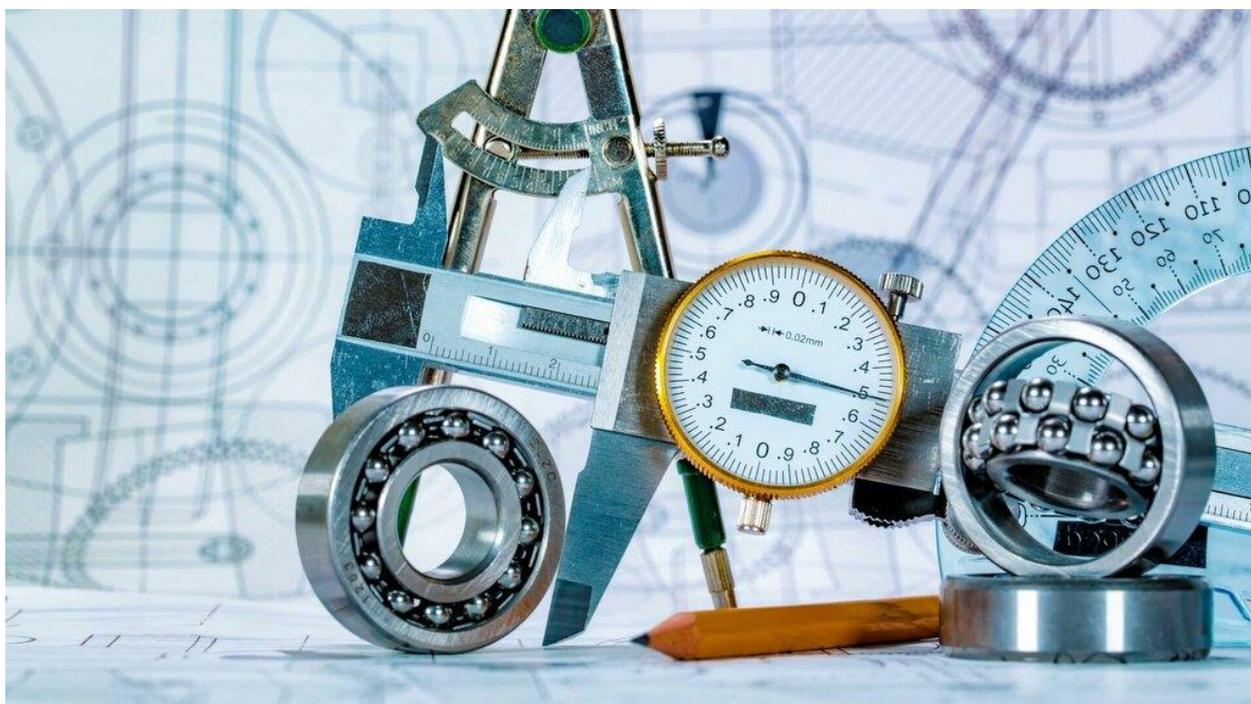


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Амурский государственный университет»

О.В. Скрипко, Н.С. Бодруг, А.Д. Миронова

# МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

*Учебное пособие*



Благовещенск 2025

ББК 30.10  
УДК 389  
С45

*Печатается по решению  
редакционно-издательского  
совета Амурского государственного  
университета*

Рецензенты:

- Казакул Алексей Александрович*      заместитель главного инженера по оперативно-технологическому и ситуационному управлению – начальник управления АО «ДРСК», кандидат технических наук, доцент
- Проценко Палина Павловна*      доцент кафедры электроэнергетики и электротехники Электроэнергетического факультета ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ»

Скрипко О. В.

**Метрология, стандартизация и сертификация:** учебное пособие для практических занятий. / О. В. Скрипко, Н. С. Бодруг, А. Д. Миронова ; Амур. гос. ун-т, Энергет. фак. – Благовещенск: АмГУ, 2025. – 100 с.

Пособие содержит перечень тем, практических заданий и вопросов, которые студенты должны освоить и выполнить в процессе изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: «Автоматизация технологических процессов и производств», «Электроэнергетика и электротехника» и «Теплоэнергетика и теплотехника» очной и заочной форм обучения.

*В авторской редакции.*

## Содержание

Введение	4
Практическое занятие 1. Единицы физических величин. Система СИ	6
Практическое занятие 2. Погрешности измерений. Методы расчета абсолютной, относительной и приведенной погрешностей	14
Практическое занятие 3. Случайные погрешности измерений. Дифференциальный закон распределения случайных погрешностей	22
Практическое занятие 4. Оценка результатов измерений. Исключение грубых погрешностей	31
Практическое занятие 5. Классы точности средств измерения	39
Практическое занятие 6. Методы и методики измерений. Расчет надёжности приборов	47
Практическое занятие 7. Изучение закона РФ «Об обеспечении единства измерений»	54
Практическое занятие 8. Стандартизация маркировочных знаков на продукции. Анализ маркировочных знаков реального монитора ПК	60
Практическое занятие 9. Изучение закона РФ «О техническом регулировании»	77
Практическое занятие 10. Технологические штриховые коды	83
Заключение	94
Список литературы	96
Приложения	97

## ВВЕДЕНИЕ

Мир, который нас окружает, представляет собой пространство физических величин, существующих в широком диапазоне от микромира до макромира в масштабах Вселенной. Эти величины являются характеристиками материальных объектов и процессов, отражая различные взаимодействия между ними и их изменения во времени.

История человеческой цивилизации – это история развития измерительной культуры. Этот процесс включает в себя постоянное совершенствование методов и средств измерения, а также обеспечение единства измерений, что важно для повышения их точности и единообразия. Укрепление служб образцовых измерений играет ключевую роль не только в экономике, но и в государственной власти.

Роль метрологии как науки об измерениях, методах и средствах их единства, а также способах достижения необходимой точности в научно-техническом прогрессе охватывает широкий спектр возможностей и проблем. Измерения играют ключевую роль в познании природы и её законов. Каждое новое открытие в естественных и технических науках требует множества измерений. Ученые имеют возможность исследовать, анализировать, контролировать и использовать природные явления в зависимости от доступных им методов и средств измерений.

Измерения играют важную роль, как в получении научных знаний, так и в сборе информации в более широком контексте. В ходе исследовательского процесса измерения могут выявлять новые физические и математические закономерности, в то время как измерение характеристик продукции и технологических процессов предоставляет необходимую информацию для управления этими процессами, обеспечения качества продукции и надежности производства.

Широкий спектр работ в области измерений подчеркивает их важность в науке, технике и повседневной жизни современного общества. Уровень

развития измерительной службы и метрологического обеспечения является индикатором общего уровня развития общества. Однако большой объем измерительной информации приобретает общественную ценность лишь при условии обеспечения единства и необходимой точности измерений, независимо от места, времени и условий их проведения. Гарантирование единства измерений является ключевым аспектом в области измерительной деятельности.

Прогресс в области измерительной техники в последние годы обусловлен интенсивным развитием теории измерений, разработкой новых методов измерения и внедрением последних достижений в микроэлектронике, автоматике и вычислительной технике. Этот прогресс также обусловлен успешным решением множества технологических задач.

Приобретение новых научных знаний и опыта в области измерений, выявление взаимосвязей и создание сигналов с определенными характеристиками приводят к тому, что современная метрология не только занимается измерением величин, но и исследует зависимости. Она использует разнообразные эмпирические методы познания и методологии других научных дисциплин.

Данное учебное пособие разработано в рамках дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» учебного плана для подготовки дипломированных бакалавров. Оно содержит обширный материал для практических занятий по прикладной метрологии, способствующий усвоению студентами знаний и навыков теоретического курса.

## Практическое занятие 1

### ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН. МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА СИ

**Цель работы.** Освоить перевод основных и производных единиц в кратные, дольные единицы и наоборот.

#### *Краткие теоретические сведения*

*Физическая величина* – свойство, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта.

*Единица физической величины* – величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице.

*Измерение* – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Огромная работа, проделанная Международным комитетом мер и весов, а также итоги работы девятой (1948 г.), десятой (1954 г.) и одиннадцатой (1960 г.) Генеральных конференций по мерам и весам привели к тому, что в 1960 г. была принята Международная система единиц измерения (Système International), или сокращенно СИ(SI).

Внедрение Международной системы единиц физических величин во многих странах объясняется следующими причинами:

- широкая универсальность использования во всех областях науки и техники;
- унификация всех областей и видов измерений;
- воспроизведение единиц с высокой степенью точности, а следовательно, с меньшей погрешностью;
- упрощение записи формул наряду со снижением количества допускаемых единиц;
- единая система образования кратных и дольных единиц измерения,

имеющих самостоятельные наименования.

Приведенные преимущества обусловили применение системы СИ даже в странах, где ранее использовались национальные единицы (Великобритания, Канада, Австралия). Основу системы СИ составили семь основных единиц измерения: длины – метр, массы – килограмм, времени – секунда, силы электрического тока – ампер, термодинамической температуры – кельвин, силы света – кандела, количества вещества – моль (таблица 1).

Таблица 1 – Основные единицы системы СИ

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			Международное	Русское
Длина	L	Метр	m	м
Масса	M	Килограмм	kg	кг
Время	T	Секунда	s	с
Сила электрического тока	I	Ампер	A	А
Термодинамическая температура	K	Кельвин	K	К
Количество вещества	N	Моль	mol	моль
Сила света	J	Кандела	cd	кд

Если значения всех величин выражены в единицах СИ, то при расчетах, как уже упоминалось, в формулы не требуется введение коэффициентов, которые зависят от выбора единицы.

Дополнительные единицы системы СИ предназначены и используются для образования единиц углового ускорения и угловой скорости. В связи с этим система СИ включает две дополнительные единицы: плоский угол и телесный угол.

Производные единицы системы СИ имеют собственные наименования и образуются из основных и дополнительных единиц. К производным единицам измерения в электронике относятся: частоты – герц, мощности – ватт, количества электричества – кулон, электрического напряжения (или электродвижущей силы) – вольт, электрической емкости – фарад, электрического

сопротивления – ом, электрической проводимости – сименс, магнитной индукции – тесла, индуктивности – генри.

Средства вычислительной техники дополняются следующими единицами измерения: емкости памяти – бит, байт; разрешающей способности дисплея – пиксель; скорости передачи информации – бит/секунда, байт/секунда.

***Кратные и дольные единицы.*** Использование целых единиц не всегда удобно, так как в результате измерений получаются либо большие, либо малые их значения. Поэтому в системе СИ введены их десятичные кратные и дольные единицы, которые образуются с помощью множителей. Кратные и дольные единицы величин пишутся слитно с наименованием основной или производной единицы, например микроампер – мкА, гигагерц – ГГц, нанофарад – нФ. Наиболее удачным способом образования кратных и дольных единиц является принятая в метрической системе мер десятичная кратность между большими и меньшими единицами СИ, которые образуются в результате присоединения приставок, взятых из латинского, греческого и датского языков.

*Кратная единица физической величины* – это единица, больше системной в целое число раз, например килограмм ( $10^3$ ).

*Дольная единица физической величины* – это единица, меньше системной в целое число раз, например миллисекунда ( $10^{-3}$ ). В таблице 2 приведены используемые в электронике множители и приставки.

Сокращенные обозначения единиц (как международных, так и русских), названных в честь ученых и изобретателей, пишутся с заглавных букв, например ватт – Вт, генри – Гн, вольт – В, а единицы, не связанные с чьим-либо именем, пишутся с маленькой буквы, например секунда – с, радиан – рад. Чтобы не было разночтения в обозначении приставок, начинающихся с одинаковой буквы, например мили и мега, гига и гекто, приставки мега, гига, тера пишутся с заглавной буквы.

Таблица 2 – Множители и приставки, используемые в электронике

Дольные и кратные приставки	Обозначение		Множитель
	русское	международное	
пико	п	p	$10^{-12}$
нано	н	n	$10^{-9}$
микро	мк	$\mu$	$10^{-6}$
мили	м	m	$10^{-3}$
санци	с	s	$10^{-2}$
деци	д	d	$10^{-1}$
кило	к	k	$10^3$
мега	М	M	$10^6$
гига	Г	G	$10^9$
тера	Т	T	$10^{12}$

Следует отметить, что десятичность метрической системы СИ является важным ее преимуществом. В таблице 2 приведены единицы физических величин, используемых в электронике и вычислительной технике.

Таблица 3 – Единицы физических величин, используемых в электронике и вычислительной технике

Электрическая величина		Единицы измерения						Соотношения между кратными и дольными единицами и основной
Наименование	Принятое обозначение	Основная			Кратная или дольная			
		Наименование	Русское обозначение	Международное обозначение	Наименование	Русское обозначение	Международное обозначение	
Сопротивление	R, r	ом	Ом	$\Omega$	мегаом	М Ом	M $\Omega$	1 М Ом = $10^6$ Ом
					килоом	кОм	k $\Omega$	1 к Ом = $10^3$ Ом
Ток	I, i	Ампер	А	А	миллиампер	мА	mA	1 МА = $10^{-3}$ А
					микроампер	мкА	$\mu$ А	1 мкА = $10^{-6}$ А
Напряжение и ЭДС	U, u E, e	вольт	В	V	киловольт	кВт	kV	1 кВ = $10^3$ В
					милливольт	мВт	mV	1 мВ = $10^{-3}$ В
					микровольт	мкВт	$\mu$ V	1 мкВ = $10^{-6}$ В
Мощность	P	ватт	Вт	W	гигаватт	ГВтт	GW	1 ГВт = $10^9$ Вт
					мегаватт	МВтт	MW	1 МВт = $10^6$ Вт

Электрическая величина		Единицы измерения						Соотношения между кратными и основными единицами
Наименование	Принятое обозначение	Основная			Кратная или дольная			
		Наименование	Русское обозначение	Международное обозначение	Наименование	Русское обозначение	Международное обозначение	
Мощность					киловатт	мВт	kW	1 кВт = 10 <sup>3</sup> Вт
					милливатт	мкВт	mW	1 мВт = 10 <sup>-3</sup> Вт
					микроватт	мГн	μW	1 мкВт = 10 <sup>-6</sup> Вт
Индуктивность	L	генри	Гн	H	миллигенри	мГн	mH	1 мГн = 10 <sup>-3</sup> Гн
					микрогенри	мкГн	μH	1 мкГн = 10 <sup>-6</sup> Гн
Емкость	C	фарад	Ф	F	микрофарад	мкФ	μF	1 мкФ = 10 <sup>-6</sup> Ф
					нанофарад	нФ	nF	1 нФ = 10 <sup>-9</sup> Ф
					пикофарад	пФ	pF	1 пФ = 10 <sup>-12</sup> Ф
Частота	F, f	герц	Гц	Hz	гигагерц	ГГц	GHz	1 ГГц = 10 <sup>9</sup> Гц
					мегагерц	МГц	MHz	1 МГц = 10 <sup>6</sup> Гц
					килогерц	кГц	kHz	1 кГц = 10 <sup>3</sup> Гц
Период	T	секунда	с	s	миллисекунда	мс	ms	1 мс = 10 <sup>-3</sup> с
					микросекунда	мкс	μs	1 мкс = 10 <sup>-6</sup> с
					наносекунда	нс	ns	1 нс = 10 <sup>-9</sup> с
Длина волны	λ	метр	м	m	миллиметр	мм	mm	1 мм = 10 <sup>-3</sup> м
					сантиметр	см	cm	1 см = 10 <sup>-2</sup> м
					дециметр	дм	dm	1 дм = 10 <sup>-1</sup> м
Сдвиг фаз	Δφ	радиан	рад	rad	градус	°	°	1° = π/180 рад
Количество информации <sup>1</sup>	-	бит <sup>2</sup>	бит	bit	килобит	кбит	kbit	-
					мегабит	Мбит	Mbit	-
		байт <sup>2,3</sup>	Б(байт)	B(byte)	килобайт	КБ	KB	1 КБ = 1024 Б
					мегабайт	МБ	MB	1 МБ = 1024 КБ
					гигабайт	ГБ	GB	1 ГБ = 1024 МБ 1 Б = 8 бит
Разрешение кадра	-	пиксель	пикс	p	мегапиксель	Мпикс	Мр	1 Мпикс = 10 <sup>6</sup> Ом

<sup>1</sup> Термин «количество информации» используется в устройствах цифровой обработки и передачи информации, например в цифровой вычислительной технике (компьютерах), для записи объема запоминающих устройств, количество памяти, используемой компьютерной программой.

<sup>2</sup> В соответствии с международным стандартом МЭК60027-2 единицы «бит» и «байт» применяется с приставками СИ

<sup>3</sup> Исторически сложилась такая ситуация, что с наименованием «байт» некорректно (вместо 1000 = 10<sup>3</sup> принято 1024 = 2<sup>10</sup>) использовали (и используют) приставки СИ: 1Кбайт = 1024 байт, 1 Мбайт = 1024 Кбайт, 1 Гбайт = 1024 Мбайт и т. п. При этом обозначение Кбайт начинают с прописной буквы в отличие от строчной буквы «к» для обозначения множителя 10<sup>3</sup>.

### *Примеры решения задач*

**Задача 1.** Автомобиль движется по городу со скоростью 60 км/ч. После выключения двигателя и торможения автомобиль останавливается через 2 с. Определить силу торможения, если масса автомобиля 1,2 т.

*Решение:* Сила определяется по формуле  $Ft = mv$ , где  $F$  – сила,  $m$  – масса,  $t$  – время,  $v$  – скорость. Переводим все величины в единицы СИ:  $m=1,2$  т=1200 кг;  $v=60$  км/ч=16,66 м/с. Находим значение силы торможения

$$F = \frac{1200 \cdot 16,66}{2} = 9996 \text{ Н} \approx 10 \text{ кН}.$$

**Задача 2.** Допускаемая угловая скорость в зубчатых передачах в прежних единицах равна 1650 об/мин. Выразить угловую скорость в единицах системы СИ.

