Органы управления и службы стандартизации: перечислите и укажите основные функции.

9. В чем суть международной и региональной стандартизации?

10. Назовите основные стадии разработки, внедрения стандартов, пересмотра и отмены старых стандартов.

## Лабораторная работа № 14

### Штрихкод и штриховое кодирование

**Цель работы:** ознакомиться с штриховым кодированием и получить навыки определения подлинности товара по штрих коду.

#### Основные понятия и определения

Шифрование данных является современным средством для идентификации продуктов в сфере хранения, изготовления, реализации товарной продукции. Штрих-код с минимальными затратами позволяет автоматизировать ход обработки данных, на всех стадиях движения продукта. Автоматизация складского учета подразумевает ввод этикеток на всех типах продукции. В этикетке может быть отражена разная информация: графическая - изображение продукта или логотип компании, текстовая - название организации, стоимость, производитель продукта, название продукта, срок годности, иная информация. Способы кодировки информации бывают разными. Различают линейные - одномерные, а так же двухмерные символики.

Линейные кодировки, вероятно, самые популярные и используемые из всех технологий автоматической идентификации. Сейчас время штриховые-коды EAN/UPC лежат в основе многоотраслевой всемирной коммуникационной системы, образование которой обеспечивается двумя крупнейшими специализированными международными организациями - EAN International, AIM Global. Символики EAN/UPC, предложенный семейством символов EAN-13, EAN-8, UPC-E, UPC-A, является одним из основных машиночитаемых носителей данных в рамках международной системы EAN/UCC,

Новое растущее направление в мире Штриховых кодов – это двумерные. Символ с многострочной символикой состоит из двух и более смежных по вертикали строк знаков символа. В отличие от традиционных линейных символик кода, которые позволяют представлять короткую последовательность данных, являющуюся, как правило, ключом к записи во внешней базе данных, многострочные символики позволяют кодировать информацию в полном объеме. Кроме того, многострочные символики включают в себя специальные механизмы по сжатию данных (защите их от повреждения, связыванию информации), представленных в нескольких символах, в один большой файл; представлению различных наборов знаков в

одном сообщении. Примерами являются PDF 417, MaxiCode, Data Matrix, Aztec Code и др.

Наиболее распространены американский Универсальный товарный код UPC и Европейская система кодирования EAN (см. рисунок).

Для кода товара: 1-я цифра: наименование товара, 2-я цифра: потребительские свойства, 3-я цифра: размеры, масса, 4-я цифра: ингредиенты, 5-я цифра: цвет.

Для кода страны-изготовителя: отводится два или три знака, а для кода предприятия - четыре или пять. Товары, имеющие большие размеры, могут иметь короткий код, состоящий из восьми цифр - EAN-8.

Контрольная цифра предназначена для определения законности производства того или иного товара.

*Как рассчитывать контрольную цифру:*

1. Сложить цифры, стоящие на четных местах
2. Полученную сумму умножить на три
3. Сложить цифры, стоящие на нечетных местах (кроме самой контрольной цифры)

к контрольной цифры

Код страны	Код изготовителя	Код товара	Контрольный разряд
<i>Структура EAN-8</i>			
Три цифры	Две цифры	Две цифры	Одна цифра
<i>Структура EAN-13</i>			
Три цифры	Шесть цифр	Три цифры	Одна цифра
<i>Структура UPC-10</i>			
Три цифры	Три цифры	Три цифры	Одна цифра
<i>Структура UPC-12</i>			
Три цифры	Пять цифр	Три цифры	Одна цифра
<i>Структура UPC-14</i>			
Три цифры	Семь цифр	Три цифры	Одна цифра



Рис. 14.1. Расшифровка штрих-кодов

4. Сложить числа, полученные в пунктах 2 и 3

5. Отбросить десятки

6. Из числа 10 вычесть полученное в пункте 5

Если полученная после расчета цифра не совпадает с контрольной цифрой в штрих-коде, это значит, что товар произведен незаконно.

Иногда код, нанесенный на этикетку, не соответствует стране изготовителю: фирма была зарегистрирована и получила код не своей страны, а той, куда направлен основной экспорт ее продукции. Вторая: товар был изготовлен на дочернем предприятии. Третья: возможно, товар был изготовлен в одной стране, но по лицензии фирмы из другой страны. Четвертая - когда учредителями предприятия становятся несколько фирм из различных государств.

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание
2. Проанализировать заданные штрихкоды и полученные сведения занести в табл. 14.1 в ту строку которой соответствуют заданные штрихкоды
3. Проверить подлинность первого и третьего штрихкодов по контрольному разряду
4. Рассчитать контрольную цифру второго штрихкода

Таблица 14.1

### Информация о заданных штрих кодах

Вид штрих кода	Полный штрих код	Цифровой код			
		страны	изготовителя	товара	Контрольного разряда

5. Написать выводы с обоснованием о подлинности штрих кода

### Контрольные вопросы

1. Каково назначение штрихкодов и какие широко используются на производимых в России товарах?
2. Какая информация содержится в товарном штрихкоде и можно ли отнести штрихкодирование к разновидности информационных технологий?
3. Какой ряд в товарном штрихкоде предназначен для покупателя?
4. Какие бывают штрихкоды международного стандарта EAN и UPC?
5. Что означают первые две – три цифры штрихкода?

6. Что означают последняя цифра штрихкода?
7. Как узнать подлинность товара по штрихкоду?
8. Что в штрихкоде стандартизировано?
9. По какой структуре построен товарный штрихкод EAN-13?
10. Какой национальный орган России выдает производителю лицензию на товарные штрихкоды?

## **Лабораторная работа № 15**

### **Изучение правил построения, изложения, оформления и содержания стандартов**

**Цель работы:** изучить основные требования к построению, изложению стандартов различных категорий.

#### **Основные понятия и определения**

Рассмотрим пример оформления стандарта: Государственная система стандартизации РФ.

#### **1. Структурные элементы стандарта**

1.1. Стандарт содержит следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- предисловие;
- содержание;
- введение;
- наименование;
- область применения;
- нормативные ссылки;
- определения;
- обозначения и сокращения;
- требования;
- приложения;
- библиографические данные.

1.2. **Предисловие:** Предисловие помещают на второй странице титульного листа. Слово «Предисловие» записывают с прописной буквы посередине страницы. Сведения, приводимые в предисловии, нумеруют арабскими цифрами (1,2,3, и т.д.) и располагают в следующей последовательности:

1) сведения о техническом комитете по стандартизации или предприятии — разработчике, утверждении государственных стандартов Российской Федерации.

2) сведения о разработчике и утверждении отраслевых стандартов.

3) сведения о применении международного, регионального или национального стандарта другой страны в качестве государственного стандарта Российской Федерации оформляют в соответствии с порядком, установленным Госстандартом России.