*Решение:*  $\omega = \frac{1650 \cdot 2\pi}{60} = 55\pi \text{ рад/с} = 173 \text{ рад/с}$

**Задача 3.** Сила давления на ролик при накатывании резьбы составляет 305 кгс. Выразить силу в единицах системы СИ.

*Решение:*  $F=305 \cdot 9,80665=2991 \text{ Н} \approx 3 \text{ кН}.$

**Задача 4.** Выразить кинетическую энергию маховика, составляющую 12,5 кгс·м в единицах системы СИ.

*Решение:*  $K=12,5 \cdot 9,80665=122,6 \text{ Дж}.$

**Задача 5.** Работа, выполненная мотором мощностью 5 кВт за 7 ч, составляет 35 кВт·ч. Выразить работу единицах системы Си.

*Решение:*  $A=35 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3=126 \cdot 10^6 \text{ Дж}= 126 \text{ МДж}.$

**Задача 6.** Расшифруйте международные и русские обозначения относительных и логарифмических единиц: процент (%), промилле (‰), миллионная доля (ppm, млн<sup>-1</sup>).

*Решение:* Это обозначения относительных единиц, характеризующих, например, КПД, относительное удлинение и т.п., при этом принято выражение в процентах (%), когда отношение равно 10<sup>-2</sup>; в промилле (‰), когда отношение равно 10<sup>-3</sup>; в миллионных долях (ppm) при отношении, равном 10<sup>-6</sup>.

**ЗАДАНИЕ 1. Решить задачи, используя единицы системы СИ.**

**Задача 1.** Мощность двигателя автомобиля составляет 75 л.с. Выразите мощность в единицах системы СИ.

**Задача 2.** Дюймовые доски длиной 3 м и шириной 20 см отпускаются со склада по цене 4500 руб. за кубометр. Сколько стоят 10 досок?

**Задача 3.** Скорость автомобиля на прямолинейном участке трассы составила 175 км/ч. Перевести в единицы измерения системы СИ.

**Задача 4.** На мировом рынке нефть продается по цене 80 американских долларов за баррель. Оценить ежеквартальный объем выручки от экспорта 150 тыс. т нефти.

**Задача 5.** Во многих странах Европы температура измеряется по шкале Фаренгейта. Если в Париже  $68^{\circ}\text{F}$ , а в Москве  $20^{\circ}\text{C}$ , то где теплее?

**Задача 6.** Определить в единицах СИ среднюю скорость ( $V$ ) объекта, если за время  $t = 500$  мс им пройдено расстояние  $S = 10$  см.

**Задача 7.** Угловая скорость электродвигателя составляет 1400 оборотов в минуту. Перевести в единицы измерения системы СИ.

**Задача 8.** Назовите приведенные значения физических величин, используя кратные и дольные приставки:  $5,3 \cdot 10^{13}$  Ом,  $10,4 \cdot 10^{13}$  Гц,  $2,56 \cdot 10^7$  Па.

**Задача 9.** По размерности и обозначениям единиц определите, какие это физические величины и единицы: 1)  $L^2MT^{-2}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$ ; 2)  $LT^{-1}$ ,  $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ ; 3)  $LT^{-2}$ ,  $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$ .

**Задача 10.** Напишите формулы размерности, выразите через основные и дополнительные единицы СИ и приведите наименования единиц следующих электрических величин: 1) частоты; 2) энергии, работы, количества теплоты; 3) количества электричества.

**ЗАДАНИЕ 2. Перевести заданные единицы в требуемые единицы (пользуясь таблицей 3). Для выполнения работы необходимо получить задание у преподавателя.**

### Вариант 1

Задано	Перевести
$18\ 100 \cdot 10^{-4}$ МГц	... кГц
$0,0143 \cdot 10^{-1}$ мкФ	... нФ
$3020,12 \cdot 10^{-2}$ мГц	... мкГц
$0,00910 \cdot 10^5$ Ом	... кОм
$120,1 \cdot 10^{-7}$ с	... мкс

### Вариант 2

Задано	Перевести
$0,22 \cdot 10^2$ Мпикс	... пикс
$0,04 \cdot 10^2$ Мбит	... КБ
$5,02 \cdot 10^3$ МГц	... Гц
$2,3 \cdot 10^7$ Ом	... МОм
$18,2 \cdot 10^{-5}$ с	... мс

### Вариант 3

Задано	Перевести
$0,8 \cdot 10^3$ МБ	... Б
$4530 \cdot 10^{-3}$ ГГц	... кГц
$0,051 \cdot 10^{-2}$ МОм	... ТОм
$2500 \cdot 10^{-4}$ с	... нс
$340 \cdot 10^{-1}$ кпикс	... пикс

### Вариант 4

Задано	Перевести
$0,042 \cdot 10^2$ ГГц	... МГц
$0,53 \cdot 10^6$ мкГн	... Гн
$0,081 \cdot 10$ В	... мВ
$7320 \cdot 10^{-5}$ Ом	... МОм
$9081 \cdot 10^2$ Б	... КБ

### Вариант 5

Задано	Перевести
$8,1 \cdot 10^{-6}$ ГГц	... Гц
$2,302 \cdot 10^{-9}$ кВ	... мкВ
$1350 \cdot 10^8$ Ом	... ГОм
$4,02 \cdot 10^{-3}$ А	... мА
16 800 бит	... Б

### Контрольные вопросы

1. Какая метрическая система единиц измерения используется в настоящее время в большинстве стран мира?
2. Что такое единица физической величины?

3. Перечислите основные единицы системы СИ.
4. Назовите производные единицы системы СИ.
5. Какие дополнительные единицы включены в систему СИ? Сколько их?
6. Какой способ образования кратных и дольных единиц принят в используемой в России метрической системе единиц?
7. Наименование каких приставок пишется с заглавной буквы и почему?
8. Наименование каких приставок пишется с маленькой буквы?
9. Какую степень (положительную или отрицательную) имеют кратные единицы?
10. Какую степень (положительную или отрицательную) имеют дольные единицы?

## **Практическое занятие 2**

### **ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ.**

### **ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

**Цель работы.** Освоить методы расчета абсолютной, относительной и приведенной погрешностей.

#### ***Краткие теоретические сведения***

Качество средств и результатов измерений принято характеризовать, указывая их погрешности. *Результат измерения* представляет собой значение величины, полученное путем измерения.

*Погрешность результата измерения* – это отклонение результата измерения  $X$  от истинного (или действительного) значения  $Q$  измеряемой величины. Она указывает границы неопределенности значения измеряемой величины. Близость к нулю погрешности результата измерения отражает *точность результата измерений*, которая является одной из характеристик качества измерения. Считают, что чем меньше погрешность измерения, тем

больше его точность.

*Погрешность средства измерений* – разность между показанием СИ и истинным (действительным) значением измеряемой ФВ. Она характеризует *точность средства измерений* (характеристику качества СИ, отражающую близость его погрешности к нулю).

Понятия погрешности результата измерения и погрешности средства измерений во многом близки друг к другу и классифицируются по одинаковым признакам.

По *характеру проявления* погрешности делятся на случайные, систематические, прогрессирующие и промахи, или грубые погрешности.

*Случайная погрешность* – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) в серии повторных измерений одного и того же размера физической величины, проведенных с одинаковой тщательностью в одних и тех же условиях. В появлении таких погрешностей не наблюдается какой либо закономерности, они обнаруживаются при повторных измерениях одной и той же величины в виде некоторого разброса получаемых результатов. Случайные погрешности неизбежны, неустранимы и всегда присутствуют в результате измерения, однако их можно существенно уменьшить, увеличив число наблюдений.

*Систематическая погрешность* – составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно меняющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины. Может быть - постоянной и переменная систематические погрешности. Их отличительный признак заключается в том, что они могут быть предсказаны, обнаружены и благодаря этому почти полностью устранены введением соответствующей поправки.

*Прогрессирующая (дрейфовая) погрешность* – это непредсказуемая погрешность, медленно меняющаяся во времени. Прогрессирующие погрешности могут быть скорректированы поправками только в данный момент времени, а далее вновь непредсказуемо изменяются. Их изменение во

времени представляет собой нестационарный случайный процесс, поэтому в рамках хорошо разработанной теории стационарных случайных процессов они могут быть описаны лишь с известными оговорками.

*Грубая погрешность (промах)* – это случайная погрешность результата отдельного наблюдения, входящего в ряд измерений; для данных условий она резко отличается от остальных результатов этого ряда.

По *способу выражения* различают абсолютную, относительную и приведенную погрешности.

*Абсолютная погрешность* описывается формулой и выражается в единицах измеряемой величины.

$$\Delta X = X - Q$$

Однако она не может в полной мере служить показателем точности измерений, так как одно и то же ее значение, например,  $\Delta x=0,05$  м при  $x=100$  м, соответствует достаточно высокой точности измерений, а при  $x=1$  м – низкой. Поэтому и вводится понятие относительной погрешности.

*Относительная погрешность* есть отношение абсолютной погрешности измерения к действительному или измеренному значению измеряемой величины:

$$\delta = \frac{\Delta X}{x}, \text{ или } \sigma = \frac{\Delta X}{x} \cdot 100\%$$

Из этих отношений находят относительную погрешность в долях измеряемой величины или процентах.

Эта наглядная характеристика точности результата измерения не годится для нормирования погрешности средства измерения, так как при изменении значений  $x$ , относительная погрешность принимает различные значения вплоть до бесконечности при  $x=0$ . В связи с этим для указания и нормирования погрешности СИ используется еще одна разновидность погрешности – приведенная.

*Приведенная погрешность средства измерений* – это относительная погрешность, в которой абсолютная погрешность СИ отнесена к условно

принятому значению  $x_N$ , постоянному во всем диапазоне измерений или его части:

$$\gamma = \frac{\Delta X}{x_N}, \text{ или } \gamma = \frac{\Delta X}{x_N} \cdot 100\%$$

Условно принятое значение  $x_N$  называют *нормирующим*. Чаще всего за него принимают верхний предел измерений данного СИ, применительно к которым и используется главным образом понятие «приведенная погрешность». Приведенную погрешность обычно выражают в процентах.

### ***Примеры решения задач***

**Задача 1.** При поверке концевой меры длины номинального размера 100 мм получено значение 100,0006 мм. Определить абсолютную и относительные погрешности меры.

*Решение:* Абсолютная погрешность меры:

$$\Delta x = x - x_D = 100,0006 \text{ мм} - 100 \text{ мм} = 0,0006 \text{ мм} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Относительная погрешность меры:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_D} \cdot 100\% = \frac{6 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{10^{-1} \text{ м}} \cdot 100\% = 6 \cdot 10^{-4}\%.$$

*Решение:*  $\Delta x = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ ;  $\delta = 6 \cdot 10^{-4}\%$ .

**Задача 2.** Температура в масляном термостате измеряется образцовым палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Первый показал 111 °С, второй 110 °С. Определите истинное (действительное) значение температуры, погрешность поверяемого прибора, поправку к его показаниям и оцените относительную погрешность термометра.

*Решение:* Действительное значение – это показания образцового прибора, т.е.  $Q = 111^\circ\text{С}$ . Погрешность поверяемого прибора:  $\Delta x = 110^\circ\text{С} - 111^\circ\text{С} = -1^\circ\text{С}$ .

Поправка – это погрешность измерения, взятая с обратным знаком:  $\nabla x = +1^\circ\text{С}$ .

Относительная погрешность термометра:

$$\delta = \frac{\Delta x}{Q} 100\% = \frac{|110^\circ\text{C} - 111^\circ\text{C}|}{111^\circ\text{C}} \cdot 100\% \approx 0,9\%.$$

*Ответ:*  $Q = 111^\circ\text{C}$ ;  $\Delta x = -1^\circ\text{C}$ ;  $\nabla x = +1^\circ\text{C}$ ;  $\delta \approx 0,9\%$ .

**Задача 3.** Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 В до 150 В равны 51,5 В. Показания образцового вольтметра, включенного параллельно с первым - 50,0 В. Определить относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

*Решение:* Относительная погрешность рабочего вольтметра:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_D} \cdot 100\% = \frac{51,5\text{В} - 50,0\text{В}}{50,0\text{В}} \cdot 100\% \approx 3\%.$$

Приведенная погрешность рабочего вольтметра ( $x_N$  – нормирующее значение (верхний предел измерений):  $\gamma = \frac{\Delta x}{x_N} \cdot 100\% = \frac{51,5\text{В} - 50,0\text{В}}{150\text{В}} \cdot 100\% \approx 1\%$ .

*Решение:*  $\delta \approx 3\%$ ;  $\gamma \approx 1\%$ .

**Задача 4.** Пользуясь правилами округления, запишите результаты измерений 148935 м; 575,4555 м; 575,450 м; 575,55 м; 325,6798, если первая из заменяемых цифр является пятой по счету (слева направо).

*Решение:* 148900 м; 575,5 м; 575,4 м; 575,6 м; 325,7 м.

**Задача 5.** В таблице 4 приведены результаты наблюдений и неисправленные отклонения результатов наблюдений, которые были получены при сравнении индуктивности катушки с индуктивностью двух образцовых катушек, равной 50 Гн. Причём первые четыре наблюдения были проведены с первой образцовой катушкой, а шесть последующих со второй образцовой катушкой.

Таблица 4 – Результаты наблюдений  $x_i$  и неисправленные отклонения результатов наблюдений  $v_i$ .

1 образцовая катушка		2 образцовая катушка	
$x_i$ , мГн	$v_i$ , мГн	$x_i$ , мГн	$v_i$ , мГн
50,82	0,00	50,78	-0,04
50,83	+0,01	50,78	-0,04
50,87	+0,01	50,75	-0,05
50,89	+0,07	50,85	+0,01
		50,82	0,00
		50,81	-0,01

Определить присутствуют ли систематические погрешности в результатах наблюдений.

*Решение:* Построим график последовательности неисправленных отклонений результатов наблюдений (рисунок 1).

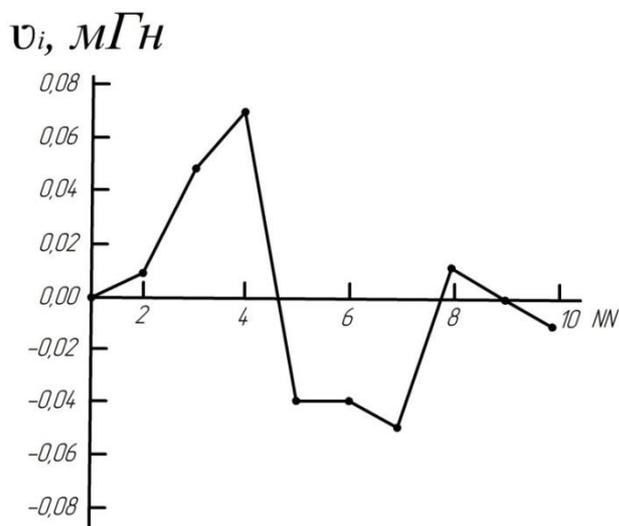


Рисунок 1 – График последовательности неисправленных отклонений результатов наблюдений

При замене образцовой катушки отклонения результатов резко меняются. Скачок составляет 0,11 мГн, что намного больше максимального из остальных скачков (0,06 мГн при переходе от 7 к 8-му измерению). Следовательно, какая-то из образцовых катушек индуктивности вносила погрешность в результаты наблюдений, но не ясно, какая. График лишь обращает внимание на необходимость правильной аттестации образцовых катушек, но не дает никаких сведений о значениях систематических погрешностей.

*Ответ:* Систематические погрешности присутствуют в результатах наблюдений.

**ЗАДАНИЕ. Решить задачи по теме «Расчет погрешностей и округление результатов измерений. Оценка величины систематической погрешности (введение поправок)»**

**Задача 1.** Определите действительное значение тока  $I_D$  в электрической

цепи, если стрелка миллиамперметра отклонилась на  $\alpha_0 = 37$  делений, его цена деления  $C_{I_0} = 2$  мА/дел., а поправка для этой точки  $\Delta = -0,3$  мА.

**Задача 2.** Измеряется мощность трехфазного тока двумя ваттметрами. Какова наибольшая погрешность измерения, если стрелка первого ваттметра показывает 120 делений и погрешность этого прибора не более 0,5%, а стрелка второго ваттметра показывает 40 делений и погрешность прибора 1%.

**Задача 3.** Определить относительную и приведенную погрешности вольтметра, если его диапазон измерений от -12 В до +12 В, значение поверяемой отметки шкалы равно 8 В. Действительное значение измеряемой величины 7,97 В.

**Задача 4.** Определите суммарное сопротивление двух последовательно соединенных образцовых катушек сопротивления при  $R_1 = (10 \pm 0,05)$ ;  $R_2 = (1 \pm 0,02)$  Ом.

**Задача 5.** Определите абсолютную погрешность измерения постоянного тока амперметром, если он в цепи с образцовым сопротивлением 5 Ом показал ток 5 А, а при замене прибора образцовым амперметром для получения тех же показаний пришлось уменьшить напряжение на 1 В.

**Задача 6.** Определить погрешность при измерении тока амперметром класса точности 1,5, если номинальный ток амперметра 30 А, а показание амперметра 15 А.

**Задача 7.** Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 В до 200 В равны 140 В. Образцовый вольтметр, включенный параллельно, показывает 143 В. Определите относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

**Задача 8.** Найденное значение тока  $I_1 = 26$  А, а его действительное значение  $I = 25$  А. Определить абсолютную и относительную погрешность измерения.

**Задача 9.** При поверке концевой меры длины размера 20 мм получено значение 20,0005 мм. Определить абсолютную и относительную погрешности.

**Задача 10.** Найти относительную погрешность вольтметра класса точно-

сти 1,0 с диапазоном измерений от 0 до 120 В, в точке шкалы 40 В.

**Задача 11.** Показание вольтметра с диапазоном измерений от 0 до 200 В равно 161,5 В. Показание образцового вольтметра, подключенного параллельно равно 160 В. Определите относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

**Задача 12.** Измерение напряжения в цепи производят образцовым и поверяемым вольтметрами. Первый показал напряжение 46 В, второй 47 В. Определите погрешность поверяемого прибора и поправку к его показаниям.

**Задача 13.** Какова относительная погрешность измерения напряжения переменного тока электромагнитным вольтметром при положении переключателя рода работы на постоянном токе, если прибор показывает 128 В при напряжении 127 В.

**Задача 14.** Вольтметр имеет абсолютную погрешность  $\Delta = \pm 0,1$  В, из-за влияния температуры имеется дополнительная погрешность  $D = 0,06$  В. Определите суммарную погрешность.

**Задача 15.** Результат измерения тока  $I_x = 49,9$  А, а его действительное значение  $I = 50,0$  А. Определить относительную погрешность измерения и поправку, которую следует ввести в результат измерения.

**Задача 16.** Напишите округленные до целых следующие результаты измерений: 1234,50 мм; 8765,50 кг; 43210,500 с.

**Задача 17.** Пользуясь правилами округлений, запишите результат измерений 13,7645 м, 324,5 м, 2753,1 м, сохранив три значащих цифры.

**Задача 18.** Результат измерения сопротивления 17,1 Ом, погрешность результата  $\pm 0,005$  Ом. Запишите результат измерения сопротивления, пользуясь правилами округлений.

### Контрольные вопросы

1. Что такое погрешность измерения, почему она возникает?
2. Что такое систематическая погрешность?
3. Перечислите виды погрешностей измерения.

4. Что понимают под случайной погрешностью?
5. Какие бывают погрешности по способу выражения?
6. Что называют относительной погрешностью?
7. Какие значения необходимо знать для определения приведенной погрешности?
8. В каких единицах выражают абсолютную погрешность?
9. Что такое прогрессирующая погрешность, чем она вызывается?
10. Как избежать появления случайной погрешности измерений?

### **Практическое занятие 3**

## **СЛУЧАЙНЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ**

***Цель работы.*** Ознакомиться с методами расчета погрешностей на основе дифференциального закона распределения.

### ***Краткие теоретические сведения***

Если при повторных измерениях одной и той же физической величины, проведенных с одинаковой тщательностью и в одинаковых условиях получаемые результаты, отличаются друг от друга, то это свидетельствует о наличии *случайных погрешностей*.

*Случайные погрешности* являются результатом одновременного воздействия на измеряемую величину многих случайных возмущений. Предсказать результат наблюдения или исправить его введением поправки невозможно. Можно лишь с определенной долей уверенности утверждать, что истинное значение измеряемой величины находится в пределах разброса результатов наблюдений от  $x_{min}$  (нижняя граница разброса) до  $x_{max}$  (верхняя граница разброса).

Для характеристики свойств случайной величины в теории вероятно-

стей используют понятие закона распределения вероятностей случайной величины. Различают две формы описания закона распределения: *интегральную* и *дифференциальную*.

*Дифференциальный закон распределения* дает полную информацию о свойствах случайной величины и позволяет ответить на вопросы о результате измерения и его случайной погрешности и описывается уравнением:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

Если известен дифференциальный закон распределения  $f(x)$ , то *вероятность*  $P$  попадания случайной величины  $x$  в интервал от  $x_1$  до  $x_2$  можно записать в следующем виде:

$$P\{x_1 \leq x \leq x_2\} = \int_{x_2}^{x_1} f(x)dx$$

Вероятность попадания величины  $x$  в интервал  $[-\infty; +\infty]$  равна 1, то есть представляет собой достоверное событие. Вероятность этого события называется *функцией распределения случайной величины* и обозначается  $F(x)$  иногда называют *интегральной функцией распределения*:

$$P\{x_1 \leq x \leq x_2\} = F(x_1) - F(x_2)$$

*Функция распределения* через плотность:

$$F(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx$$

Плотность распределения вероятностей  $f(x)$  называют *дифференциальной функцией распределения*:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

В большинстве случаев бывает достаточно охарактеризовать случайные величины специальными параметрами, основными из которых являются: центр распределения; начальные и центральные моменты и производные от них коэффициенты – математическое ожидание (МО), среднее квадра-

тическое отклонение (СКО), эксцесс, контрэксцесс и коэффициент асимметрии.

Наиболее фундаментальным является определение центра распределения  $X_M$  по принципу симметрии вероятностей, т.е. нахождения такой точки  $X_M$  на оси  $x$ , слева и справа от которой вероятности появления различных значений случайных погрешностей равны между собой и составляют  $P_1=P_2=0,5$ :

$$F(X_M) = \int_{-\infty}^{X_M} f(x)dx = \int_{X_M}^{+\infty} f(x)dx = 0,5$$

Координата  $X_M$  может быть определена и как центр тяжести распределения, т.е. как *математическое ожидание* случайной величины. Это такая точка  $\bar{X}$ , относительно которой опрокидывающий момент геометрической фигуры, огибающей которой является кривая  $f(x)$ , равен нулю:

$$\bar{X} = m_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$

Оценка параметра называется *точечной*, если она выражается одним числом. Задача нахождения точечных оценок – частный случай статистической задачи нахождения оценок параметров функции распределения случайной величины на основании выборки.

Точечной оценкой *математического ожидания*  $MO$  результата измерений является среднее арифметическое значение измеряемой величины:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

При любом законе распределения оно является состоятельной и несмещенной оценкой, а также наиболее эффективной по критерию наименьших квадратов.

Точечная оценка дисперсии является несмещенной и состоятельной, определяется по формуле:

$$\tilde{D}[x] = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2$$

Оценка среднего квадратического отклонения СКО:

$$\tilde{\sigma} = S_x = \sqrt{\tilde{D}[x]} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}$$

Полученные МО и СКО являются случайными величинами. Это проявляется в том, что при повторении несколько раз серий из  $n$  наблюдений каждый раз будут получаться различные оценки  $\bar{X}$  и  $\tilde{\sigma}$ . Рассеяние этих оценок целесообразно оценивать СКО. Оценка СКО среднего арифметического значения

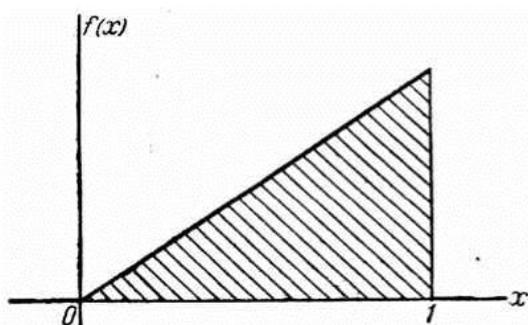
$$S_{\bar{X}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}$$

Полученные оценки позволяют записать итог измерений в виде

$$Q = \bar{X} \pm S_{\bar{X}}$$

### Примеры решения задач

**Задача 1.** Случайная величина  $x$  подчинена закону распределения, плотность которого задана графически на рисунке 2. Записать выражение для плотности распределения  $f(x)$ , найти математическое ожидание  $m_x$ , дисперсию  $D_x$ , среднее квадратическое отклонение  $\sigma$  случайной величины  $x$ .



*Решение:* Выражение плотности распределения имеет вид:

Рисунок 2 – Плотность случайной величины  $x$

$$f(x) = \begin{cases} ax & \text{при } 0 < x < 1 \\ 0 & \text{при } x < 0 \text{ или } x > 1 \end{cases}$$

Пользуясь свойством плотности распределения

$$\int_0^1 f(x)dx = 1; \int_0^1 axdx = a \frac{x^2}{2} \Big|_0^1 = \frac{a}{2} = 1, \text{ находим } a = 2.$$

Математическое ожидание величины  $x$ :

$$m_x = \int_0^1 2x^2 dx = \frac{2x^3}{3} \Big|_0^1 = \frac{2}{3}.$$

Дисперсию найдем через второй центральный момент:

$$\begin{aligned} D_x &= \int_0^1 \left(x - \frac{2}{3}\right)^2 \cdot 2x dx = 2 \int_0^1 \left(x^2 - \frac{4x}{3} + \frac{4}{9}\right) \cdot x dx = 2 \int_0^1 \left(x^3 - \frac{4}{3}x^2 + \frac{4}{9}x\right) dx \\ &= 2 \left( \frac{x^4}{4} \Big|_0^1 - \frac{4}{3} \frac{x^3}{3} \Big|_0^1 + \frac{4}{9} \frac{x^2}{2} \Big|_0^1 \right) = \frac{1}{18}, \end{aligned}$$

Отсюда

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \frac{1}{3\sqrt{2}}.$$

$$\text{Ответ: } m_x = \frac{2}{3}; D_x = \frac{1}{18}; \sigma_x = \frac{1}{3\sqrt{2}}.$$

**Задача 2.** Найти вероятность того, что случайная величина  $x$  с центром распределения  $m_x = 2,0$  и  $\sigma = 1,5$  находится в пределах  $-1 < x < 5$ .

*Решение:* Найдем значение нормированной случайной величины  $t = \frac{x - m_x}{\sigma}$ :

$$t_1 = \frac{x_1 - m_x}{\sigma} = \frac{-1 - 2}{1,5} = -2,0;$$

$$t_2 = \frac{x_2 - m_x}{\sigma} = \frac{5 - 2}{1,5} = 2,0.$$

Откуда  $P[-1 \leq x \leq 5] = P[-2 < t < 2] = 2\Phi(2)$ .

Воспользовавшись таблицей Лапласа (Приложение 1), находим  $\Phi(2) = 0,477$  тогда  $P[-1 \leq x \leq 5] = 0,954 = 95,4\%$ .

*Ответ: P=95,4%*

**Задача 3.** Непрерывная случайная величина  $x$  (рисунок 3) подчинена закону распределения с плотностью:  $f(x) = Ae^{-|x|}$ . Найти коэффициент  $A$ , ма-

тематическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины.

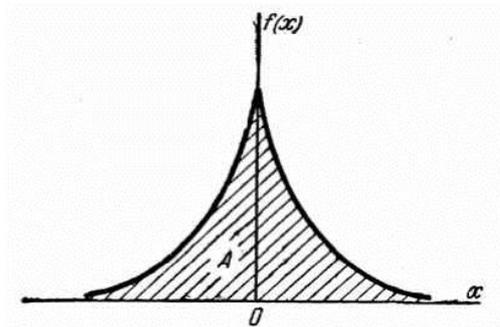


Рисунок 3 – Непрерывная случайная величина  $x$

*Ответ:*

$$A = \frac{1}{2}; m_x = 0; D_x = 2; \sigma_x = \sqrt{2}.$$

**Задача 4.** По результатам пяти наблюдений была найдена длина стержня. Итог измерений составляет  $L = (15,785 \pm 0,005)$  мм,  $S_x = 0,005$  мм, причем существует достаточно обоснованные предположения о том, что распределение результатов наблюдений было нормальным. Требуется оценить вероятность того, что истинное значение длины стержня отличается от среднего арифметического из пяти наблюдений не больше чем на 0,01 мм.

*Решение:* Из условия задачи следует, что имеются все основания для применения распределения Стьюдента (Приложения 2, 3).

$$\text{Вычисляем значение дроби Стьюдента: } t_p = \frac{\bar{x} - Q}{S_{\bar{x}}} = \frac{0,010}{S_{\bar{x}}} = \frac{0,010}{0,005} = 2,$$

$$\text{и число степеней свободы: } k = n - 1 = 5 - 1 = 4.$$

По данным распределения Стьюдента находим значение доверительной вероятности для  $t_p = 2$  и  $k = 4$ :

$$P\{|\bar{X} - Q| < t_p S_{\bar{x}}\} = P\{|\bar{X} - Q| < 2S_{\bar{x}}\} = P\{|\bar{X} - Q| < 0,010\} = 88,38\%.$$

Для  $t_q = 3$  эта вероятность составляет

$$P\{|\bar{X} - Q| < 3S_{\bar{x}}\} = P\{|\bar{X} - Q| < 0,015\} = 96\%,$$

т.е. несколько меньше 99,73 %, как и при нормальном распределении.

Итог измерений удобно записать в виде

$$Q = \bar{X} \pm tS_{\bar{x}}; L_{ист} = 15,785 \pm 0,010 \text{ мм}; P = 88,38\%.$$

Для  $t_p = 1$  доверительная вероятность составляет приблизительно 62 %, поэтому итог измерений можно представить также в виде

$$L_{ист} = 15,785 \pm 0,005 \text{ мм}; P=62 \% \text{ или}$$

$$L_{ист} = 15,785 \pm 0,015 \text{ мм}; P=96 \% .$$

*Ответ:*  $P=88,38 \%.$

**Задача 5.** В условиях предыдущей задачи найти доверительную границу погрешности результата измерений для доверительной вероятности  $P=99,0 \%.$

*Решение:* По данным значений коэффициента Стьюдента при  $k = 4$  находим  $t_p = 4,604$ , и, следовательно, доверительная граница составляет:

$$\varepsilon_{99,0\%} = \pm t_{99,0\%} S_{\bar{x}} = \pm 4,604 \cdot 0,005 = \pm 0,023 \text{ мм}.$$

$$\text{Итог измерений } L_{ист} = 15,785 \pm 0,023 \text{ мм}; P=99,0 \% .$$

*Ответ:*  $\varepsilon = \pm 0,023 \text{ мм}.$

**ЗАДАНИЕ. Решить задачи по теме «Формирование дифференциального закона распределения. Гистограмма. Моменты распределений случайных погрешностей. Точечные оценки результатов измерений»**

**Задача 1.** В результате пяти измерений физической величины  $x$  одним прибором, не имеющим систематической погрешности, получены следующие результаты: 92; 94; 103; 105; 106. Определите:

- 1) выборочное среднее  $M^*_x$  измеряемой величины;
- 2) выборочную  $D^*_x$  и исправленное  $S^2$  дисперсии погрешностей прибора.

**Задача 2.** Случайная величина  $x$  – погрешность измерительного прибора распределена по нормальному закону с дисперсией  $16 \text{ мВ}^2$ . Систематическая погрешность прибора отсутствует. Вычислите вероятность того, что в пяти независимых измерениях погрешность  $x$ :

- 1) превзойдет по модулю 6 мВ не более трех раз;

2) хотя бы один раз окажется в интервале 0,5 мВ – 3,5 мВ.

**Задача 3.** Обработка наблюдений, полученных при калибровке образцовой многогранной призмы, дала следующие результаты для отклонения одного из углов ( $\alpha$ ) призмы от номинального значения:  $\bar{x} = 1,98''$ ;  $\bar{S}_x = 0,05''$ ;  $\Theta = 0,03''$ ;  $n = 20$ . Представьте запись результата измерения.

**Задача 4.** Проведены три группы измерений сопротивления одной и той же образцовой катушки и получены следующие результаты, Ом:  $\bar{x}_1 = 100,145 \pm 0,005$ ;  $\bar{x}_2 = 100,115 \pm 0,20$ ;  $\bar{x}_3 = 100,165 \pm 0,010$ . Путем дальнейшей обработки результатов найдите погрешность среднего взвешенного.

**Задача 5.** Показания счётчика Гейгера, регистрирующего количество пролетевших сквозь него за 1 секунду элементарных частиц, подчиняются распределению  $\varphi(N) \approx 0,00127e^{-\frac{(N-1000)^2}{5000}}$ . Найдите математическое ожидание показаний счётчика.

**Задача 6.** Произведя 10 измерений длины  $l_i$  металлического стержня, получили следующие результаты, см: 30,45; 30,52; 30,43; 30,49; 30,48; 30,50; 30,46; 30,51; 30,47; 30,49. Проведите обработку результатов измерений и приведите значение длины стержня, наиболее приближенное к истинному.

**Задача 7.** Найдите математическое ожидание и дисперсию для случайной величины, распределенной по биномиальному закону, если  $n = 100$ ,  $p = 0,8$ .

**Задача 8.** Ошибка измерителя дальности подчинена нормальному закону с систематической ошибкой  $\mu = 20$  м и  $\sigma = 60$  м. Найти вероятность того, что измеренное значение дальности будет отклоняться от истинного не более, чем на 30 м.

**Задача 9.** Монета подбрасывается  $n = 1000$  раз. Пусть  $X$  – число выпавших гербов – случайная величина. Определить интервал возможных значений  $X$ , симметричный относительно математического ожидания, внутри которого  $X$  находится с вероятностью  $P = 0,997$ .

**Задача 10.** Случайная величина  $X$  распределена равномерно на отрезке  $[-3; 7]$ . Найдите математическое ожидание и дисперсию.

**Задача 11.** Найти математическое ожидание  $M[e^X]$  и дисперсию  $V[e^X]$ , если  $X$  имеет нормальное распределение с параметрами  $(a, \sigma^2)$ .

**Задача 12.** На сборку попадают детали из трех автоматов. Известно, что первый автомат дает брака 0,3%, второй – 0,2% и третий – 0,4%. Найти вероятность попадания на сборку бракованной детали, если из первого автомата поступило 1000 деталей, из второго – 2000, из третьего – 2500.

**Задача 13.** Случайная величина  $X$  имеет нормальное распределение с  $m_x = 0$  и  $\sigma_x^2 = 1$ . Найти  $M[\cos X]$  и  $D[\cos X]$ .

**Задача 14.** По результатам 2-х выборок объемами  $n_1 = 25$  и  $n_2 = 30$  были вычислены оценки дисперсий  $S_1^2 = 63,68$  и  $S_2^2 = 32,60$ . Для уровня значимости  $\alpha = 0,05$  (доверительная вероятность 95%) решить, одинаковы ли дисперсии, соответствующие выборкам?