4) если стандарт реализует законодательные нормы закона(ов) Российской Федерации в предисловии следует указывать.

5) сведения о стандарте, разработанном на продукцию, производство которой осуществляется по лицензии:

«Требования стандарта соответствует требованиям, установленным в технических и нормативных документах лицензиара».

6) сведения об изобретениях, использованных при разработке стандарта. Приводят номера и даты патентов, заявок на изобретения и авторских свидетельств.

Таблица 15.1

### Требования стандарта

№	Требования ГОСТ Р 1.5-92	Раздел, пункт	Описание рассматриваемого стандарта
1	Наименование стандарта должно быть кратким, точно характеризовать объект стандартизации и обеспечивать правильную классификацию стандарта для включения его в информационный указатель стандартов	3.6.1	В наименовании стандарта нет сокращений. Наименование стандарта соответствует требованию
2	В наименовании стандартов, если они входят в комплекс стандартов, объединенных общностью показателей, перед заголовком приводят групповой заголовок	3.6.3	Групповой заголовок — Государственная система стандартизации РФ — соответствует требованию
3	В подзаголовке указывают наименование устанавливаемого стандартом содержания	3.6.14	Подзаголовок — Основные положения. Соответствует требованиям

1.3. Содержание: Содержание включает порядковые номера и наименования разделов (при необходимости — подразделов), приложений с указанием их обозначения и заголовков, а при необходимости и графического материала с указанием номера страницы, на которой они помещены. Слово «Содержание» записывают посередине страницы с прописной буквы.

1.4. Введение: Введение приводят при необходимости обоснования причин разработки стандарта.

1.5. Наименование: Наименование стандарта должно быть

кратким, точно характеризовать объект стандартизации и обеспечивать правильную классификацию стандарта для включения его в информационные указатели стандартов. В наименовании стандарта, как правило, не допускается сокращения (кроме условных обозначений продукции), римские цифры, математические знаки, греческие буквы.

1.6. Нормативные ссылки: Структурный элемент «Нормативные ссылки» содержит перечень стандартов и (или) технических условий, на которые в тексте стандарта дана ссылка.

В перечень включают обозначение стандарта, технических условий и их наименования в порядке возрастания регистрационных номеров обозначений в следующей последовательности:

- государственные стандарты Российской Федерации;
- отраслевые стандарты;
- технические условия.

1.7. Определения: Структурный элемент «Определения» содержит определения, необходимые для уточнения или установления терминов, используемых в стандарте.

1.8. Обозначения и сокращения: Структурный элемент «Обозначения и сокращения» содержит перечень обозначений и сокращений, применяемых в данном стандарте. Запись обозначений и сокращений проводят в порядке приведения их в тексте стандарта с необходимой расшифровкой и пояснениями.

1.9. Требования: Требования к объектам стандартизации, в зависимости от их специфики, устанавливают в следующих основных, не являющихся взаимоисключающими, видах стандартов: основополагающих стандартах, стандартах на продукцию, услуги, стандартах на методы контроля, стандартах на процессы.

1.10. Приложения: Материал, дополняющий положения стандарта, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т.д.

Если в стандарте одно приложение, то оно обозначается «Приложение А».

1.11. Библиографические данные: В стандарте приводят библиографические данные, которые размещают на отдельной таблице.

## **2. Требования к изложению стандарта**

2.1. Требования к тексту стандарта. В зависимости от особенностей и содержания стандарта требования излагают в виде текста, таблиц,

графического материала (рисунков, схем, диаграмм) или их сочетаний. Текст стандарта должен быть кратким, точным, не допускающим различных толкований, логически последовательным, необходимым и достаточным для применения стандарта в соответствии с его областью применения.

2.2. Деление текста стандарта: Текст стандарта следует делить на разделы. Разделы могут делиться на пункты или на подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты.

При делении текста стандарта на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт, подпункт содержал законченную информацию

2.3. Заголовки: Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

2.4. Перечисления: Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

2.5. Таблицы: Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей. Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

2.6. Графический материал: Графический материал — рисунка (схемы, диаграммы и т.п.) помещают в стандарт для установления свойств или характеристик объекта, а также для лучшего понимания текста стандарта. На графический материал должна быть дана ссылка в тексте стандарта.

Графический материал должен располагаться непосредственно после текста, в котором о нем упоминается впервые, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении.

2.7. Формулы: Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают — (1).

2.8. Ссылки: В стандарте приводят ссылки: на данный стандарт; на другие стандарты; на нормативные документы органов государственного управления и надзора.

2.9. Примечания: Примечания приводят в стандартах, если необходимы поясняющие или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала. Примечания следует помещать непосредственно после текста, графического материала или в

таблице; к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца

2.10. Сноски: Если необходимо пояснить отдельные данные, приведенные в стандарте, то эти данные следует обозначать надстрочными знаками сноски.

2.11. Единицы физических величин: В стандарте следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417.

**3. Требования к оформлению текста стандартов:** Расстояние между заголовками раздела, подраздела, предыдущим и последующим текстом, а также между заголовками раздела и подраздела должно быть равно:

— при выполнении стандарта машинописным способом — трем интервалам;

— при выполнении стандарта машинным способом — не менее чем четырем высотам шрифта.

Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту стандарта и равен пяти знакам.

При машинописном способе выполнения стандарта текст должен иметь поля следующих размеров:

верхнее — 20 мм; правое — 10 мм; левое и нижнее — не менее 20 мм.

**4. Требования к обозначению стандарта:** Обозначение государственного стандарта Российской Федерации состоит из индекса (ГОСТ Р), регистрационного номера и отделенных тире 2-х последних цифр утверждения.

Обозначение государственного стандарта ГОСТ 17.5.3.02- 90 показано на рис. 15.1.



Рис.15.1 Обозначение стандарта

### Порядок выполнения работы

1. Изучить выданный преподавателем стандарт.

2. Выписать полное название и аббревиатуру изучаемого стандарта.

3. Ответить на следующие вопросы:

- 1) наименование стандарта;
- 2) групповой заголовок;
- 3) заголовок стандарта;
- 4) подзаголовок стандарта;
- 5) предисловие;
- 6) область применения;
- 7) приложения;
- 8) деление текста стандарта;
- 9) таблицы;
- 10) графический материал;
- 11) формулы;
- 12) сноски;
- 13) физические единицы измерения;
- 14) оформление стандарта;
- 15) обозначение стандарта.

4. Результаты работы оформить в виде пояснительной записки, в которой изложить конкретные расширенные ответы на поставленные в задании вопросы и необходимые пояснения к ним.