**Задача 15.** Среднее квадратическое отклонение радиовысотомера  $\delta = 15$  м. Сколько потребуется таких высотомеров, чтобы с надежностью 0,99 погрешность средней высоты  $M_x^*$  была не больше 30 м, если погрешности радиовысотомеров имеют нормальное распределение, а систематические погрешности отсутствуют?

### Контрольные вопросы

1. Что называется случайной погрешностью?
2. Какие формы описания закона распределения существуют?
3. Как построить гистограмму?
4. Что собой представляет кривая плотности распределения вероятностей случайной величины?
5. Что называют интегральной функцией распределения?
6. Что такое дифференциальная функция распределения?
7. Дайте определение среднему квадратическому отклонению.
8. Что называют математическим ожиданием?
9. Какие требования предъявляют к выборке?
10. Какая оценка измеряемого параметра называется точечной?

## Практическое занятие 4

### ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ. ИСКЛЮЧЕНИЕ ГРУБЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

**Цель работы.** Изучить метод интервальных оценок результатов измерений и исключения грубых погрешностей.

#### *Краткие теоретические сведения*

Для количественной оценки случайных погрешностей и установления границ случайной погрешности результата измерения могут использоваться: предельная погрешность, интервальная оценка, числовые характеристики закона распределения. Выбор конкретной оценки определяется необходимой полнотой сведений о погрешности, назначением измерений и характером использования результатов. Комплексы оценок показателей точности установлены стандартами.

Интервал с границами называется *доверительным интервалом* случайной погрешности, между границами которого с заданной *доверительной вероятностью*

$$P\{x_n < x < x_v\} = 1 - q$$

где  $q$  – уровень значимости;  $x_n$ ,  $x_v$  – нижняя и верхняя границы интервала, находится истинное значение оцениваемого параметра.

Принято границы доверительного интервала (доверительные границы) указывать симметричными относительно результата измерения.

Доверительные границы случайной погрешности  $\Delta x(P)$ , соответствующие доверительной вероятности  $P$ , находят по формуле:

$$\Delta x(P) = t\sigma$$

где  $t$  – коэффициент, зависящий от  $P$  и формы закона распределения.

Для получения интервальной оценки многократных наблюдений нормально распределенной случайной величины необходимо:

- определить точечные оценки МО и СКО  $S_{\bar{x}}$  случайной величины;

– выбрать доверительную вероятность  $P$  из рекомендуемого ряда значений 0,90; 0,95; 0,99;

– найти верхнюю  $x_B$  и нижнюю  $x_H$  границы в соответствии с уравнениями  $F(x_H) = \frac{q}{2} = 1 - \frac{P}{2}$  и  $F(x_B) = 1 - \frac{q}{2} = 1 + \frac{P}{2}$ .

Значения  $x_H$  и  $x_B$  определяются из таблиц значений интегральной функции распределения  $F(t)$  или функции Лапласа  $\Phi(t)$ .

Полученный доверительный интервал удовлетворяет условию:

$$P \left\{ \bar{X} - z_p \frac{S_x}{\sqrt{n}} \leq x \leq \bar{X} + z_p \frac{S_x}{\sqrt{n}} \right\} = 2\Phi(z_p)$$

где  $n$  – число измеренных значений;  $z_p$  – аргумент функции Лапласа  $\Phi(t)$ , отвечающей вероятности  $P/2$ . В данном случае  $z_p$  называется *квантильным множителем*. Половина длины доверительного интервала  $\Delta x(p) = z_p \frac{S}{\sqrt{n}}$  называется *доверительной границей погрешности* результата измерений.

*Грубая погрешность или промах* – это погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда. Источником грубых погрешностей нередко бывают ошибки, допущенные оператором во время измерений. К ним можно отнести:

– неправильный отсчет по шкале измерительного прибора, происходящий из-за неверного учета цены малых делений шкалы;

– неправильная запись результата наблюдений, значений отдельных мер использованного набора, например гирь.

Грубые погрешности, как правило, возникают при однократных измерениях и обычно устраняются путем повторных измерений. Их причинами могут быть внезапные и кратковременные изменения условий измерения или оставшиеся незамеченными неисправности в аппаратуре.

При однократных измерениях обнаружить промах не представляется возможным. Для уменьшения вероятности появления промахов измерения проводят два-три раза и за результат принимают среднее арифметическое

полученных отсчетов. При многократных измерениях для обнаружения промахов используют статистические критерии, предварительно определив, какому виду распределения соответствует результат измерений.

Для выявления грубых погрешностей задаются вероятностью  $KУ$  - уровнем значимости того, что сомнительный результат действительно мог иметь место в данной совокупности результатов измерений.

### **Примеры решения задач**

**Задача 1.** Даны результаты двадцати измерений длины  $l_i$ , мм, детали: 18,305; 18,306; 18,306; 18,309; 18,308; 18,309; 18,313; 18,308; 18,312 18,310; 18,305; 18,307; 18,309, 18,303; 18,307; 18,309; 18,304, 18,308; 18,308; 18,310. Определить границы доверительного интервала для среднего квадратического отклонения СКО результатов наблюдений.

*Решение:* В качестве оценки математического ожидания длины детали принимаем ее среднее арифметическое  $\bar{L} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} l_i = 10,3078$  мм.

Точечная оценка среднего квадратического отклонения результатов наблюдений составляет  $S_l = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{20} (l_i - \bar{L})^2} = 0,0025$  мм.

Приняв уровень доверительной вероятности  $P = 1 - q = 90\% = 0,90$ , находим для числа степеней свободы  $k = n - 1 = 20 - 1 = 19$  по таблице распределения Пирсона:

$$\chi_{k; \frac{1}{2}q}^2 = \chi_{19; 0,05}^2 = 10,117; \quad \chi_{19; 0,05} = 3,18;$$

$$\chi_{k; 1 - \frac{1}{2}q}^2 = \chi_{19; 0,95}^2 = 30,144; \quad \chi_{19; 0,95} = 5,49.$$

Границы доверительного интервала для среднего квадратического отклонения результатов наблюдений находим по формуле:

$$S_{l_1} = \frac{\sqrt{20 - 1} \cdot 0,0025}{3,18} = 0,0034 \text{ мм};$$

$$S_{l_2} = \frac{\sqrt{20 - 1} \cdot 0,0025}{5,49} = 0,0034 \text{ мм}.$$

Полученные результаты говорят о том, что истинное значение среднего квадратического отклонения СКО результатов наблюдений с вероятностью 90% лежит в интервале (0,0020 – 0,0034) мм.

*Ответ:*  $S_{l_1} = 0,0034$  мм ;  $S_{l_2} = 0,0020$  мм.

**Задача 2.** После обработки результатов 25-ти наблюдений получена точечная оценка СКО результатов наблюдений  $S_x = 0,0025$  мм. Приняв уровень доверительной вероятности  $P = 1 - q = 90\%$ , найти границы доверительного интервала для СКО.

*Решение:* По таблице распределения Пирсона найдем границы доверительного интервала для  $k = n - 1 = 24$ ;  $q = 0,10$  :

$$\chi_{k; \frac{1}{2}q}^2 = \chi_{24; 0,05}^2 = 13,848; \quad \chi_{24; 0,05} \approx 3,72;$$

$$\chi_{k; 1 - \frac{1}{2}q}^2 = \chi_{24; 0,95}^2 = 36,415; \quad \chi_{24; 0,95} \approx 6,03.$$

По формуле найдем границы доверительного интервала для СКО результатов наблюдений:

$$S_{x_1} = \frac{\sqrt{25 - 1} \cdot \sqrt{6,25 \cdot 10^{-6}}}{3,72} \approx 0,0033 \text{ мм};$$

$$S_{x_2} = \frac{\sqrt{25 - 1} \cdot \sqrt{6,25 \cdot 10^{-6}}}{6,03} \approx 0,0020 \text{ мм}.$$

Полученные результаты говорят о том, что истинное значение СКО с вероятностью 90 % лежит в интервале (0,0020 – 0,0033) мм.

*Ответ:*  $S_{x_1} \approx 0,0033$  мм ;  $S_{x_2} \approx 0,0020$  мм.

**Задача 3.** При определении напряжения были получены следующие результаты: 180 В; 182 В; 183 В; 184 В; 196 В. Оценить пригодность последнего результата при заданной вероятности 0,95.

*Решение:* Число измерений  $n = 5$ , следовательно, для выявления грубых погрешностей можно применить критерий Романовского. Рассчитаем отношение  $\left| \frac{x_i - \bar{x}}{S_x} \right| = v$  (таблица 5) и сравним его с критерием  $v_p$ , найденным по таблице (Приложение 5).

Таблица 5 – Результаты измерений и расчетов

$x_i$	180	182	183	184	196
$x_i - \bar{X}$	-5	-3	-2	-1	+11
$(x_i - \bar{X})^2$	25	9	4	1	121

Находим среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонение результатов наблюдений:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i) = 185\text{В}; \quad S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2} = \sqrt{\frac{160}{4}} \approx 6,32.$$

$$\text{Рассчитаем критерий } v: v = \left| \frac{185-196}{6,32} \right| = 1,74.$$

При уровне значимости  $q = 0,05$  критерий Романовского для  $n = 5$  по таблице (Приложение 5) будет равен:  $v_p = 1,869$ .

Тогда  $v = 1,74 < v_p = 1,869$ , следовательно последний результат не содержит грубую погрешность.

*Ответ:* Последний результат при заданной вероятности пригоден.

**Задача 4.** При измерении температуры были получены результаты, представленные во второй графе таблицы 6.

Таблица 6 – Результаты измерений и расчетов

$i$	$t_i, ^\circ\text{C}$	$(t_i - \bar{t}) ^\circ\text{C}$	$(t_i - \bar{t})^2 \cdot 10^4$	$(t_i - \bar{t})', ^\circ\text{C}$	$((t_i - \bar{t})')^2 \cdot 10^4$
1	20,42	+0,016	2,56	-0,009	0,81
2	20,43	+0,026	2,75	-0,019	3,61
3	20,40	-0,004	0,16	-0,011	1,21
4	20,43	+0,026	6,76	+0,019	3,61
5	20,42	+0,016	2,56	+0,009	0,81
6	20,43	+0,026	6,76	+0,019	3,61
7	20,39	-0,014	1,96	-0,021	4,41
8	20,30	-0,104	108,16	-	-
9	20,40	-0,004	0,16	-0,011	1,21
10	20,43	+0,026	6,76	+0,019	3,61
11	20,42	+0,016	2,56	+0,009	0,81
12	20,41	+0,006	0,36	-0,001	0,01
13	20,39	-0,014	1,96	-0,021	4,41
14	20,39	-0,014	1,96	-0,021	4,41
15	20,40	-0,004	0,16	-0,011	1,21
$\bar{t} = 20,404^\circ\text{C}$			$S_t = 0,033^\circ\text{C}$		$s'_t = 0,016^\circ\text{C}$
$\bar{t} = 20,411^\circ\text{C}$					

Требуется определить, не содержит ли результат восьмого наблюдения  $t_8 = 20,30^\circ \text{C}$  грубой погрешности.

*Решение:* Вначале обычными способами находим среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонение результатов наблюдений:  $\bar{t} = 20,404^\circ \text{C}$ ;  $S_t = 0,033^\circ \text{C}$ .

Если принять доверительную вероятность  $P = 0,95$ , то при  $n = 15$ ,  $u_{0,95} = 2,493$  и, поскольку

$$u = \left| \frac{t_{\min} - \bar{t}}{S_t} \right| = \left| \frac{t_8 - \bar{t}}{S_t} \right| = \left| \frac{20,30 - 20,404}{0,033} \right| = 3,16; \quad u > u_{0,95}, \text{ то результат } t_8 = 20,30^\circ \text{C} \text{ содержит грубую погрешность.}$$

Если отбросить этот результат и повторить вычисления, то среднее арифметическое окажется равным  $\bar{t}' = 20,411^\circ \text{C}$ , а среднее квадратическое отклонение уменьшится до  $S'_t = 0,016^\circ \text{C}$ . Расчет приведен в последних двух графах таблицы.

*Ответ:* Результат восьмого наблюдения содержит грубую погрешность.

**Задача 5.** По десяти наблюдениям было вычислено значение массы эталона килограмма. Результаты вычисления следующие:  $\bar{X} = 999,998721 \text{ г}$ ,  $\sigma = 17 \cdot 10^{-6} \text{ г}$ ,  $S_{\bar{x}} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ г}$ . Найти границы доверительного интервала, если уровень значимости в процентах  $q = 1 \%$ .

*Решение:* Доверительная вероятность  $P = 1 - \frac{q}{100\%} = 1 - 0,01 = 0,99$ .

Число степеней свободы  $k = n - 1 = 10 - 1 = 9$ .

Из таблицы значений коэффициента Стьюдента для указанных  $k$  и  $P$  находим  $t_p = 3,25$ .

Следовательно,  $\varepsilon = t_p S_{\bar{x}} = 3,25 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 16 \cdot 10^{-6} \text{ г}$ .

Истинное значение измеряемой величины с доверительной вероятностью  $P = 0,99$  лежит в интервале  $\bar{X} - t_p S_{\bar{x}} < Q < \bar{X} + t_p S_{\bar{x}}$ ;

$$999,998705 \text{ г} < Q < 999,998737 \text{ г}.$$

*Ответ:* Границы доверительного интервала:  $\varepsilon = \pm 16 \cdot 10^{-6} \text{ г}$ .

**ЗАДАНИЕ. Решить задачи по теме «Интервальные оценки результатов измерений. Доверительные границы погрешности. Исключение грубых погрешностей»**

**Задача 1.** Произведена выборка объемом  $n = 100$  из большой партии радиоламп. Средний срок службы радиоламп оказался равным 5000 ч. Найдите с надежностью 0,95 доверительный интервал для среднего срока службы радиолампы во всей партии, если среднее квадратическое отклонение срока службы составляет 40 ч.

**Задача 2.** Произведено 10 независимых измерений (таблица 7) случайной величины  $x$ , подчиненной нормальному закону с неизвестными параметрами  $M_x$  и  $\delta_x$ .

Таблица 7 – Результаты измерений

Номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Результат измерения	2,5	2	-2,3	1,9	-2,1	2,4	2,3	-2,5	1,5	1,7

Найдите оценку  $M_x^*$  для математического ожидания и постройте доверительный интервал, соответствующий доверительной вероятности  $v = 0.95$ .

**Задача 3.** Произведено 12 измерений напряжения радиосигнала одним и тем же прибором, не имеющим систематической погрешности, причем выборочное среднее квадратическое отклонение  $S$  случайных погрешностей оказалось равным 0,6 В. Найдите границы погрешности этого прибора с вероятностью 0,99.

**Задача 4.** Определить границы доверительного интервала, если задана соответствующая ему доверительная вероятность  $P = 0,99$  и среднее квадратическое отклонение  $\delta = 0,015$ .

**Задача 5.** При изготовлении измерительного прибора, исходя из конкретных условий производства, было признано удовлетворительным иметь значение доверительной вероятности того, что метрологические характеристики прибора не выйдут за пределы допуска, равным 0,995. На сколько выпущенных приборов приходится один забракованный?

**Задача 6.** Искомое сопротивление было измерено 8 раз, при этом получены результаты:  $R_1 = 116,2$  Ом,  $R_2 = 118,2$  Ом,  $R_3 = 118,5$  Ом,  $R_4 = 117,0$  Ом,  $R_5 = 118,2$  Ом,  $R_6 = 118,4$  Ом,  $R_7 = 117,8$  Ом,  $R_8 = 118,1$  Ом. Определите интервал, в котором находится значение измеряемого сопротивления, с доверительной вероятностью  $P = 0,99$ .

**Задача 7.** Найти вероятность того, что случайная величина  $x$  с центром распределения  $m_x = 6,0$  и  $\sigma = 1,6$  не находится в пределах  $3,2 \leq x \leq 8$ . Ответ выразите в процентах.

**Задача 8.** Среднее квадратическое отклонение  $\sigma = 0,004$ . Определить вероятность того, что случайная погрешность выйдет за пределы доверительного интервала с границами  $\pm 0,012$ . Ответ выразить в процентах.

**Задача 9.** Фабрика выпускает 75% продукции первого сорта. Чему равна вероятность того, что из 300 изделий число первосортных заключено между 219 и 234?

**Задача 10.** При определении твёрдости образца получены следующие результаты: 23,6; 23,9; 24,0; 24,2; 24,3; 24,3; 23,8; 24,3; 23,8; 23,7 HRC. Определить доверительный интервал, в котором с доверительной вероятностью  $P_c = 0,95$  истинное значение твёрдости образца.

**Задача 11.** Сколько измерений надо сделать, чтобы их среднее арифметическое дало измеряемую величину с точностью до 0,05 и надёжностью 90%, если дисперсия результатов измерений не превосходит 0,2?

**Задача 12.** Оцените годность пружинного манометра класса точности 1,0 на 60 кПа, если при его поверке методом сличения с образцовым манометром класса точности 0,2 в точке 50 кПа при повышении давления было зафиксировано 49,5 кПа, а при понижении 50,2 кПа.

**Задача 13.** При измерении напряжения в сети получены следующие результаты: 126,1 В; 126,2 В; 125,9 В; 126,7 В. Определить, есть ли среди них результат, содержащий грубую погрешность?

**Задача 14.** После проведения 5-ти кратных измерений физической величины были получены следующие результаты: 203; 205; 205; 209; 204. Оце-

нить пригодность четвертого результата.

**Задача 15.** В момент времени  $t$  измеряется дальность  $R_i$  до ИСЗ. Результаты измерения:  $Q_n = \{t_1 = 1, R_1 = 1200; t_2 = 3, R_2 = 1191; t_3 = 5, R_3 = 1279\}$ . Найти вероятность  $p$  того, что скорость ИСЗ лежит в интервале (18.36; 21.14), если дисперсия ошибки измерения  $\sigma^2 = 4$ .

**Задача 16.** Вероятность  $p$  появления события в опыте неизвестна. Проведено  $n=100$  опытов, в которых событие появилось 64 раза. Определить доверительный интервал для  $p$  с доверительной вероятностью 0,9.

## Практическое занятие 5

### КЛАССЫ ТОЧНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ

**Цель работы.** Ознакомиться с понятием класса точности средств измерения, изучить методы определения класса точности.

#### *Краткие теоретические сведения*

*Класс точности* – это обобщенная характеристика средства измерения (СИ), выражаемая пределами допускаемых значений его основной и дополнительной погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность. Класс точности не является непосредственной оценкой точности измерений, выполняемых этим СИ, поскольку погрешность зависит еще от ряда факторов: метода измерений, условий измерений и т.д. Класс точности лишь позволяет судить о том, в каких пределах находится погрешность СИ данного типа. Пределы допускаемой основной погрешности СИ, определяемые классом точности, – это интервал, в котором находится значение основной погрешности СИ.

Классы точности СИ устанавливаются в стандартах или технических условиях. Средство измерения может иметь два и более класса точности. Например, при наличии у него двух или более диапазонов измерений одной и той же физической величины ему можно присваивать два или более класса

точности. Приборы, предназначенные для измерения нескольких физических величин, также могут иметь различные классы точности для каждой измеряемой величины.

Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности устанавливаются по одной из формул:

$$\Delta = \pm a \text{ или } \Delta = \pm(a + bx)$$

где  $x$  – значение измеряемой величины или число делений, отсчитанное по шкале;  $a, b$  – положительные числа, не зависящие от  $x$ .

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности определяются по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_N} = \pm p,$$

где  $x_N$  – нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и  $\Delta$ ;  $p$  – отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда значений: (1; 1,5; 2; 2,5; 4; 5; 6) · 10<sup>n</sup>; n=1; 0; -1; -2; ... .

Нормирующее значение  $x_N$  устанавливается равным большему из пределов измерений (или модулей) для СИ с равномерной, практически равномерной или степенной шкалой и для измерительных преобразователей, для которых нулевое значение выходного сигнала находится на краю или вне диапазона измерений. Для СИ, шкала которых имеет условный нуль,  $x_N$  равно модулю разности пределов измерений.

Для приборов с существенно неравномерной шкалой  $x_N$  принимают равным всей длине шкалы или её части соответствующей диапазону измерений. В этом случае пределы абсолютной погрешности выражают как длину шкалы, в единицах длины, класс точности равен значению числа  $p$ .

В случае если абсолютная погрешность задается формулой  $\pm(a + bx)$ , пределы допускаемой относительной основной погрешности:

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

где  $c$  и  $d$  – отвлеченные положительные числа, выбираемые из ряда значений: (1; 1,5; 2; 2,5; 4; 5; 6) · 10<sup>n</sup>; n=1; 0; -1; -2; ...;  $x_k$  – больший (по модулю) из пре-

делов измерений. В данном случае класс точности обозначается в виде «0,02/0,01», где числитель – конкретное значение числа  $c$ , знаменатель – числа  $d$ .

Пределы допускаемой относительной основной погрешности определяются по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{x} = \pm q, \text{ если } \Delta = \pm a$$

Значение посточного числа  $q$  устанавливается также, как значение числа  $p$ , класс точности – конкретное значение  $q$ .

В стандартах и технических условиях на средства измерения указывается минимальное значение  $x_0$ , начиная с которого применим принятый способ выражения пределов допускаемой относительной погрешности. Отношение  $\frac{x_k}{x_0}$  называется динамическим диапазоном измерения.

### **Примеры решения задач**

**Задача 1.** Отсчет по шкале прибора с равномерной шкалой и с пределами измерений от 0 В до 50 В равен 25 В. Оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчёта для приборов следующих классов точности: а) 0,02/0,01; б) 0,5; в) 0,5

Решение:

а)  $\delta = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x} \Rightarrow \Delta = \frac{\delta \cdot x}{100\%}; \delta = [c + d(|x_k/x| - 1)]$ . Так как  $x = 25$ ;  $x_k = 50$  В;  $c = 0,02$ ;  $d = 0,01$  получаем:

$$\Delta = \frac{\delta \cdot x}{100\%} = \frac{[0,02 + 0,01(|50\text{В}/25\text{В}| - 1)]\% \cdot 25\text{В}}{100\%} \approx 0,008\text{В};$$

$$\text{б) } \gamma = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x_N} \Rightarrow \Delta = \frac{\gamma \cdot x_N}{100\%} = \frac{0,5\% \cdot 50\text{В}}{100\%} = 0,25\text{В};$$

$$\text{в) } \delta = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x} \Rightarrow \Delta = \frac{\delta \cdot x}{100\%} = \frac{0,5\% \cdot 25\text{В}}{100\%} = 0,13\text{В}.$$

*Ответ:* а)  $\Delta = 0,008\text{В}$ ; б)  $\Delta = 0,25\text{ В}$ ; в)  $\Delta = 0,13\text{ В}$ .

**Задача 2.** По приведенной погрешности определить класс точности миллиамперметра, который необходим для измерения тока от 0,1 мА до 0,5

мА (относительная погрешность измерения не должна превышать 1%).

$$\text{Решение: } \delta = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x} \Rightarrow \Delta = \frac{\delta \cdot x}{100\%} = \frac{1\% \cdot 0,1 \text{ мА}}{100\%} = 0,001 \text{ мА (измеренное значение тока } - x, \text{ берем в начале шкалы, так как в начале шкалы относительная погрешность измерения больше).}$$

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x_N} = \frac{0,001 \text{ мА} \cdot 100\%}{0,5 \text{ мА}} = 0,2\%.$$

*Ответ:* класс точности миллиамперметра 0,2.

**Задача 3.** Манометр типа МТ-1 с диапазоном измерения от 0 кгс/см<sup>2</sup> до 160 кгс/см<sup>2</sup>, класс точности 1,5, используется для контроля постоянного давления 120 кгс/см<sup>2</sup>. Определить абсолютную и относительную погрешности манометра.

$$\text{Решение: } 1 \text{ кгс} = 9,8 \text{ Н}; 160 \text{ кгс/см}^2 = \frac{160 \cdot 9,8}{10^{-4}} \text{ Н/м}^2 = 157 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2;$$

$$120 \text{ кгс/см}^2 = \frac{120 \cdot 9,8}{10^{-4}} \text{ Н/м}^2 = 118 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2.$$

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x_N} \Rightarrow \Delta = \frac{\gamma \cdot x_N}{100\%} = \frac{1,5\% \cdot (157 \cdot 10^5) \text{ Н/м}^2}{100\%} = 2,4 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2;$$

$$\delta = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x} = \frac{2,4 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 \cdot 100\%}{118 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2} = 2\%.$$

*Ответ:* 2,4 · 10<sup>5</sup> Н/м<sup>2</sup>; 2 %.

**Задача 4.** В цепь с током 15 А включены три амперметра со следующими параметрами: класса точности 1,0 со шкалой на 50 А; класса точности 1,5 на 30 А и класса точности 2,5 на 20 А. Определить, какой из амперметров обеспечит большую точности измерения тока в цепи.

*Ответ:* второй.

**Задача 5.** При поверке амперметра с пределом измерений 5 А в точках шкалы: 1; 2; 3; 4; и 5 А получены следующие показания образцового прибора: 0,95; 2,06; 3,05; 4,07; и 4,95 А. Определить абсолютные, относительные и приведенные погрешности в каждой точке шкалы и класс точности амперметра.

*Ответ:* класс точности амперметра 1,4.

**Задача 6.** Микроамперметр на 100 мкА имеет шкалу в 200 делений.

Определите возможную погрешность в делениях шкалы, если на шкале прибора имеется обозначение класса точности 1,0.

*Ответ:* 2 деления.

**Задача 7.** При контроле метрологических параметров деформационных (пружинных) манометров со шкалой на 300 делений смещение стрелки от постукивания по корпусу прибора должно оцениваться с погрешностью, не превышающей 0,1 цены деления шкалы. Сопоставьте эту погрешность отсчета с допустимой погрешностью для манометра класса 0,15.

*Ответ:* абсолютная погрешность смещения меньше абсолютной допустимой погрешности манометра в 4,5 раза.

**Задача 8.** Для измерения напряжения от 50 В до 130 В с относительной погрешностью, не превышающей 5 %, был заказан вольтметр с верхним пределом измерения 150 В и классом точности 1,0. Удовлетворяет ли он поставленным условиям?

*Ответ:* заказанный вольтметр удовлетворяет поставленным условиям.

**Задача 9.** Определите по приведенной погрешности класс точности измерительного прибора при условии, что относительная погрешность измерения в середине шкалы не должна превышать 1 %.

*Ответ:* 0,5 %.

**Задача 10.** Класс точности весов 0,2, определите допускаемую относительную погрешности этих весов в начале (1 деление) и в середине шкалы, если весы рассчитаны на 100 делений.

*Ответ:* 20 %; 0,4 %.

**ЗАДАНИЕ. Решить задачи по теме «Классы точности средств измерений»**

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

**Задача 2.** Определите относительную погрешность для прибора класса

0,5, имеющего шкалу 100 делений. Насколько эта погрешность больше погрешности на последнем - сотом делении шкалы прибора?

**Задача 3.** При контроле метрологических параметров деформационных (пружинных) манометров со шкалой на 300 делений смещение стрелки от постукивания по корпусу прибора должно оцениваться с погрешностью, не превышающей 0,1 цены деления шкалы. Сопоставьте эту погрешность отсчета с допустимой погрешностью для манометра класса 0,15.

**Задача 4.** Указатель отсчетного устройства частотомера класса точности 0,2 с номинальной частотой 50 Гц, шкала которого приведена на рисунке, показывает 54 Гц. Чему равна измеряемая частота?

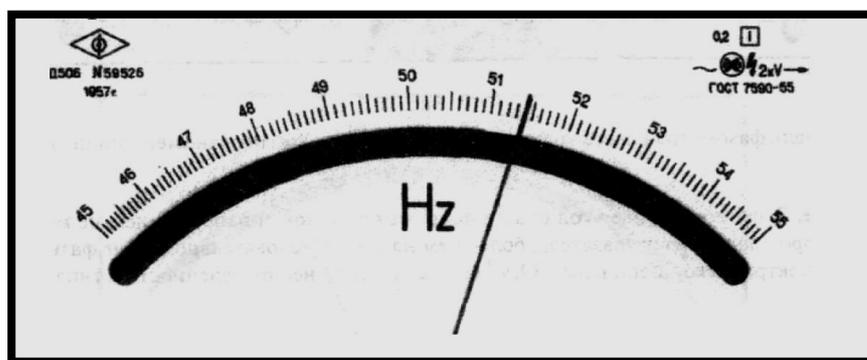


Рисунок 4 – Шкала вольтметра

**Задача 5.** Вольтметр типа Д566/107, класса точности 0,2, имеет диапазон измерений от 0 В до 50 В. Определить допускаемую абсолютную и относительную погрешности, если стрелка вольтметра остановилась на делении шкалы против цифры 20 В.

**Задача 6.** Из теоретической метрологии известно, что если за результат измерения взять среднее арифметическое из  $n$  измерений, точность повышается в  $\sqrt{n}$  раз. Сколько измерений электрического сопротивления резистора надо сделать омметром класса 1,0, чтобы определить ее с погрешностью 0,1%?

**Задача 7.** Указатель отсчетного устройства вольтметра класса точности 0,5, шкала которого приведена на рисунке 5, показывает 120 В. Представить

результат однократного измерения (шкала равномерная).

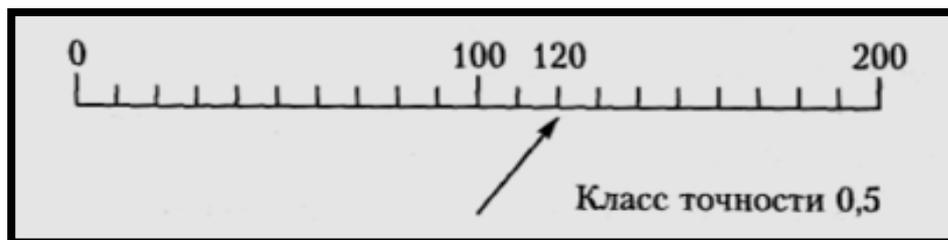


Рисунок 5 – Указатель отсчетного устройства вольтметра класса точности 0,5

**Задача 8.** Класс точности весов 0,2, определите допускаемую погрешность этих весов в начале (1 деление) и в середине шкалы, если весы рассчитаны на 100 делений.

**Задача 9.** Указатель отсчетного устройства омметра класса точности 2,5 с существенно неравномерной шкалой длиной 100 мм показывает 100 Ом. Чему равно измеряемое сопротивление?

**Задача 10.** При измерении напряжения вольтметром класса точности 0,5/0,1 с верхним диапазоном измерений 250 В его показания были 125 В. Определите относительную погрешность вольтметра.

**Задача 11.** Амперметр класса точности 1,5, имеет диапазон измерений от 0 В до 250 А. Определить допускаемую абсолютную и относительную погрешности, если стрелка амперметра остановилась на делении шкалы против цифры 75 А.

**Задача 12.** Указатель отсчетного устройства ампервольтметра класса точности 0,02/0,01 со шкалой, приведенной на рисунке 6, показывает – 25 А. Чему равна измеряемая сила тока?

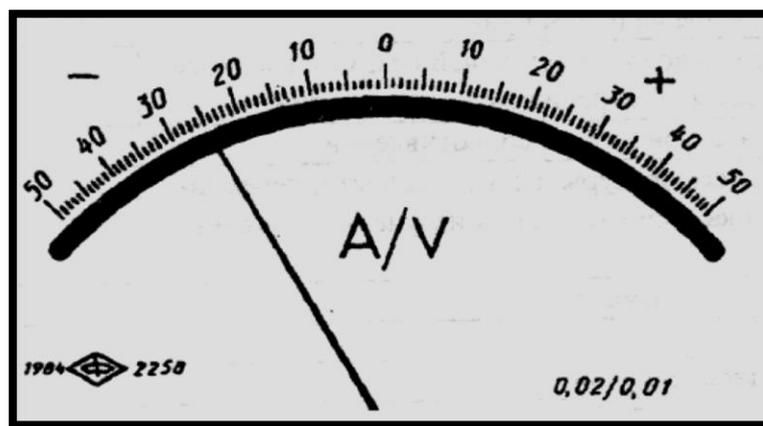


Рисунок 6 – Указатель отсчетного устройства ампервольтметра класса точности 0,02/0,01

**Задача 13.** При определении класса точности ваттметра, рассчитанного на 750 Вт, получили следующие данные: 47 Вт – при мощности 50 Вт, 115 Вт – при 100 Вт; 204 Вт – при 200 Вт; 413 Вт – при 400 Вт; 728 Вт – при 750 Вт. Какой класс точности прибора?

**Задача 14.** Указатель отсчетного устройства цифрового ампервольтметра класса точности 0,02/0,01 показывает 25 А. Чему равна измеряемая сила тока?

**Задача 15.** Какого класса точности нужно взять измерительный прибор, чтобы в середине шкалы его погрешность измерения не превышала 1%?

### Контрольные вопросы

1. Поясните, что такое класс точности СИ.
2. Является ли класс точности СИ непосредственной оценкой точности измерений, выполняемых этим СИ?
3. Что такое динамический диапазон измерения?
4. Может ли средство измерения иметь несколько классов точности?
5. Каким образом класс точности обозначают на средствах измерения?
6. Как устанавливается нормирующее значение?
7. От чего зависит выбор формы представления основной и дополнительной погрешностей средств измерения?

8. Представьте выражение для определения пределов допускаемой приведенной основной погрешности.

9. Как выражают пределы абсолютной погрешности для приборов с существенно неравномерной шкалой?

10. Чему равно нормирующее значение для средств измерения, шкала которых имеет условный нуль?

## **Практическое занятие 6**

### **МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ.**

### **РАСЧЁТ НАДЁЖНОСТИ ПРИБОРОВ**

**Цель работы.** Освоить методы определения пригодности к использованию и расчета надежности средств измерения.

#### ***Краткие теоретические сведения***

*Надежность средства измерения* характеризует его поведение с течением времени и является обобщенным понятием, включающим стабильность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность (для восстанавливаемых СИ) и сохраняемость.

*Стабильность* средства измерения является качественной характеристикой, отражающей неизменность во времени его МХ. Она описывается временными зависимостями параметров закона распределения погрешности. Метрологические надежность и стабильность являются различными свойствами одного и того же процесса старения СИ.

*Безотказностью* называется свойство СИ непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени. Она характеризуется двумя состояниями: работоспособным и неработоспособным. Однако для сложных измерительных систем может иметь место и большее число состояний, поскольку не всякий отказ приводит к полному прекращению их функ-

ционирования.

*Долговечность* – это свойство СИ сохранять свое работоспособное состояние до наступления предельного состояния. *Работоспособным* называется такое состояние СИ, при котором все его МХ соответствуют нормированным значениям. *Предельным* называется состояние СИ, при котором его применение недопустимо.

После метрологического отказа характеристики средства измерения соответствующими регулировками могут быть возвращены в допустимые диапазоны. Процесс проведения регулировок может быть более или менее длительным в зависимости от характера метрологического отказа, конструкции СИ и ряда других причин. Поэтому в характеристику надежности введено понятие «ремонтпригодность».

*Ремонтпригодность* – свойство СИ, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, восстановлению и поддержанию его работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта. Оно характеризуется затратами времени и средств на восстановление СИ после метрологического отказа и поддержание его в работоспособном состоянии.