### **Контрольные вопросы**

1. Структурные элементы стандарта
2. Структурный элемент «Нормативные ссылки»
3. Структурный элемент «Обозначения и сокращения»
4. Требования к тексту стандарта
5. Деление текста стандарта
6. Графический материал
7. Требования к оформлению текста стандартов
8. Требования к обозначению стандарта
9. Содержание к стандарту
10. Применение в одном стандарте разных систем обозначения единиц физических величин

### **Лабораторная работа № 16**

#### **Исследование сертификата соответствия**

**Цель работы:** ознакомиться с сертификатом соответствия

### **Основные понятия и определения**

*Сертификат соответствия* – документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условий договоров.

Сертификат действителен только при наличии регистрационного номера. При обязательной сертификации сертификат выдается, если продукция соответствует всем требованиям всех НД, установленных для данной продукции. Обязательной составной частью сертификата соответствия является сертификат пожарной безопасности.

*Правила заполнения бланка сертификата соответствия*

– *Позиция 1* – регистрационный номер сертификата соответствия на продукцию.

– *Позиция 2* – срок действия сертификата устанавливается в соответствии с правилами и порядками сертификации однородной продукции. Даты записываются следующим образом: число и месяц – двумя арабскими цифрами, разделенными точками, год – четырьмя арабскими цифрами. При этом первую дату проставляют по дате регистрации сертификата в Государственном реестре. При сертификации партий или единичного изделия вторая дата не проставляется.

– *Позиция 3*. Здесь приводятся регистрационный номер органа по сертификации – по Государственному реестру, его наименование – в соответствии с аттестатом аккредитации (прописными буквами), адрес (строчными буквами), телефон и факс.

– *Позиция 4*. Здесь указываются наименование, тип, вид, марка продукции, обозначение стандарта, технических условий или иного документа, по которому она выпускается (для импортной продукции ссылка на документ необязательна). Далее указывают: "серийный выпуск", или "партия", или "единичное изделие". Для партии и единичного изделия приводят номер и размер партии или номер изделия, номер и дату выдачи накладной, договора (контракта), документа о качестве и т.п. Здесь же дается ссылка на имеющееся приложение записью "см. Приложение".

– *Позиция 5* – код продукции (6 разрядов с пробелом после первых двух) по Общероссийскому классификатору продукции. Указывается один код продукции.

– *Позиция 6* – обозначение нормативных документов, на соответствие которым проведена сертификация. Если продукция сертифицирована не на все требования нормативного(ых)

документа(ов), то указывают разделы или пункты, содержащие подтверждаемые требования.

– *Позиция 7* – 10-разрядный код продукции по 10-значной Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Российской Федерации (заполняется обязательно для импортируемой и экспортируемой продукции).

– *Позиция 8* – наименование, адрес, код ИНН (для отечественного) изготовителя; фамилия, имя, отчество, регистрационный номер индивидуального предпринимателя. Здесь же дается ссылка на имеющееся Приложение, содержащее информацию об организациях-изготовителях, на продукцию которых распространяется действие сертификата соответствия, записью "см. Приложение".

– *Позиция 9* – наименование, адрес, телефон, факс юридического лица, которому выдан сертификат соответствия.

– *Позиция 10* – документы, на основании которых органом по сертификации выдан сертификат, например: протокол испытаний с указанием номера и даты выдачи, наименования и регистрационного номера аккредитованной лаборатории в Государственном реестре; документы (гигиеническое заключение, ветеринарное свидетельство, сертификат пожарной безопасности и др.), выданные органами и службами федеральных органов исполнительной власти, с указанием наименования органа или службы, адреса, наименования вида документа, номера, даты выдачи и срока действия; документы других органов по сертификации и испытательных лабораторий с указанием наименования, адреса, наименования вида документа, номера, даты выдачи и срока действия; декларация о соответствии с указанием номера и даты ее принятия.

– *Позиция 11* – дополнительную информацию приводят при необходимости, определяемой органом по сертификации. К такой информации могут относиться внешние идентифицирующие признаки продукции (вид тары, упаковки, нанесенные на них сведения и т.п.), условия действия сертификата (при хранении, реализации), место нанесения знака соответствия, номер схемы сертификации и т.п.

– *Позиция 12* – подпись, инициалы, фамилия руководителя органа, выдавшего сертификат, и эксперта, проводившего сертификацию, печать органа по сертификации. Приложение к сертификату оформляют в соответствии с правилами заполнения аналогичных реквизитов в сертификате. Сертификат и приложение к нему выполняют машинописным

способом. Исправления, подчистки и поправки не допускаются. Цвет бланка сертификата соответствия при обязательной сертификации – желтый, при добровольной сертификации – голубой.

### **Порядок выполнения работы**

1. Заполнить бланк сертификата соответствия, используя следующие данные.

1. Срок действия сертификата с 18.04.20\_ по 01.11.20\_.

2. Орган по сертификации: пищевой продукции и продовольственного сырья РОСТРЕСТ – МОСКВА. Адрес: г. Москва, Нахимовский пр-т, 31 тел (095) 128-25-01.

3. Код ТН ВЭД 330 420000.

4. Вид продукции: тушь для ресниц.

5. Партия: 500 000 шт., контракт №525.

6. Продавец: Центр косметики и дизайна, г. Москва, ул.Таллинская 32/1, ОКПО 40483190.

7. Изготовитель: фирма «GERMAINE de CAPUCCINI, S.A.», Испания.

8. Нормативные документы: временный перечень показателей, подлежащих обязательному контролю при проведении гигиенической сертификации парфюмерно-косметических средств; ОСТ.

9. Основание для выдачи сертификата: гигиенический сертификат ЦГСЭН, г.Москва №19 МЦ.30.915.П.148 39. Т7. от 16.09.200\*; протоколы испытаний ИЦ НПИ «Гидробиос» №479М, 48 ОМ от 07.04.200\*г.

10. Договор на проведение сертификации №316 от 27.03.200\*г.

11. Дополнительная информация. с аннотацией на русском языке и указанием конечной даты реализации.

12. Руководитель органа по сертификации И.И. Иванов.

13. Эксперт П.П. Петров.

14. Частный предприниматель, реализующий партию товара, С.С. Сидорова.

2. Заполните табл.16.1 «Сертификат соответствия», используя исходные данные.

1) РОСС RU АЯ78 У 00044;

2) По Вашему смотрению;

3) РОСС RU 000110 АЯ78;

4) Продукция – супы и бульоны сухие готовые;

5) 12 410;

Позиции 6), 7), 8), 9), 10), 11), 12) – предложить свои варианты.