Знание показателей метрологической надежности позволяет потребителю оптимально использовать СИ, планировать мощности ремонтных участков, размер резервного фонда приборов, обоснованно назначать межповерочные интервалы и грамотно проводить мероприятия по техническому обслуживанию СИ.

*Вероятность безотказной работы* средства измерения  $P(t)$  – это вероятность того, что в течение времени  $t$  нормированные метрологические характеристики не выйдут за допускаемые пределы, т.е. не наступит метрологический отказ. *Наработкой* называется продолжительность работы СИ, а *наработкой до отказа* – продолжительность работы от начала эксплуатации до возникновения первого отказа.

Вероятность  $P(t)$  является функцией времени и задается аналитически

либо таблицей или графиком. Например, если в течение 1000 ч вероятность безотказной работы  $P(t) = 0,97$ , то это означает, что в среднем из большого числа СИ данного типа около 97% проработают более 1000 ч. Вероятность  $P(t)$  изменяется от нуля до единицы. Чем она ближе к единице, тем выше безотказность работы СИ. На практике допустимым считается значение  $P(t) \geq 0,9$ . Вероятность безотказной работы СИ в интервале от 0 до  $t$  определяется по формуле:

$$P(t) = 1 - Q(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t p_H(t)dt = \int_t^{\infty} p_H(t)dt,$$

где  $F(t)$ ,  $p_H(t)$  – интегральная и дифференциальная функция распределения наработки до отказа соответственно;  $Q(t)$  – вероятность отказа.

*Средней наработкой до отказа* называется математическое ожидание наработки СИ до первого отказа:

$$t_{cp} = \int_0^{\infty} tp_H(t)dt$$

*Срок службы* – это календарная продолжительность работы СИ от начала его эксплуатации до перехода в предельное состояние. Он измеряется в годах или месяцах.

### ***Примеры решения задач***

**Задача 1.** Определить пригодность к дальнейшему применению рабочего вольтметра класса точности 1,0 с диапазоном измерений от 0 В до 300 В, если при непосредственном сравнении его показаний с показаниями образцового вольтметра были получены следующие данные:

Рабочий вольтметр, В	60	120	180	240	300
Образцовый вольтметр, В	60,5	119,	183,	238,7	298,

*Решение:* По условию приведенная погрешность  $\gamma = 1\%$ .

$$\Delta_{max} = 183,5 - 180 = 3,5В$$

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x_N} = \frac{3,5\text{В} \cdot 100\%}{300\text{В}} = 1,17\%.$$

*Ответ:* Рабочий вольтметр не пригоден.

**Задача 2.** Вольтметр типа Д566/107, класса точности 0,2, имеет диапазон измерений от 0 В до 50 В. Определить допускаемую абсолютную и относительную погрешности, если стрелка вольтметра остановилась на делении шкалы против цифры 20 В.

*Решение:* По условию приведенная погрешность  $\gamma = 0,2\%$ .

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x_N} \Rightarrow \Delta = \frac{\gamma \cdot x_N}{100\%} = \frac{0,2\% \cdot 50\text{В}}{100\%} = 0,1\text{В},$$

$$\delta = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x} = \frac{0,1\text{В} \cdot 100\%}{20\text{В}} = 0,5\%.$$

*Ответ:* 0,1 В; 0,5 %.

**Задача 3.** Класс точности приборов Б и В одинаков, а верхний предел измерения прибора Б больше. В каком соотношении будут находиться максимальные значения абсолютных погрешностей измерений:

$\Delta_{\max Б}$  и  $\Delta_{\max В}$ ? Класс точности характеризовать приведенной погрешностью.

*Решение:*  $\Delta = \frac{\gamma \cdot x_N}{100\%}$ . Так как по условию задачи  $x_{NB} > x_{NB} \Rightarrow \Delta_{\max Б} >$

$\Delta_{\max В}$ .

*Ответ:*  $\Delta_{\max Б} > \Delta_{\max В}$

**Задача 4.** Для измерения напряжения от 80 В до 120 В с относительной погрешностью, не превышающей 4 %, был заказан вольтметр, имеющий класс точности 0,5 и верхний предел измерений 150 В. Удовлетворяет ли от поставленным условиям?

*Решение:*  $\delta = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x}$ ;  $\gamma = \frac{\Delta \cdot 100\%}{x_N} \Rightarrow \Delta = \frac{\gamma \cdot x_N}{100\%}$ ;

$$\delta = \frac{\gamma \cdot x_N \cdot 100\%}{x \cdot 100\%} = \frac{0,5\% \cdot 150\text{В}}{80\text{В}} = 0,94\% < 4\%.$$

*Ответ:* Предложенный вольтметр удовлетворяет поставленным условиям.

**Задача 5.** Определить пригодность к дальнейшему применению рабочего вольтметра класса точности 1,5 с диапазоном измерений от 0 В до 250

В, если при непосредственном сличении его показаний с показаниями образцового вольтметра были получены следующие результаты:

Рабочий вольтметр, В	50	10	15	200	250
Образцовый вольтметр, В	49,	10	15	203,	249,1

При этом известно, что образцовый вольтметр имеет систематическую погрешность 0,6 В на всем диапазоне измерений.

*Ответ:* пригоден.

**Задача 6.** При поверке дистанционного парогазового термометра класса точности 2,5 с пределом измерений 100°С были получены следующие показания образцовых ртутных термометров в оцифрованных точках поверяемого.

Поверяемые точки, °С	20	40	60	80	100
При повышении t, °С	21	40	59	76	98
При понижении t, °С	22	41	60	77	98

Оцените годность прибора; в случае брака укажите точку, из-за которой принято данное решение.

*Ответ:* прибор не годен из-за точки 80° С.

**ЗАДАНИЕ. Решить задачи по теме «Методы и методики измерений. Расчёт надёжности приборов».**

**Задача 1.** По данным ремонтной мастерской в среднем 50 % отказов осциллографов обусловлено выходом из строя транзисторов, 15% – конденсаторов, 12% – резисторов, 5% – электронно-лучевых трубок, а остальные отказы обусловлены другими причинами. Найти вероятность  $P^*(A)$  отказа осциллографа по другим причинам.

**Задача 2.** Два из трех независимо работающих элементов измерительного прибора отказали. Вычислите вероятность того, что отказали первый и второй элементы, если вероятности отказа первого, второго и третьего элементов соответственно равны 0,2; 0,4; 0,3.

**Задача 3.** В лаборатории три рабочих места по поверке приборов. Вероятность того, что работы ведутся на каждом из них в данный момент вре-

мени, равна 0,6. Найдите вероятность того, что в данный момент задействовано хотя бы одно рабочее место.

**Задача 4.** Вероятность ухода частоты принимаемых колебаний за пределы полосы пропускания приемника из-за нестабильности частоты колебаний передатчика равна 0,1, а из-за нестабильности частоты колебаний гетеродина приемника 0,2. Определите вероятность того, что частота принимаемых колебаний не выйдет за пределы полосы пропускания приемника.

**Задача 5.** Определите математическое ожидание  $M_x$  и дисперсию  $\sigma_x^2$  числа приборов  $x$ , имевших отказы за время испытаний на надежность, если испытанию подвергается один прибор, а вероятность его отказа равна  $q$ .

**Задача 6.** Определить вероятность отказа за 1000 часов измерительного преобразователя, состоящего из двух резисторов с интенсивностью отказов  $\lambda_p = 2,5 \cdot 10^{-6}$  и конденсатора с интенсивностью отказов  $\lambda_k = 0,5 \cdot 10^{-5}$ .

**Задача 7.** Определить пригодность к дальнейшему применению рабочего вольтметра класса точности 1,0 с диапазоном измерений от 0 до 300 В, если при непосредственном сличении его показаний с показаниями образцового вольтметра были получены следующие данные:

Рабочий, В	60	120	180	240	300
Образцовый, В	60,5	119,7	183,5	238,7	298,8

**Задача 8.** Измерительное устройство состоит из двух приборов. Вероятность безотказной работы  $k$ -го прибора за рассматриваемый период времени равна  $1 - a_k$  ( $k = 1, 2$ ). Оценить вероятность того, что измерительное устройство будет работать безотказно, если поломка приборов происходит независимо и отказ хотя бы одного из них влечет неисправность устройства.

**Задача 9.** Вероятность того, что лампочка перегорит ровно через  $t$  дней, подчиняется закону  $p_0(t) = 0,02 e^{-0,02t}$ . Найти вероятность того, что 100 дней лампочка будет работать безотказно.

**Задача 10.** Определить вероятность безотказной работы  $P(t)$  за 1000 часов для измерительного преобразователя, состоящего из элементов с интенсивностями отказов:  $\lambda_1 = 4 \cdot 10^{-8}$ ,  $\lambda_2 = 6,6 \cdot 10^{-8}$ ,  $\lambda_3 = 2 \cdot 10^{-7}$ ,  $\lambda_4 = 9,2 \cdot 10^{-9}$ .

**Задача 11.** Определить пригодность амперметра с диапазоном измерения от 0 А до 150 А и классом точности 1,5. При непосредственном сличении его показаний с показаниями образцового амперметра были получены следующие результаты:

Рабочий, А	20	40	60	80	100	125	150
Образцовый, А	19,8	41,5	58,2	81,2	99,7	122,8	148,6

Образцовый вольтметр имеет систематическую погрешность 0,1 А.

**Задача 12.** Станок с числовым программным управлением выдает за смену  $n = 1000$  изделий, из которых в среднем 2% дефектных. Найти приближенно вероятность того, что за смену будет изготовлено не менее 970 не-дефектных изделий.

**Задача 13.** При поверке вольтметра класса точности 2,5 с пределом измерений 100В были получены следующие показания образцового и поверяемого вольтметров:

Поверяемый, В	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Образцовый, В	11	20	30,5	41	52	61	67	78	89	101

Оцените годность прибора. В случае брака укажите точку, из-за которой принято данное решение.

**Задача 14.** Произведены три независимых измерения некоторой физической величины. Вероятность того, что при одном измерении погрешность превысит заданную точность, равна 0,4. Определите вероятность того, что только в одном из измерений погрешность превысит заданную точность.

**Задача 15.** Имеем результаты измерений  $(0,47 \pm 0,05)$  мм;  $(647,4 \pm 0,6)$  мм;  $(5580 \pm 5)$  г;  $(2689,44 \pm 0,27)$  г. Можно ли сравнить эти измерения по точности?

### Контрольные вопросы

1. Что означает надежность средства измерения?
2. Как описывается стабильность средства измерения?

3. Что такое отказ? Поясните различия между различными видами отказов: неметрологическими, метрологическими, внезапными, постепенными.
4. Поясните, чем отличаются понятия метрологическая исправность и метрологическая надежность средства измерений?
5. Возможно ли использование средства измерения в предельном состоянии?
6. Сформулируйте определение и назовите основные показатели стабильности, безотказности средств измерений.
7. Поясните сущность основных показателей безотказности: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов.
8. Приведите математические описания вероятности безотказной работы за заданное время  $t$ , средней наработки до отказа, гамма-процентной наработки до отказа, интенсивности отказов.
9. Запишите вероятность безотказной работы через интенсивность отказов.
10. Сформулируйте определение и назовите основные показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости средств измерения.

### **Практическое занятие 7**

## **ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА РФ «ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ»**

**Цель работы.** Ознакомиться с правовыми нормами обеспечения единства измерений в Российской Федерации. Изучить основные статьи закона «Об обеспечении единства измерений».

### *Краткие теоретические сведения*

Одним из основных документов, регулирующих метрологические нормы и правила, является Закон РФ «Об обеспечении единства измерения».

Закон принят в 1993 г. До того по существу не было законодательных норм в области метрологии. Правовые нормы устанавливались постановлением Правительства. По сравнению с положениями этих постановлений Закон установил немало нововведений – от терминологии до лицензирования метрологической деятельности в стране. Установлено четкое разделение функций государственного метрологического надзора: рассмотрены правила калибровки, введена добровольная сертификация средств измерений и др.

Закон устанавливает правовые основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации, регулирует отношения государственных органов управления с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений и направлен на защиту прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики Российской Федерации от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

В законе прописаны следующие положения:

- 1) приводится основная терминология, используемая в метрологии;
- 2) регламентируется регулирование отношений, связанных с обеспечением единства измерений в Российской Федерации;
- 3) оговаривается, что если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые содержатся в законодательстве Российской Федерации об обеспечении единства измерений, то применяются правила международного договора;
- 4) устанавливается, что государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в Российской Федерации осуществляет Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт России);

- 5) устанавливаются рамки компетенции Госстандарта России;
- 6) оговаривается, что в РФ применяются единицы величин Международной системы единиц;
- 7) устанавливается, что государственные эталоны единиц величин используются в качестве исходных для воспроизведения и хранения единиц величин целью передачи их размеров всем средствам измерений данных величин на территории РФ;
- 8) измерения производятся в соответствии с методиками Госстандарта России;
- 9) устанавливается понятие, состав и порядок работы государственной метрологической службы РФ;
- 10) рассматриваются виды и сферы государственного метрологического контроля и надзора;
- 11) утверждаются типы и способы поверки, сертификации средств измерения;
- 12) законом предусмотрена юридическая ответственность нарушителей метрологических правил и норм, определены меры предупреждения нарушений (запреты, предписания и т.п.).

Реорганизация государственных метрологических служб, необходимость которых диктовалась переходом страны к рыночной экономике, фактически привела к значительной степени разрушения централизованной системы управления метрологической деятельности и ведомственных служб. Появление различных форм собственности послужило причиной возникновения противоречий между обязательностью государственных испытаний средств измерений, их поверки, государственным надзором и возросшей степенью свободы субъектов хозяйственной деятельности. К этому добавились и другие проблемы, связанные с необходимостью для России интеграции в мировую экономику. Таким образом, проблема пересмотра правовых, организационных, экономических основ метрологии стала весьма актуальной. Метрология относится к такой сфере деятельности, в кото-

рой основные положения обязательно должны быть закреплены именно законом, принимаемым внешним законодательным органом страны.

В самом деле, юридические нормы, непосредственно направленные на защиту прав и интересов потребителей, в правовом государстве регулируются стабильными законодательными актами.

*Цели Закона:*

– защита прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики РФ от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;

– содействие научно-техническому и экономическому прогрессу на основе применения государственных эталонов единиц величин и использования результатов измерений гарантированной точности, выраженных в допускаемых к применению в стране единиц;

– создание благоприятных условий для развития международных и межрегиональных связей;

– регулирование отношений государственных органов управления РФ с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений;

– адаптация российской системы измерений к мировой практике.

Особенность Закона в отличие от зарубежных законодательных положений заключается в том, что, несмотря на основные сферы его предложения – торговля, здравоохранения, защита окружающей среды, внешне-экономическая деятельность он распространяется на некоторые области производства в части калибровки средств измерений метрологическими службами юридических лиц с использованием эталонов, соподчиненных государственным эталонам единиц величин. Закон предоставляет право аккредитованным метрологическим службам юридических лиц выдавать сертификаты о калибровке от имени органов и организаций, которые их аккредитовали.

Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает и зако-

нодательно укрепляет основные понятия, принимаемые для целей Закона: единство измерений, средство измерений, эталон единицы величины, нормативные документы по обеспечению единства измерений и т.д. В основу определений положена официальная терминология Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ).

*Основные статьи Закона устанавливают:*

- организационную структуру государственного управления обеспечением единства измерений;
- нормативные документы по обеспечению единства измерений;
- единица величины и государственные эталоны единиц величин;
- средства и методики измерений.

Закон определяет Государственную службу и другие службы обеспечения единства измерений. Закон служит базой для создания в России новой системы измерений, которая может взаимодействовать с национальными системами измерений зарубежных стран.

В тех сферах, которые не контролируются государственными органами, создается Российская система калибровки, также направленная на обеспечение единства измерений.

Особо следует отметить введение института лицензирования метрологической деятельности, что связывается с защитой прав потребителей.

В области государственного метрологического надзора введены новые виды надзора: надзор за количеством товаров. Нововведением является также расширение сферы распространения государственного метрологического надзора на банковские, почтовые, налоговые, таможенные операции, а также на обязательную сертификацию продукции и услуг.

Однако после введения в действие Постановления Правительства Российской Федерации «О Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии» полномочия по управлению деятельностью по обеспечению единства измерений в Российской Федерации передаются агентству по техническому регулированию и метрологии. До утверждения Правитель-

ством перечня, подведомственных организаций федеральных органов исполнительной власти в ведении Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии находятся организации, находившиеся в ведении Государственного комитета "Российской Федерации по стандартизации и метрологии.

В веденном в действие Федеральном законе «О техническом регулировании» устанавливается, что технические регламенты должны обеспечивать единство измерений, правила и методы исследований (испытаний) и измерений, а также правила отбора образцов для проведения исследований (испытаний) и измерений, необходимые для применения технических регламентов, разрабатываются с соблюдением положений статьи 9 данного Закона федеральными органами исполнительной власти.

**ЗАДАНИЕ. Изучить закон «Об обеспечении единства измерений» и дать ответы на контрольные вопросы.**

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое методика измерений?
2. Что подразумевает тип средств измерений?
3. В чем отличие эталона от стандартного образца?
4. Кто проводит поверку средств измерения?
5. В чем отличие поверки от калибровки средств измерения?
6. Может ли индивидуальный предприниматель организовать метрологическую службу?
7. Кто оплачивает метрологическую экспертизу?
8. Кем обеспечивается финансирование на уплату взносов в международные организации по метрологии?
9. Какие задачи выполняют региональные центры метрологии?
10. Какие функции выполняет МОЗМ?

## Практическое занятие 8

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ МАРКИРОВОЧНЫХ ЗНАКОВ НА ПРОДУКЦИИ. АНАЛИЗ МАРКИРОВОЧНЫХ ЗНАКОВ РЕАЛЬНОГО МОНИТОРА ПК

**Цель работы.** Изучить виды маркировочных знаков, правил их нанесения, научиться анализировать реальные маркировочные знаки.

#### *Краткие теоретические сведения*

В соответствии с действующим законодательством информация для отечественного потребителя товара, наносимая изготовителем непосредственно на конкретные товары, тару и этикетки, должна содержать следующие сведения:

- 1) Наименование товара;
- 2) Наименование страны-производителя;
- 3) Наименование фирмы-изготовителя (эта информация может быть дополнительно обозначена буквами латинского алфавита);
- 4) Основное или функциональное предназначение товара или область его применения;
- 5) правила и условия безопасности хранения, транспортирования, безопасного и эффективного использования, ремонта, восстановления, утилизации, захоронения, уничтожения (при необходимости);
- 6) основные потребительские свойства или характеристики;
- 7) информацию об обязательной сертификации;
- 8) товарный знак (товарную марку) изготовителя (при наличии);
- 9) дату изготовления;
- 10) штриховой код товара;
- 11) юридический адрес изготовителя и (или) продавца;
- 12) массу нетто, основные размеры, объем или количество;
- 13) состав (комплектность);

- 14) срок годности (или службы);
- 15) обозначение нормативного или технического документа, по которому изготавливается товар (для товаров отечественного производства);
- 16) информацию о добровольной сертификации (при наличии);
- 17) информацию о знаке соответствия товара национальным стандартам (на добровольной основе);
- 18) специфическую информацию для потребителя (при необходимости). Пункты 1–10 являются обязательным и для указания изготовителями и (или) продавцами. В зависимости от вида технической сложности товара изготовитель вправе применить все или часть пунктов 11 – 18.

Существует понятие «маркировка продукции знаком соответствия», которая представляет собой только изображение знака соответствия, нанесенного на продукцию, тару (упаковку), сопроводительную техническую документацию. Знак соответствия системы сертификации убеждает потребителя в надлежащем качестве товара и его безопасности, а также соответствии национальным стандартам. Наряду со знаком соответствия существует понятие «знак обращения на рынке», который указывает на соответствие товара техническому регламенту. При маркировке применяют следующие технологические приемы:

- клеймение готового изделия, упаковочной единицы;
- оформление сопроводительной документации знаком соответствия /знаком обращения на рынке в ходе технологического процесса изготовления;
- применение комплектующих изделий, упаковочных материалов и бланков сопроводительной документации с нанесенным и на них изображениями знака соответствия;
- прикрепление специально изготовленных носителей знака соответствия (ярлыков, этикеток, самоклеящихся лент и т.д.).

На основании Закона «О защите прав потребителей», постановления Правительства Российской Федерации «О маркировании товаров и продук-

ции на территории России знаками соответствия, защищенными от подделок» и внесенных изменений в это постановление (№ 601, 1193 от 17.05 и 19.09.1997 г.) на территории Российской Федерации введены знаки соответствия для маркировки товаров, подлежащих обязательной сертификации. Положения этих документов относятся как к производимой в России, так и к импортируемой продукции.

Следовательно продукция, поставляемая в Россию по импорту, должна обязательно иметь знак соответствия национальному (российскому) стандарту. Таким знаком соответствия является знак «Ростеста» (рисунок 7).

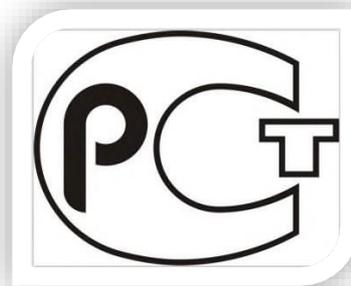


Рисунок 7 – Знак соответствия требованиям национальному (российскому) стандарту

На рисунке 8 приведены знаки соответствия национальным стандартам некоторых стран мира.

Ответственность за соблюдение правил маркировки возложена на предприятия-изготовители, организации-импортеры, торговые организации, а также на индивидуальных предпринимателей.

На сегодняшний день трудно представить себе специальность, где не используют персональные компьютеры (ПК). Поэтому целесообразно рассмотреть наиболее распространенные маркировочные знаки (МЗ) мониторов ПК.

Одним из признаков отличия компьютеров известных фирм от «подпольной» сборки является наличие множества маркировочных знаков соответствия национальным и международным стандартам, а также знаков тестирования известных частных и получастных (независимых) компаний. Эти МЗ

размещают не только на самой электронной аппаратуре, но и на соединительных кабелях, разъемах, а также на упаковке товара.

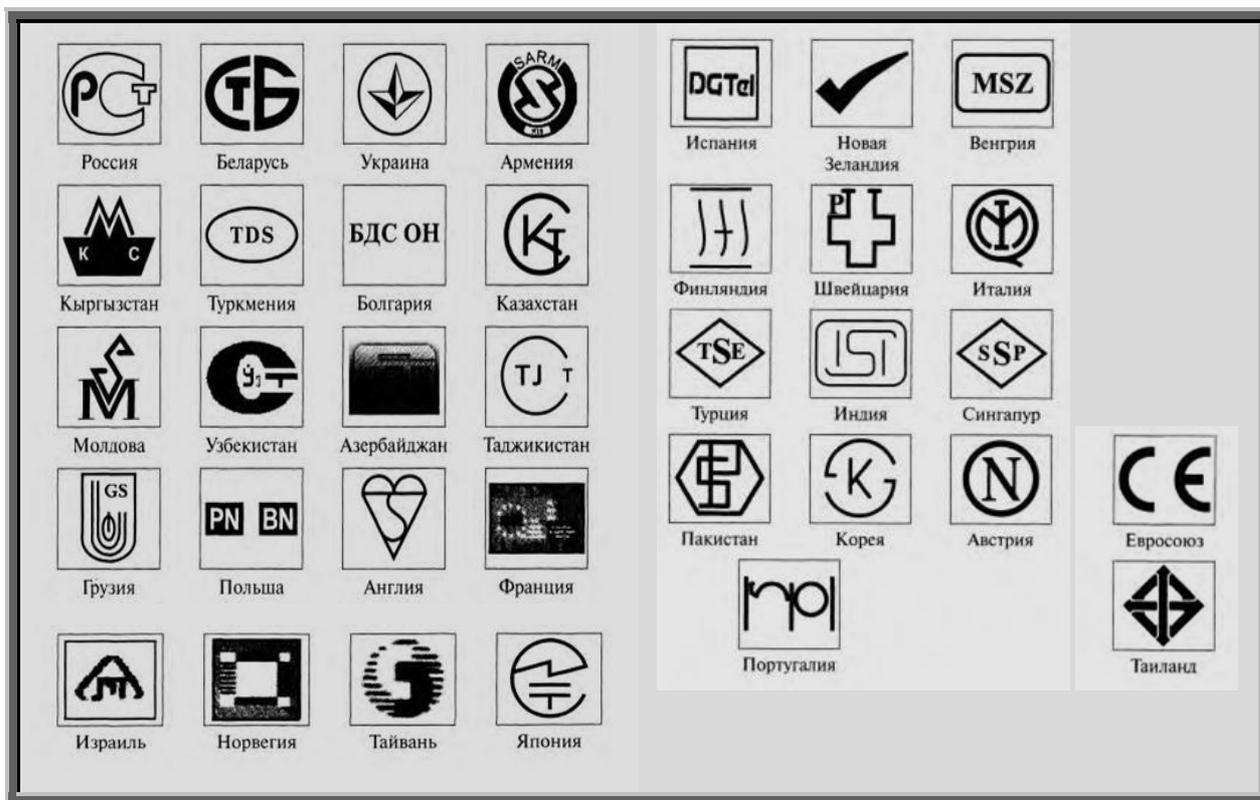


Рисунок 8 – Знаки соответствия стандартам некоторых стран мира

Мониторы компьютеров на электромагнитной трубке (CRT) и жидкокристаллические (LCD) должны иметь защиту пользователя от электромагнитного излучения. Знак, свидетельствующий о такой защите, в зависимости от года выпуска монитора имеет вид, приведенный на рисунке 9.



Рисунок 9 – Знаки защиты пользователя от электромагнитного излуче-

ния: а – МРКП; б – ТСО'92; в – ТСО'95; г – ТСО'99; д – ТСО'03; е – ТСО'06

Первый популярный шведский стандарт был принят в 1990 г. и назывался МРПП (рисунок 9, а). Этот стандарт жестко регламентировал нормы уровня излучения ПК. Но, поистине наднациональным (международным) и почетным для производителей мониторов стал стандарт ТСО, который первоначально обновлялся каждые три года.

Были ТСО'92, 95, 99, 03, 06 (рисунок 9, б–е). Аббревиатура ТСО расшифровывается как Шведская конфедерация профсоюзов. Разработкой стандартов ТСО занимались четыре организации:

- собственно профсоюзная организация;
- Шведское общество охраны природы;
- Национальный комитет промышленности и технического развития – МІГГЕК;
- измерительная компания 8ЕМКО, имеющая авторитет независимой сертификации наравне с немецкой компанией TUV (знак показан на рисунке 10).



Рисунок 10 – Знак тестирования немецкой компанией TUV

На сегодняшний день ТСО'06 является последней версией международного стандарта безопасности ПК.

Наряду с международными существуют национальные нормы безопасности на качественный товар определенной категории. Например, в Германии есть знак «Голубой ангел» (Blue Angel), приведенный на рисунке 11. Этот знак означает экологически «дружественную» среду. Монитор с этим знаком должен соответствовать стандарту «Энерджи стар» (Eneergy Star) по

экономии энергии (рисунок 12), требующий, чтобы монитор потреблял не более 30 Вт в режиме «ожидания». Кроме того, компьютер должен иметь блочную конструкцию для упрощения модернизации и ремонта. Производитель также должен быть готовым принять обратно продукцию после истечения срока службы для ее дальнейшей утилизации. Ранее используемый только в Германии, знак «Голубой ангел» стал общеевропейским.



Рисунок 11 – Знак безопасности «Голубой ангел» (Германия)



Рисунок 12 – Знак соответствия стандарту «Энерджи стар» по экономии энергии

В Дании экологи разработали «Лебединые» стандарты (рисунок 13).



Рисунок 13 – «Лебединый» стандарт Дании

У большинства компьютеров предусмотрена универсальная последовательная шина USB (рисунок 14). Стандарт шины обеспечивает возможность подключения к компьютеру периферийных устройств без необходимости перезагрузки компьютера или запуска программы установки. USB-шина позволяет таким устройствам, как цифровой фотоаппарат или сканер, работать одновременно.

Маркировка Plug&Play (рисунок 15), указанная на упаковке видеокарт, полностью поддерживает стандарт простой инсталляции в среде Windows 95, 98, 2000, XP, Миллениум.



Рисунок 14 – Знак соответствия стандарту USB-шины



Рисунок 15 – Знак соответствия стандарту простой инсталляции

При импорте товара в страну отобранные из партии образцы проверяются на соответствие стандартам этой страны. Продукция, прошедшая испытания, получает знак соответствия национальному стандарту.

В Европе существует знак CE (произносится «си-и») (рисунок 16), означающий, что уполномоченная организация протестировала присланный на испытания образец и признала его соответствующим неким стандартам, о которых знает только она. Однако получение такого сертификата от организации, разбирающейся буквально во всем на свете, не очень убеждает, что товар хорошего качества, так как этот знак фигурирует практически на всех видах товаров.

Вместе с тем существуют частные и получастные компании, устанавливающие стандарты в определенной области. Эти стандарты, не будучи строго обязательными, способствуют продвижению товара на ранке. Примером может служить немецкая частная компания TUV, специализирующаяся на тестировании электронной аппаратуры. Наличие эмблемы TUV (см. рисунок 10) на упаковке и товаре означает, что фирма-производитель заботится о своей репутации и не жалеет средств на подтверждение высоких достоинств своего товара.

Евро комитет по нормированию в электротехнике провел гармонизацию национальных нормативов безопасности с разработанными Общеввропейскими нормами и с 1994 г. европейский знак безопасности ENEC (рисунок 17) присваивают электротехническому оборудованию после контроля по специальным методикам в одном из 16 аккредитованных центров Евросоюза. Наличие знака ENEC на товаре значительно облегчает его сбыт в странах Евросоюза и вне его, так как продукция с этим знаком не должна подвергаться испытаниям в национальных контрольных органах.

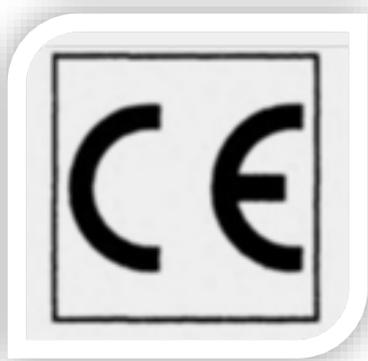


Рисунок 16 – Знак тестирования на соответствие стандартам Евросоюза



Рисунок 17 – Общеввропейский знак тестирования на безопасность

Равнозначным ему является знак Германского союза электротехников VDE, представленный на рисунок 18 и получивший широкое признание более чем в 50 странах.



Рисунок 18 – Знак тестирования в Германском союзе электротехников

Знак GS – «испытанная безопасность» (рисунок 19) – не менее авторитетная гарантия надежности, чем знак VDE. Оба эти знака выдаются германскими пунктами VDE и RUN. Знак FCC (рисунок 20) свидетельствует, что продукция протестирована в Федеральной коммуникационной комиссии США. Эта комиссия устанавливает предельные нормы электромагнитных наводок (EMI), радионаводок (RFI), генерируемых компьютером. Эти ограничения касаются и защиты радио- и телевизионных приемников от воздействия компьютерного оборудования.



Рисунок 19 – Знак тестирования на соответствие продукции требованиям безопасности в Германской компании



Рисунок 20 – Знак тестирования в Федеральной телекоммуникационной комиссии США

Установлены два класса норм (А и В) в зависимости от применения компьютерного оборудования. Нормы класса А применяются к оборудованию для торговой и промышленной сфер, класса В – для жилых помещений. Большинство ПК должно удовлетворять нормам класса В. Некоторое оборудование, например серии APCBack – UPS, может не проверяться на нормы FCC, поскольку в нем нет источников высокочастотных помех.

Наличие знака CSA Канадской организации по стандартам, приведенного на рисунке 21, свидетельствует о регламентированной степени безопасности электрооборудования.

Стандарты и тестовые процедуры CSA во многом сходны, хотя и не совпадают со стандартами UL США.

Знак UL (UL–Underwriters Laboratory), представленный на рисунке 22, в переводе означает «Лаборатория страховщиков» – это частная организация, первоначально основанная для нужд страховых компаний при оказании помощи потребителям в выборе энергобезопасной продукции и оборудования.



Рисунок 21 – Знак тестирования в Канадской организации по стандартам



Рисунок 22 – Знак тестирования в Лаборатории страховщиков США

Знак на рисунке 23 – логотип, представляющий собой слитное написание русской буквы «Я» и латинской буквы «U» с левым наклоном, является знаком, присваиваемым сертифицированной лабораторией США.

Знак, показанный на рисунке 24 – это знак тестирования на соответствие требованиям японской ассоциации VCCI – добровольного контролирующего совета по помехам; на рисунке 25 – знак тестирования на соответствие требованиям австралийского департамента связи (АСА); на рисунке 26 – знак соответствия тайваньского Бюро по стандартизации, метрологии и поверке.

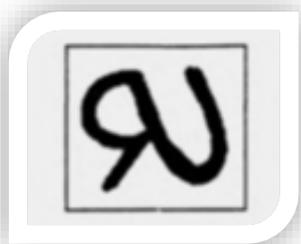


Рисунок 22 – Знак тестирования в лаборатории США

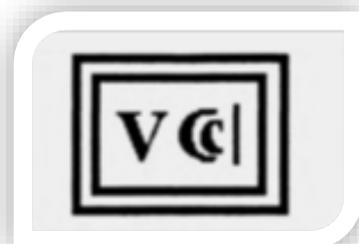


Рисунок 23 – Знак тестирования в Японской ассоциации (контролирующий совет по помехам)



Рисунок 24 – Знак тестирования в Австралийском департаменте связи



Рисунок 25 – Знак соответствия требованиям тайваньского Бюро по стандартизации, метрологии и поверке

На рисунке 27 приведен знак, означающий «Внимание! Риск электрического удара. Не открывать!».



Рисунок 27 – Предупреждающий знак «Внимание! Риск электрического удара. Не открывать»

**ЗАДАНИЕ.** Получить у преподавателя вариант задания с изображением задней панели монитора персонального компьютера. Изучить маркировочные знаки (МЗ) заданного монитора ПК, проанализировать их, сделать выводы о достоинствах и недостатках.

Рассмотрев все маркировочные знаки заданного монитора, определить: а) марку, модель, год выпуска и страну - производитель;

б) знаки тестирования в различных авторитетных лабораториях мира;

в) знаки безопасности от электромагнитного излучения;

г) страны, куда поставляется данная модель монитора.

3. Записать выводы относительно достоинств и недостатков изученного монитора.

### Варианты задания

Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Вариант 5



Вариант 6



Вариант 7

**VN289Q**  
 ITEM: AS VN289Q BK/5MS/EU  
 P/N: 90LM00P0-B01170  
 Q'TY: 1 PCS  
 N.W.: 5.4KGS  
 G.W.: 8.2KGS  
 ASUS S/N: DCLMTF203370  
 CHECK NO.: 6329  
 MODEL NO.: VN289  
 PRODUCT CODE: HTDMV66BHDUSDC  
 VOLTAGE: 100-240V-50/60Hz, 1.5A  
 DESTINATION: NETHERLANDS  
 MADE IN CHINA  
 ASUS COMPUTER GmbH  
 HARKORT STR. 21-23, 40880 RATINGEN, GERMANY

Вариант 8

**LCD Monitor**  
 Model No. G24  
 Version G24 old  
 Power Rating 100-240V- 50/60Hz 1.5A  
 Regulatory Type 005C  
 Part Number ET.LE904.005  
 Mfg Date May 2008  
 Serial Number ETLE904005822039124300  
 EAN 4 712842 004967  
 SNID: 82201461043  
 www.acer.com

**CAUTION!**  
 DO NOT REMOVE THE COVER!  
 SERIOUS ELECTRICAL SHOCK  
 HAZARDOUS EXIST INSIDE THE DISPLAY!  
 Apparatet må ikke åpnes før det er slått av.  
 Apparatet skal ansluttes til jordet nettspenning.  
 Lamp(er) inneholder kvikksølv, bly og andre farlige stoffer.