Таблица 16.1

**«Сертификат соответствия»**

№	Наименование позиции	Краткое описание позиции
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

**Контрольные вопросы**

1. Что такое «Сертификация»? Ее цели и объекты.
2. Перечислите основные законы РФ, обеспечивающие деятельность по сертификации в России.
3. Обязательная и добровольная сертификация. Какие цели поставлены перед ними?
4. Назовите участников обязательной и добровольной сертификации, их права и обязанности.
5. Перечислите основные функции Госстандарта РФ.
6. Какие функции выполняют орган по сертификации и аккредитованные испытательные лаборатории?
7. Сформулируйте правила сертификации. Определите опорные моменты этих правил.
8. Что такое «схемы сертификации»? Для чего они служат, и в чем проявляется их эффективность?
9. Что такое «Сертификат соответствия»? Опишите его основные позиции
10. Поля сертификатов соответствия.

**Лабораторная работа № 17****Сертификация соответствия и декларирование соответствия**

**Цель работы:** Дать четкие определения понятиям «Сертификация соответствия» и «Декларирование соответствия», найти сходства и отличия. Определить стоимость сертификации.

### **Основные понятия и определения**

Сертификация продукции является одной из форм подтверждения соответствия продукции установленным требованиям безопасности. В нашей стране правовые основы деятельности по сертификации продукции были установлены Федеральным законом "О сертификации продукции и услуг" в 1993 году, в соответствии с которым сертификация осуществляется в зарегистрированных системах сертификации.

Основной национальной системой сертификации в России является система сертификации ГОСТ Р. Основными нормативными документами данной системы являются ГОСТы – государственные стандарты, устанавливающие обязательные требования к продукции.

Работы по сертификации проводятся органом по сертификации продукции. Документ, подтверждающий соответствие - сертификат соответствия.

Сертификат соответствия ГОСТ Р – это документ, который выдается на бланке установленного образца, подтверждающий, что продукция соответствует требованиям безопасности, установленным нормативными документами (ГОСТ, ГОСТ Р, ГОСТ Р МЭК и др.).

Сертификаты ГОСТ Р выдаются аккредитованными органами по сертификации на основании проведенных сертификационных испытаний продукции, анализа состояния производства и других необходимых процедур.

Информация предоставляемая потребителю:

- копия сертификата соответствия;
- сведения о сертификате соответствия в товаросопроводительной документации;
- маркирование знаком соответствия с указанием кода органа по сертификации или знаком обращения.

Действие сертификата соответствия определяется выбранной схемой сертификации. Срок действия сертификата соответствия может быть от одного года до трёх лет. Если сертификат оформляется на импортную или отечественную продукцию, поставляемую по контракту, то срок действия сертификата в данном случае будет составлять не более одного года.

В настоящее время принадлежность к объектам обязательного подтверждения соответствия определяется перечнем продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия в системе сертификации ГОСТ Р, утвержденным Постановлением Правительства РФ № 982 от 01.12.2009 г. (с изменениями и дополнениями).

Декларирование соответствия в системе ГОСТ Р также является формой обязательного подтверждения соответствия продукции установленным требованиям безопасности, наряду с обязательной сертификацией и имеет такую же юридическую силу, как сертификат соответствия.

Декларацию о соответствии принимает юридическое лицо, зарегистрированное на территории РФ являющееся изготовителем или продавцом, либо выполняющее функции иностранного изготовителя на территории РФ на основании договора с ним в части обеспечения соответствия поставляемой продукции требованиям нормативных документов (ГОСТ, ГОСТ Р) и в части ответственности за несоответствие поставляемой продукции требованиям нормативных документов.

Проводится по инициативе изготовителя (поставщика, исполнителя (по договору с иностранным изготовителем)), работы по подготовке доказательных материалов осуществляются заявителем.

Документ, подтверждающий соответствие - декларация о соответствии.

Информация предоставляемая потребителю:

- сведения о зарегистрированной декларации на продукции или в товаросопроводительной документации;;

-маркирование знаком соответствия (знаком обращения).

Срок действия декларации соответствия устанавливается поставщиком.

Объекты, в отношении которых предусмотрена данная процедура это продукция и услуги (работы), не представляющие существенной опасности для потребителей и окружающей среды.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Используя теоретический материал, дайте четкие определения понятиям «Сертификация соответствия» и «Декларирование соответствия», найдите сходства и отличия. Результаты анализа занести в таблицу 17.1

2. Определить затраты органа по сертификации продукции в акционерном обществе (АО).

Характеристика ситуации: АО – предприятие имеет численность рабочих 600 человек, система качества разработана в соответствии с ИСО 9002.

При положительных результатах первоначальной сертификации орган по сертификации выдает предприятию сертификат соответствия

сроком на 3 года. При этом предусмотрено проведение инспекционного контроля комиссий экспертов в составе двух человек.

Средняя дневная ставка специалиста органа по сертификации составляет – (80+N) руб. Норматив начислений на заработную плату – (30+N)%. Коэффициент накладных расходов – (100+N)%. Уровень рентабельности – (35+N)%. Трудоемкость обязательной сертификации предприятия с численностью человек от 500 до 1000 по модели ИСО 9002 составляет (15+N) чел.-дня.

Затраты органа по сертификации продукции (услуг, систем качества и производства) при обязательной сертификации определяются следующим образом:

$$C_{OC}(C_{CK}) = t_{OCi} \times T \times (1 + (K_{НЗ} + K_{НР})/100) \times (1 + P/100), (17.1)$$

где  $t_{OCi}$  - трудоемкость обязательной сертификации конкретной продукции по i-ой схеме сертификации, чел.-дн.;  $T$  - дневная ставка эксперта, руб.;  $K_{НЗ}$  - норматив начислений на заработную плату, установленный действующим законодательством, %;  $K_{НР}$  - норматив накладных расходов, %;  $P$  - уровень рентабельности, %.

Таблица 17.1

### Характеристика форм подтверждения

Форма подтверждения	Что это такое	Субъект, осуществляющий процедуру	Объекты, в отношении которых предусмотрена процедура	Документ, подтверждающий соответствие	Информация предоставляемая потребителю	Срок действия
Система сертификации и ГОСТ Р						
Декларирование соответствия в системе ГОСТ Р						

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение Системе сертификации, сертификации, сертификата соответствия?
2. Что такое форма подтверждение соответствия?
3. Для каких целей осуществляется подтверждение соответствия?
4. Какие существуют формы подтверждения соответствия?
5. На каких условиях осуществляется добровольное соответствие?
6. Что является объектами сертификации в Системе добровольной сертификации услуг?
7. Назовите порядок проведения сертификации услуг?
8. Какие существуют критерии и условия выбора схемы сертификации?

### **Лабораторная работа № 18**

#### **Положение об органе по сертификации**

**Цель работы:** изучить положение об органе по сертификации.

#### **Основные понятия и определения**

Пример «Положения об органе по сертификации»

#### **1. Основные положения типового положения об органе по сертификации**

1.1. Настоящее Положение предназначено для составления Положения об органе по сертификации, разрабатываемого конкретной организацией, претендующей на аккредитацию в качестве органа по сертификации в Системе, и устанавливающего, в определенной области аккредитации, юридический статус, задачи, функции, обязанности и права этой организации как органа по сертификации Системы.

1.2. Деятельность органа по сертификации после его аккредитации в Системе осуществляется на основе договора, заключаемого органом по сертификации с Руководящим органом Системы.

1.3. В качестве органа по сертификации в Системе может быть аккредитована организация любой формы собственности, имеющая статус юридического лица, независимая от изготовителей и потребителей продукции (работ, услуг).

1.4. Любая организация, удовлетворяющая требованиям, может подать в Руководящий орган Системы заявку на аккредитацию в качестве органа по сертификации.

К заявке на аккредитацию должны быть приложены:

- проект Положения об органе по сертификации;
- руководство по качеству органа по сертификации;
- порядок проведения сертификации объектов сертификации в соответствии с заявленной областью аккредитации;
- копия устава организации органа по сертификации и подготовке

его к аккредитации.

1.5. Организация, претендующая на аккредитацию и функционирование в качестве органа по сертификации в системе, должна располагать необходимыми средствами и документированными процедурами, позволяющими проводить сертификацию продукции (работ, услуг), производств, систем качества в области государственного земельного кадастра, мониторинга земель и землеустройства, включая:

— квалифицированный и прошедший специальную подготовку персонал;

— фонд нормативных документов на производства, системы качества и методы испытания продукции (работ, услуг) используемой и производимой при ведении государственного земельного кадастра, мониторинга земель и землеустройства;

— организационно-методические документы, устанавливающие порядок и правила проведения сертификации данной продукции (работ, услуг), производства, систем качества, порядок проведения инспекционного контроля за сертификационной продукцией;

— реестр сертифицированной продукции;

— организационные и экономические возможности (условия) для проведения работ по сертификации, в том числе для проведения анализа состояния производства и инспекционного контроля.

1.6. Аккредитация Руководящим органом Системы организации, претендующей на признание ее правомочности проводить сертификацию в области государственного земельного кадастра, мониторинга земель и землеустройства, является официальным признанием ее в качестве органа по сертификации Системы.

1.7. Орган по сертификации проводит сертификацию по заявкам организаций и предприятий, изготовляющих или поставляющих продукцию, используемую при ведении государственного земельного кадастра, мониторинга земель и землеустройства, на соответствие требованиям, установленным в государственных стандартах или технических условиях на продукцию, включая область ее применения (соответствие назначению), или требованиям, приведенным в нормативно-технических документах, регламентирующих производство работ и изготовление продукции при ведении государственного земельного кадастра, мониторинга земель и землеустройства, а также на соответствие этих работ и продукции требованиям международных стандартов.

1.8. Руководитель органа по сертификации Системы и спе-

циалисты, осуществляющие руководство работами по сертификации в соответствии с областью аккредитации, включая выполнение инспекционного контроля за сертифицированными объектами сертификации, должны быть аттестованы в качестве экспертов Системы и включены в реестр.

1.9. Контроль за деятельностью органа по сертификации в Системе осуществляется Руководящим органом Системы.

1.10. При нарушении органом по сертификации требований Системы при исполнении им своих функций Руководящий орган Системы в соответствии с договором, заключенным с органом по сертификации, может приостановить, а в случае грубых нарушений отметить действие аттестата аккредитации и исключить орган по сертификации из реестра Системы.

## **2. Функции органа по сертификации**

Основной функцией органа по сертификации является проведение в соответствии с областью аккредитации сертификации объектов сертификации Системы, в том числе:

1) прием и рассмотрение заявок на сертификацию продукции и принятие решений по ним;

2) выбор схемы сертификации, разработка и утверждение программ сертификации и инспекционного контроля за сертифицированной продукцией;

3) организация и проведение сертификации объектов сертификации, включая организацию и проведение сертификационных испытаний, анализ состояния производства, принятие решений по результатам испытаний и анализа состояния производства и т.п.;

4) оформление сертификатов соответствия, их выдача и регистрация;

5) заключение лицензионных соглашений (договоров) и выдача лицензий на применение знака соответствия в отношении сертифицированной продукции;

6) ведение учета сертифицированной продукции и предоставление необходимых сведений в Руководящий орган Системы;

7) отмена или приостановка действия выданных сертификатов соответствия.

## **3. Требования к положению об органе сертификации**

Положение об органе по сертификации должно, как правило, содержать следующие основные разделы:

— основные положения;

— область аккредитации;

— юридический статус, административная и организационная

структура;

- функции органа по сертификации;
- права органа по сертификации;
- взаимодействие с другими организациями;
- порядок оплаты работ по сертификации.

Помимо указанных основных разделов должны быть предусмотрены:

— разделы, определяющие основные требования к руководителю и сотрудникам органа по сертификации, с указанием их основных функциональных обязанностей, детализация которых предусматривается соответствующими должностными инструкциями;

— раздел, касающийся порядка контроля за деятельностью органа по сертификации.

раздел, касающийся взаимодействия органа по сертификации с испытательными лабораториями Системы и другими организациями.

При разработке положения с учетом объекта текста допускается объединение двух разделов в один и наоборот.

Образец рекомендательного положения в приложении 7

#### **Порядок выполнения работы**

1. Ознакомится с типовым положением об органе по сертификации.

2. Разработать основные разделы «Положения об органе по сертификации».

- Основные положения.
- Юридический статус органа по сертификации.
- Функции органа по сертификации.
- Обязанности органа по сертификации.
- Руководитель органа по сертификации.
- Специалисты органа по сертификации.
- Контроль за деятельностью органа по сертификации.
- Права органа по сертификации.
- Объект сертификации.

#### **Контрольные вопросы**

1. Функции органа по сертификации
2. Обязанности органа по сертификации
3. Права органа по сертификации
4. Требования к положению об органе сертификации
5. Порядок оплаты работ по сертификации

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемы, связанные с обеспечением качества, становятся особенно актуальными в условиях переходной экономики, характеризующихся обострением конкурентной борьбы между предпринимателями.

Качество продукции и всех видов услуг, наряду с их количеством, определяет качество жизни человека, сохранение окружающей среды и, в конечном счете, содержание качества социально-экономического развития. Овладение методами управления качеством является одним из главных условий выхода промышленных и торговых предприятий на рынок с конкурентоспособной продукцией, а значит, и коммерческого успеха.

Вопросы стандартизации, сертификации и метрологии имеют большую практическую значимость для будущей деятельности, а в процессе обучения в вузе - для изучения других дисциплин учебного плана.

Учебное пособие является практикумом для оказания помощи студентам в процессе освоения приемов решения практических задач в области стандартизации, метрологии, сертификации на основе использования теоретических знаний, полученных в процессе изучения курса. В ходе выполнения лабораторных работ студенты:

- приобретают навыки работы со стандартами и умение критически анализировать их содержание;
- знакомятся с основами метрологии, метрологического контроля и их применением в сфере производства;
- изучают методики контроля качества и работ по сертификации товаров и услуг.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 280700 – Техносферная безопасность, изучающих курс "Метрология, стандартизация и сертификация", входящий в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования в цикл общепрофессиональных дисциплин.

Учебное пособие сопровождается методическими указаниями по каждой теме, где представлены основные определения, методические подходы и типовые расчетные формулы.

Задачи по темам позволяют не только познакомить студентов с различными приемами выполнения расчетов на занятиях по курсу, но и развивают навыки индивидуальной работы при выполнении домашних заданий и в процессе самостоятельной работы.

## Приложения

## Приложение 1

## Основные единицы СИ

Величина		Единица			Определение
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение		
			международное	русское	
1	2	3	4	5	6
Длина	L	метр	m	м	Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени $1/299792458$ s [XVII ГКМВ (1983 г.)]
Масса	M	килограмм	kg	кг	Килограмм есть единица массы, равная массе международного прототипа килограмма [I ГКМВ (1889 г.) и III ГКМВ (1901 г.)]
Время	T	секунда	s	с	Секунда есть время, равное $9\,192\,631\,770$ периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 [XIII ГКМВ (1967 г.), Резолюция 1]
Электрический ток (сила электрического тока)	I	ампер	A	A	Ампер есть сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 m один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 m силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ N [МКМВ (1946 г.)]

Окончание прил. 1

1	2	3	4	5	6
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	К	К	Кельвин есть единица термодинамической температуры, равная 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды [XIII ГКМВ (1967 г.), Резолюция 4]
Количество вещества	N	моль	mol	моль	Моль есть количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 kg. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц [XIV ГКМВ (1971 г.), Резолюция 3]
Сила света	J	кандела	cd	кд	Кандела есть сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Hz, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 W/sr [XVI ГКМВ (1979 г.), Резолюция 3]

## Приложение 2

## Производные единицы СИ, имеющие специальные наименования и обозначения

Наименование	Величина		Единица		
	Размерность	Наименование	Обозначение		Выражение через основные и производные единицы СИ
			международное	русское	
1	2	3	4	5	6
Плоский угол	1	радиан	rad	рад	$m \cdot m^{-1} = 1$
Телесный угол	1	стерадиан	sr	ср	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
Частота	$T^{-1}$	герц	Hz	Гц	$s^{-1}$
Сила	$LM T^{-2}$	ньютон	N	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Давление	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Pa	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	J	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	W	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Электрический заряд, количество электричества	T	кулон	C	Кл	$s \cdot A$
Электрическое напряжение, электрический потенциал, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	V	В	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	F	Ф	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	$\Omega$	Ом	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Электрическая проводимость	$L^{-2} M^{-1} T^3 I^2$	сименс	S	См	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
Поток магнитной индукции, магнитный поток	$L^2 M T^{-2} I^{-1}$	вебер	Wb	Вб	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Плотность магнитного потока, магнитная индукция	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	T	Тл	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Индуктивность, взаимная индуктивность	$L^2 M T^{-2} I^{-2}$	генри	H	Гн	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
Температура Цельсия	$\Theta$	градус Цельсия	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	K
Световой поток	J	люмен	lm	лм	cd·sr
Освещенность	$L^{-2} J$	люкс	lx	лк	$m^{-2} \cdot cd \cdot sr$
Активность нуклида в радиоактивном источнике (активность радионуклида)	$T^{-1}$	беккерель	Bq	Бк	$s^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения, керма	$L^2 T^{-2}$	грей	Gy	Гр	$m^2 \cdot s^{-2}$

Окончание прил. 2

1	2	3	4	5	6
Эквивалентная доза ионизирующего излучения, эффективная доза ионизирующего излучения	$L^2T^{-2}$	зиверт	Sv	Зв	$m^2 \cdot s^{-2}$
Активность катализатора	$NT^{-1}$	катал	kat	кат	$mol \cdot s^{-1}$

Примечания

1 В таблицу включены единица плоского угла - радиан и единица телесного угла - стерadian.

2 В Международную систему единиц при ее принятии в 1960 г. на XI ГКМВ (Резолюция 12) входило три класса единиц: основные, производные и дополнительные (радиан и стерadian). ГКМВ классифицировала единицы радиан и стерadian как «дополнительные, оставив открытым вопрос о том, являются ли основными единицами или производными». В целях устранения двусмысленного положения этих единиц Международный комитет мер и весов в 1980 г. (Рекомендация 1) решил интерпретировать класс дополнительных единиц СИ как класс безразмерных производных единиц, для которых ГКМВ оставляет открытой возможность применения или неприменения их в выражениях для производных единиц СИ. В 1995 г. XX ГКМВ (Резолюция 8) постановила исключить класс дополнительных единиц в СИ, а радиан и стерadian считать безразмерными производными единицами СИ (имеющими специальные наименования и обозначения), которые могут быть использованы или не использованы в выражениях для других производных единиц СИ (по необходимости).

3 Единица катал введена в соответствии с резолюцией 12 XXI ГКМВ

Приложение 3

**Примеры производных единиц СИ, наименования и обозначения  
которых образованы с использованием наименований и  
обозначений основных единиц СИ**

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			международное	русское
Площадь	$L^2$	квадратный метр	$m^2$	$м^2$
Объем, вместимость	$L^3$	кубический метр	$m^3$	$м^3$
Скорость	$LT^{-1}$	метр в секунду	$m/s$	$м/с$
Ускорение	$LT^{-2}$	метр на секунду в квадрате	$m/s^2$	$м/с^2$
Волновое число	$L^{-1}$	метр в минус первой степени	$m^{-1}$	$м^{-1}$
Плотность	$L^{-3}M$	килограмм на кубический метр	$kg/m^3$	$кг/м^3$
Удельный объем	$L^3M^{-1}$	кубический метр на килограмм	$m^3/kg$	$м^3/кг$
Плотность электрического тока	$L^{-2}I$	ампер на квадратный метр	$A/m^2$	$А/м^2$
Напряженность магнитного поля	$L^{-1}I$	ампер на метр	$A/m$	$А/м$
Молярная концентрация компонента	$L^{-3}N$	моль на кубический метр	$mol/m^3$	$моль/м^3$
Яркость	$L^{-2}J$	кандела на квадратный метр	$cd/m^2$	$кд/м^2$

## Приложение 4

**Коэффициенты Стьюдента**

n	Значения Р				
	0.6	0.8	0.95	0.99	0.999
2	1.376	3.078	12.706	63.657	636.61
3	1.061	1.886	4.303	9.925	31.598
4	0.978	1.638	3.182	5.841	12.941
5	0.941	1.533	2.776	4.604	8.610
6	0.920	1.476	2.571	4.032	6.859
7	0.906	1.440	2.447	3.707	5.959
8	0.896	1.415	2.365	3.499	5.405
9	0.889	1.397	2.306	3.355	5.041
10	0.883	1.383	2.262	3.250	4.781
11	0.879	1.372	2.228	3.169	4.587
12	0.876	1.363	2.201	3.106	4.437
13	0.873	1.356	2.179	3.055	4.318
14	0.870	1.350	2.160	3.012	4.221
15	0.868	1.345	2.145	2.977	4.140
16	0.866	1.341	2.131	2.947	4.073
17	0.865	1.337	2.120	2.921	4.015
18	0.863	1.333	2.110	2.898	3.965
19	0.862	1.330	2.101	2.878	3.922
20	0.861	1.328	2.093	2.861	3.883
21	0.860	1.325	2.086	2.845	3.850
22	0.859	1.323	2.080	2.831	3.819

## Примеры обозначения классов точности

Формула для определения пределов допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности	Обозначение класса точности		Примечания
		в документации	на средствах измерений	
Абсолютная: $\Delta = \pm a$	При измерении постоянного тока $\Delta = \pm 0,7 \text{ А}$	Класс точности М	М	$\Delta$ – пределы допускаемой основной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы; $x$ – значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале; $\dot{a}$ и $b$ – положительные числа, не зависящие от $x$ .
Абсолютная: $\Delta = (a + bx)$	При измерении линейно изменяющегося напряжения $\Delta = \pm (1 + 0,57x) \text{ мВ}$	Класс точности С	С	
Приведенная $\gamma = \pm p$ ,	$\gamma = \pm 1,5 \%$  $\gamma = \pm 0,5 \%$	Класс точности 1,5  Класс точности 0,5	$1,5$  $0,5$	если нормирующее значение $X_{\square}$ выражено в единицах величины на входе (выходе) средств измерений; если нормирующее значение $x_N$ определяется длиной шкалы или ее части
Относительная $\delta = \pm q$	$\delta = \pm 0,5 \%$	Класс точности 0,5	0,5	
Относительная $\delta = \pm \left[ c + d \left( \frac{x_k}{x} - 1 \right) \right]$	$\delta = \pm \left[ 0,02 + 0,01 \left( \frac{x_k}{x} - 1 \right) \right]$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01	$x_k$ – больший по модулю из пределов измерений

**Штрихкоды стран мира**

Код	Страна	Национальная организация EAN/UCC
1	2	3
00-13	США и Канада	UCC (U.S.A. & Canada)
30-37	Франция	GENCOD-EAN France
380	Болгария	BCCI (Bulgaria)
383	Словения	EAN Slovenia
385	Хорватия	EAN Croatia
387	Босния и Герцеговина	EAN-BIH (Bosnia-Herzegovina)
400-440	Германия	CCG (Germany)
45-49	Япония	Distribution Code Center - DCC (Japan)
460-469	Россия	UNISCAN / EAN RUSSIA (Russian Federation)
471	Тайвань	EAN Taiwan
474	Эстония	EAN Eesti (Estonia)
475	Латвия	EAN Latvia
476	Азербайджан	EAN Azerbaijan
477	Литва	EAN Lithuania
478	Узбекистан	EAN Uzbekistan
479	Шри-Ланка	EAN Sri Lanka
480	Филиппины	PANC (Philippines)
481	Беларусь	EAN Belarus
482	Украина	EAN Ukraine
484	Молдова	EAN Moldova
485	Армения	EAN Armenia
486	Грузия	EAN Georgia
487	Казахстан	EAN Kazakhstan
489	Гонконг	HKANA (Hong Kong)
50	Великобритания	E Centre UK
520	Греция	HELLCAN - EAN HELLAS (Greece)
528	Ливан	EAN Lebanon
529	Кипр	EAN Cyprus
531	Македония	EAN-MAC (FYR Macedonia)
535	Мальта	EAN Malta
539	Ирландия	EAN Ireland
54	Бельгия, Люксембург	ICODIF/EAN Belgium.Luxembourg
560	Португалия	CODIPOR (Portugal)
569	Исландия	EAN Iceland
57	Дания	EAN Denmark
590	Польша	EAN Poland
594	Румыния	EAN Romania
599	Венгрия	EAN Hungary
600-601	Южная Африка	EAN South Africa
609	Маврикий	EAN Mauritius
611	Марокко	EAN Maroc (Marocco)
613	Алжир	EAN Algeria
616	Кения	EAN Kenya
619	Тунис	TUNICODE (Tunisia)

Продолжение прил. 6

12		3
621	Сирия	EAN Syria
622	Египет	EAN Egypt
624	Ливия	EAN Libya
625	Иордания	EAN Jordan
626	Иран	EAN Iran
627	Кувейт	EAN Kuwait
628	Саудовская Аравия	EAN Saudi Arabia
629	Объединенные Арабские Эмираты	EAN Emirates
64	Финляндия	EAN Finland
690-693	Китай	Article Numbering Centre of China - ANCC (China)
70	Норвегия	EAN Norge (Norway)
729	Израиль	Israeli Bar Code Association - EAN Israel
73	Швеция	EAN Sweden
740	Гватемала	EAN Guatemala
741	Сальвадор	EAN El Salvador
742	Гондурас	EAN Honduras
743	Никарагуа	EAN Nikaragua
744	Коста-Рика	EAN Costa Rica
745	Панама	EAN Panama
746	Доминиканская Республика	EAN Republica Dominicana
750	Мексика	AMECE (Mexico)
759	Венесуэла	EAN Venezuela
76	Швейцария	EAN (Schweiz, Suisse, Svizzera)
770	Колумбия	IAC (Colombia)
773	Уругвай	EAN Uruguay
775	Перу	EAN Peru
777	Боливия	EAN Bolivia
779	Аргентина	CODIGO - EAN Argentina
780	Чили	EAN Chile
784	Парагвай	EAN Paraguay
786	Эквадор	ECOP (Ecuador)
789	Бразилия	EAN Brazil
80-83	Италия	INDICOD (Italy)
84	Испания	AECOC (Spain)
850	Куба	Camera de Comercio de la Republica de Cuba (Cuba)
858	Словакия	EAN Slovakia
859	Чехия	EAN Czech
860	Югославия	EAN YU (Yugoslavia)
867	Северная Корея	EAN DPR Korea (North Korea)
869	Турция	Union of Chambers of Commerce of Turkey (Turkey)
87	Нидерланды	EAN Nederland (Netherlands)
880	Южная Корея	EAN Korea (South Korea)
885	Таиланд	EAN Thailand

*Окончание прил.6*

1	2	3
888	Сингапур	SANC (Singapore)
890	Индия	EAN India
893	Вьетнам	EAN Vietnam
899	Индонезия	EAN Indonesia
90-91	Австрия	EAN Austria
93	Австралия	EAN Australia
94	Новая Зеландия	EAN New Zealand
955	Малайзия	Malaysian Article Numbering Council (MANC)
958	Макао	EAN Macau

*Приложение 7*

**ОБРАЗЕЦ**  
**ПОЛОЖЕНИЯ ОБ ОРГАНЕ ПО СЕРТИФИКАЦИИ**  
система добровольной сертификации «ЗЕМСЕРТ»

(наименование организации)

**СОГЛАСОВАНО УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Руководителя Руководитель Федеральной  
службы земельного кадастра службы земельного кадастра  
Кадастра России России

\_\_\_\_\_

подпись фамилия инициалы

\_\_\_\_\_

подпись фамилия инициалы

« » 200 « » 200 г.

М.П.

**ПОЛОЖЕНИЕ**

**об органе по сертификации**

(наименование органа по сертификации)

Руководитель органа по сертификации

\_\_\_\_\_

подпись фамилия и инициалы

200 г \_\_\_\_\_

**М. П.**

Положение об аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий...

**Библиографический список**

1. Аристов А.И. Метрология, стандартизация и сертификация : / А. И. Аристов, Л. И. Карпов, В. М. Приходько, Т. М. Раковщик. - 2-е изд, испр. - М. : Академия, 2007. - 384 с. : ил.
2. Басовский Л.Е. Управление качеством : / Л.Е. Басовский, В.Б. Протасьев: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 212 с.
3. Герасимова, Е. Б. Метрология, стандартизация и сертификация : / Е. Б. Герасимова, Б. И. Герасимов. - М. : ФОРУМ, 2008. - 224 с. : ил.
4. Гончаров А.А. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.А. Гончаров, В.Д. Копылов. - 5-е изд., стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2007. - 240 с.
5. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебник для вузов. 2-е изд. - СПб.: Питер, 2006. - 432 с.
6. Калабин Г.А. Сертификация сырья, производственных процессов и продукции по международным экологическим требованиям: Учебное пособие. – М. : ИПК РУДН, 2008. – 393 с. : ил.
7. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.
8. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: Учебник. - 3-е изд., переаб. и доп. - М.: Юрайт-Издат, 2004. - 330 с.
9. Метрология, стандартизация и сертификация/ В. Е. Эростов. - М. : ФОРУМ, 2008 г.
10. Никитин В.А. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000: 2000. – СПб.: Питер, 2002. – 272 с
11. Никифоров, А. Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : / А. Д. Никифоров. - М. : Высш. шк., 2000. - 510 с. : ил.
12. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для бакалавров : / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 838 с. : ил.
13. Раннев, Г. Г. Методы и средства измерений : / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2004. - 336 с. : ил.
14. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для бакалавров : / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 838 с. : ил.
15. Тартаковский Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2002. - 205с. :ил.

*Справочная и нормативная литература*

16. Конституция Российской Федерации" (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ)

17. "Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. РМГ 29-99" (введены Постановлением Госстандарта РФ от 17.05.2000 N 139-ст) (ред. от 04.08.2010)

18. Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. от 23.06.2014) "Об обеспечении единства измерений"

19. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. "О техническом регулировании" N 184-ФЗ (с изменениями от 9 мая 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г.)

20. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 23.06.2014) "О техническом регулировании"

21. "ГОСТ Р 1.0-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения" (утв. Приказом Росстандарта от 23.11.2012 N 1146-ст) (ред. от 22.11.2013)

22. "ГОСТ Р 55568-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Оценка соответствия. Порядок сертификации систем менеджмента качества и систем экологического менеджмента" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 28.08.2013 N 669-ст)

23. Постановление Правительства РФ от 06.04.2011 N 246 (ред. от 05.06.2013) "Об осуществлении федерального государственного метрологического надзора" (вместе с "Положением об осуществлении федерального государственного метрологического надзора")

24. Постановление Правительства РФ от 01.12.2009 N 982 (ред. от 20.10.2014) "Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии"

## Содержание

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1 Физические величины и единицы их измерения .....	4
Лабораторная работа № 2 Многократные равноточные измерения. Обнаружение грубых погрешностей.....	8
Лабораторная работа № 3 Виды средств измерений и их метрологические характеристики .....	12
Лабораторная работа № 4 Определение параметров и погрешностей прибора.....	18
Лабораторная работа № 5 Надежность приборов и систем.....	20
Лабораторная работа № 6 Косвенное измерение объема и плотности твёрдых тел.....	29
Лабораторная работа № 7 Обработка результатов прямых многократных измерений.....	34
Лабораторная работа № 8 Поверка штангенциркуля.....	41
Лабораторная работа № 9 Поверка весов.....	47
Лабораторная работа № 10 Определение технических характеристик универсального осциллографа .....	52
Лабораторная работа № 11 Измерение частоты и временных интервалов .....	59
Лабораторная работа № 12 Государственный метрологический контроль .....	61
Лабораторная работа № 13 Виды стандартов и нормативных документов. Порядок разработки, внедрения и отмены стандартов .....	67
Лабораторная работа № 14 Штрихкод и штриховое кодирование.....	71

Лабораторная работа № 15 Изучение правил построения, изложения, оформления и содержания стандартов .....	74
Лабораторная работа № 16 Исследование сертификата соответствия .....	79
Лабораторная работа № 17 «Сертификация соответствия» и «Декларирование соответствия».....	83
Лабораторная работа № 18 Положение об органе по сертификации.....	87
Заключение.....	91
Приложения.....	92
Приложение 1 Основные единицы СИ .....	92
Приложение 2. Производные единицы СИ, имеющие специальные наименования и обозначения .....	94
Приложение 3. Примеры производных единиц СИ, наименования и обозначения которых, образованы с использованием наименований и обозначений основных единиц СИ.....	95
Приложение 4. Коэффициенты Стьюдена.....	96
Приложение 5. Примеры обозначения классов точности.....	97
Приложение 6. Штрих-коды стран мира .....	98
Приложение 7. Образец положения об органе по сертификации .....	100
Библиографический список.....	101

Учебное пособие

**Едаменко** Алена Сергеевна  
**Ястребинская** Анна Викторовна

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ  
И СЕРТИФИКАЦИЯ**

Лабораторный практикум

Подписано в печать 08.12.14. Формат 60×84/16. Усл. печ. л.6,5. Уч-изд. л. 6,1.

Тираж 75 экз. Заказ . Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом  
университете им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46