Made in China

Вариант 9

**ASUS** ASUSTEK COMPUTER INC.  
 NO. 150, Li-Te Rd., Peitou, Taipei, Taiwan  
 Product No./產品名稱/产品名称: LCD MONITOR /液晶监视器/液晶监视器  
 Model No./機型/机型: VG236  
 Version No./版本/版本: VG236HE  
 Power /额定功率/额定电压: 100-240V- 50/60Hz 1.5A  
 Manufactured Date /製造日期/製造日期: August 2010

This Class B digital apparatus complies with Canadian ICES-003.  
 Cet appareil numérique de la classe B est conforme à la norme NMB-003 du Canada.

**Lamp contains Mercury, Dispose Properly**  

 Made in China / 中國製造 / 中国製造

Вариант 10

**SAMSUNG** LED МОНИТОР  
 Тип: C24F390FH Модель: C24F390FH  
 Код модели: LC24F390FHXRU  
 Источник питания: Постоянный ток 14В 26Вт 1.78А  
 Оборудование класса III  
 Вндіру мерзімі/Дата виготовлення/Дата изготовления: 2019.10.  
 Произведено в России.  
 Завод-изготовитель: «Самсунг Электроникс Рус Калуга»  
 Серийный номер: 0VKCHLLMA04144P  
**HDMI** IP 20 Версия: FC03  
 BNS8-07103D-00

Вариант 11

**PHILIPS** 液晶彩色顯示器  
 Model No./型號: 328P6V  
 製造號碼: 參考條碼標籤  
 製造號碼: 參考條碼標籤  
 電話: 100-240V- 50-60Hz 1.5A  
 ASSEMBLED IN CHINA/ASSEMBLE EN CHINE/中國組裝  
 MMD Monitors & Displays Nederland B.V.  
 Prins Bernhardplein 200  
 1097 JB Amsterdam - The Netherlands  
 Manufactured/製造日期: September 2016

**WARNING:**  
 This apparatus must be earthed.  
 Dieser Apparat muss geerdet sein.  
 Apparatet skall anslutas till jordat uttag.  
 Laitte on liitettävä suojakoskettimella varustettuun pistorasiaan.  
 Apparatet må tilkoples jorden stikkontakt.  
 Never remove covers unless qualified to do so.  
 Apparatets stikprop skal tilsluttes en stikkontakt med jord, som giver forbindelse til stikproppens jord.  
**AVERTISSEMENT:**  
 Cet appareil doit être relié à la terre.  
 N'enlevez jamais les moins qualifié de le faire.

MODEL ID: 328P6VJEB/00  
 SERIAL NUMBER: AU5A1638000045  

 160989-12  
 CAN ICES-3(B)/NMB-3(B)  
 Q40G032N-813-36A XY

Вариант 12

**SAMSUNG** Model : 961BF  
Model Code : LS19PFDQSQ/EDC

Color Display Unit  
Type No.: GH19PS AC100-240V~ 50/60Hz 0.7A

Apparatet må kun tilkoples jordnet stikkontakt  
Apparaten skall anslutas till jordat uttag när den ansluts till ett nätverk  
Laite on liitettävä suojamaadoituskoskettimilla varustettuun.

TÜV Rheinland Product Safety GS geprüfte Sicherheit N CE

PC AR46

TCO Development  
TCO'03  
DISPLAYS  
www.tco-development.com

S/N: PF19HVNPC00706W

Произведено в Китае  
MADE IN TIANJIN, CHINA (TSED)  
MANUFACTURED : DECEMBER 2007  
BN68-01102A-00

Вариант 13

**acer** LCD Monitor

Model No. G24  
Version G24 oid  
Power Rating 100-240V~ 50/60Hz 1.5A  
Regulatory Type 005C  
Part Number ET.LE904.005  
Mfg Date May 2008  
Serial Number ETLE904005822039124300

CAUTION!  
DO NOT REMOVE THE COVER!  
SHARP POINTS ELECTRICAL SHOCK  
HAZARDS EXIST INSIDE THE DISPLAY

Apparatet må tilkoples jordnet stikkontakt.  
Apparaten skall anslutas till jordat uttag.  
Lamp(s) contain Mercury, Dispose Properly.

UL US LISTED E188651 I.T.E. 3379 D MIE6 E  
N186 Hg RoHS02

7735432510F0C WD-24

MADE IN CHINA

4 712842 004967  
EAN  
SNID: 82201461043

Вариант 14

**LG** FLATRON L1717S - SN

LGE  
LG Twin Towers, 20, Yoido-Dong,  
Youngdungpo-Gu, Seoul, 150-721, Korea.

PRODUCT CODE : L1717S - SNN.ANRUEP  
POWER : AC 100 - 240V ~ 50/60Hz 1.0A  
SERIAL NO. : 510NTUW65238

MODEL NO. : L17NS - 8  
MANUFACTURED : OCTOBER 2005  
FCC ID : BEJL17NP

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions : (1) this device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

This Class B digital apparatus complies with Canadian ICES-003.  
Cet appareil numérique de la classe B est conforme à la norme NMB-003 du Canada.

Apparaten skall anslutas till jordat nätuttag

UL US LISTED BZ03  
E82982 59B9 I.T.E.  
Factory ID: LT

MADE IN CHINA  
3850TIZ867A

Вариант 15

**SAMSUNG** SyncMaster

Samsung Electronics Slovakia Ltd  
Hviezdoslavova 807, 924 27 Galanta  
Slovakia

Model Name: 753S S  
Model Code: AN17LS7L/EDC  
AC 100-240V~ 60/50Hz 1.2A

Color Display Unit  
Chassis Code : ACM  
Type No.: PN17LS

Die in diesem Gerät entstehende Röntgenstrahlung ist durch seine eigensiche Kathodenstrahlröhre nach Anlage III Röntgenverordnung ausreichend abgeschirmt. Beschleunigungsspannung: Max. 29kV.

Apparatet må kun tilkoples jordnet stikkontakt.  
Apparaten skall anslutas till jordat uttag, när den ansluts till ett nätverk.

AN17HSCW831179W

Произведено в Република Словения  
MADE IN SLOVAKIA  
MANUFACTURED  
AUGUST 2003

Вариант 16

**LG** FLATRON 27EA83 - D

ООО "ЛГ Электроникс РУС", Россия, 143160, Мос. обл., Рузский р-н, с.п. Дороховское, 86 км Минского шоссе, д. 9  
ТОВ «ЛГ Електронікс РУС», Росія, 143160, Московська область, Рузський р-н, СП Дорохівське, 86 км. Минського шосе, буд.9.

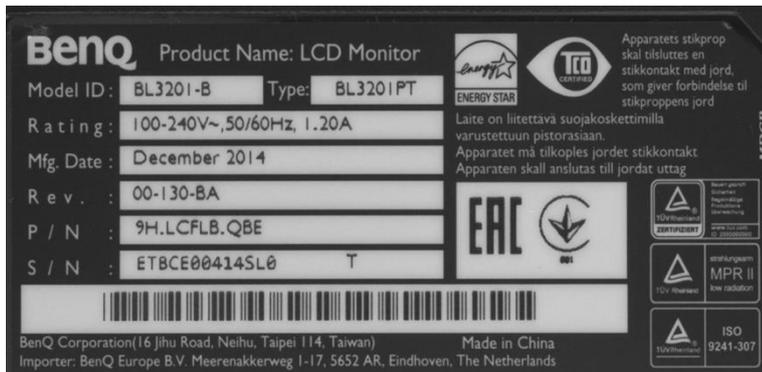
Product code/  
Код продукта/Код продукту : 27EA83 - DC.ARULAG  
Model No./  
Модель No./Модель No. : 27EA83  
Power/Напряжение/Напруга : 19.5 V ~ 4.2 A

Serial No./  
Серийный №/ Серійний № : 212KCMR78067

201M00WH  
MADE IN KOREA

Manufactured/  
Произведено/ Вироблено : DECEMBER 2012  
MEZ64130044(REV00)

Вариант 17



Вариант 18



Вариант 19



Вариант 20



Вариант 21





## Контрольные вопросы

1. Какие маркировочные знаки должны обязательно присутствовать на мониторе ПК?
2. Какие маркировочные знаки на изучаемом мониторе информируют пользователя о безопасности ПК?
3. Какие маркировочные знаки на заданном мониторе информируют пользователя о странах-экспортерах данного монитора?
4. Какие маркировочные знаки должны обязательно присутствовать на мониторе, приобретаемом в России?
5. Какая последняя версия ТСО действует в настоящее время для вновь выпускаемых мониторов ПК?
6. Что означает знак ТСО'98 на мониторе?
7. На каком основании производитель мониторов маркирует свою продукцию тем или иным знаком?
8. Какие маркировочные знаки информируют о качестве продукции?
9. Какие маркировочные знаки указывают на страну-производителя?
10. Какой маркировочный знак информирует о дате выпуска ПК?

## Практическое занятие 9

### ИЗУЧЕНИЕ ФЗ РФ «О ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ»

**Цель работы.** Изучить Федеральный Закон «О техническом регулировании», устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования, в отличие от ИСО, ГОСТ, ТУ и других стандартов, имеющих добровольное применение.

#### *Краткие теоретические сведения*

Закон принят 27 декабря 2002 года, является федеральным законом №184, в действии с 1 июля 2003 года. Для реализации положения закона был установлен переходный период до 2010 года, в течение которого должны быть разработаны технические регламенты – это новый вид нормативного документа, который введен законом и имеет более высокий уровень, чем стандарт.

Цель принятия закона – реформирование системы стандартизации и сертификации в Российской Федерации для вступления Российской Федерации в ВТО. Реформирование происходило с целью приближения к системам в ЕС. Одно из обязательных условий – соответствие законодательным международным нормам и правилам. Закон о техническом регулировании аналогичен директивам ЕС, которые устанавливают требования безопасности.

В законе установлены следующие термины и определения.

*Продукция* – результат деятельности, представленный в материально – вещественной форме и предназначенный для дальнейшего использования в хозяйственных и иных целях;

*Риск* – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда;

*Техническое регулирование* – правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуги правовое регулирование отношений в области оценки соответствия;

*Технический регламент* – документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или межправительственным соглашением, заключенным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации, или нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, или к связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации);

*Международный стандарт* – стандарт, принятый международной организацией;

*Национальный стандарт* – стандарт, утвержденный национальным органом Российской Федерации по стандартизации;

*Стандарт* – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции,

правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать правила и методы исследований (испытаний) и измерений, правила отбора образцов, требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения;

*Стандарт иностранного государства* – стандарт, принятый национальным (компетентным) органом (организацией) по стандартизации иностранного государства;

*Региональный стандарт* – стандарт, принятый региональной организацией по стандартизации;

*Свод правил иностранного государства* – свод правил, принятый компетентным органом иностранного государства;

*Региональный свод правил* – свод правил, принятый региональной организацией по стандартизации.

*Стандартизация* – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг;

*Орган по сертификации* – юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, аккредитованные в установленном порядке для выполнения работ по сертификации;

*Сертификат соответствия* – документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров;

*Форма подтверждения соответствия* – определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции или иных объектов, проектирования (включая изыскания), производства, строительства,

монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

*Схема подтверждения соответствия* – перечень действий участников подтверждения соответствия, результаты которых рассматриваются ими в качестве доказательств соответствия продукции и иных объектов установленным требованиям;

*Аккредитация* - официальное признание органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполнять работы в определенной области оценки соответствия;

*Безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации (далее - безопасность)* - состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений;

*Ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры* - обязательные для исполнения требования и процедуры, устанавливаемые в целях защиты от рисков, возникающих в связи с проникновением, закреплением или распространением вредных организмов, заболеваний, переносчиков болезней или болезнетворных организмов, в том числе в случае переноса или распространения их животными и (или) растениями, с продукцией, грузами, материалами, транспортными средствами, с наличием добавок, загрязняющих веществ, токсинов, вредителей, сорных растений, болезнетворных организмов, в том числе с пищевыми продуктами или кормами, а также обязательные для исполнения требования и процедуры, устанавливаемые в целях предотвращения иного связанного с распространением вредных организмов ущерба;

*Контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов* – проверка выполнения юридическим лицом или индивидуальным

предпринимателем требований технических регламентов к продукции, или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации и принятие мер по результатам проверки;

*Структура раздела технического регламента в законе:*

Глава 2. Технические регламенты.

Статья 6. Цели принятия технических регламентов;

Статья 7. Содержание и применение технических регламентов;

Статья 9. Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технического регламента;

Статья 9.1. Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технического регламента, принимаемого нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию;

Статья 10. Особый порядок разработки и принятия технических регламентов.

*Структура раздела стандартизации в законе:*

Глава 3. Стандартизация.

Статья 11. Цели стандартизации;

Статья 12. Принципы стандартизации;

Статья 13. Документы в области стандартизации;

Статья 14. Национальный орган Российской Федерации по стандартизации, технические комитеты по стандартизации;

Статья 15. Национальные стандарты, общероссийские классификаторы технико – экономической и социальной информации;

Статья 16. Правила разработки и утверждения национальных стандартов;

Статья 16.1. Правила формирования перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технических регламентов;

Статья 17. Стандарты организаций.

*Структура раздела подтверждения соответствия в законе:*

Статья 18. Цели подтверждения соответствия;

Статья 19. Принципы подтверждения соответствия;

Статья 20. Формы подтверждения соответствия;

Статья 21. Добровольное подтверждение соответствия;

Статья 22. Знаки соответствия;

Статья 23. Обязательное подтверждение соответствия;

Статья 24. Декларирование соответствия;

Статья 25. Обязательная сертификация;

Статья 26. Организация обязательной сертификации;

Статья 27. Знак обращения на рынке;

Статья 28. Права и обязанности заявителя в области обязательного подтверждения соответствия;

Статья 29. Условия ввоза на территорию Российской Федерации продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия;

Статья 30. Признание результатов подтверждения соответствия.

**ЗАДАНИЕ. Изучить закон «О техническом регулировании» и дать ответы на контрольные вопросы.**

### **Контрольные вопросы**

1. Когда вступил в силу закон о техническом регулировании?
2. Цели принятия закона.
3. Какая организация принимает стандарты?
4. Дайте определение терминов «техническое регулирование», «технический регламент», «стандарт» и «стандартизация».

5. В каких сферах закон регулирует отношения?
6. Могут ли использоваться международные стандарты в технических регламентах?
7. Можно ли ссылаться на стандарты в технических регламентах? Используются ли национальные стандарты при разработке технического регламента?
8. Цели стандартизации.
9. Принципы стандартизации.
10. Какие документы относятся к нормативным документам по стандартизации?
11. Как называется национальный орган по стандартизации?
12. Какие функции выполняет Росстандарт?
13. Кто утверждает программу разработки национальных стандартов?
14. К кому направляется уведомление о разработке национального стандарта?
15. Сколько продолжается срок публичного обсуждения стандарта?
16. К кому направляется окончательная редакция стандарта на экспертизу?
17. Кто утверждает стандарты организации?
18. Как взаимосвязаны стандарты и технический регламент.

## **Практическое занятие 10**

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ШТРИХОВЫЕ КОДЫ**

**Цель работы.** Ознакомится с кодированием информации о товарах. Изучить 13-ти разрядные цифровые коды по Европейской системе кодирования (EAN).

### *Краткие теоретические сведения*

Идея штрихового кодирования зародилась в Гарвардской школе бизнеса США в 30-е годы, а первое практическое использование такого кода датируется 60-ми годами: железнодорожники США с помощью штрих-кода проводили идентификацию железнодорожных вагонов. Широкое применение штрихового кодирования товаров стало возможным в 70-е годы благодаря развитию микропроцессорной техники. Универсальный товарный код (UPC) был принят в США в 1973 г., а в 1977 г. появилась Европейская система кодирования EAN (European Article Numbering), которая в настоящее время применяется и за пределами Европы.

*Штриховой код* – это последовательность черных (штрихов) и белых (пробелов) полос, представляющая некоторую информацию в виде, удобном для считывания специальными оптическими устройствами – сканерами. Сканеры декодируют штрихи в цифры через микропроцессоры и вводят информацию о товаре в компьютер. Штриховые коды используются в торговле, складском учете, библиотечном деле, охранных системах, почтовом деле, сборочном производстве, обработка документов. В мировой практике торговли принято использование штрих-кодов символики EAN для маркировки товаров. В зарубежных странах наличие штрихового кода на упаковке стало обязательным требованием, без выполнения которого торговые организации могут отказаться от товара. Это относится и к международной торговле. Дело не только в том, что такая система информации, когда не менее 85% товаров кодируются, экономически эффективна, но и в прямом влиянии кодирования на упорядочение и ускорение сбора и формирования заказов, учет поступления товаров, отгрузку, оформление документации и бухгалтерский учет, контроль товаров при их складировании и сбыте. В соответствии с принятым порядком, производитель товара наносит на него штриховой код, формируемый с использованием данных о стране местонахождения производителя и кода производителя. Код производителя присваивается региональным отделением международной организации EAN International (в Российской Федерации эти

коды присваиваются Ассоциацией ЮНИСКАН/EAN РОССИЯ). Такой порядок регистрации позволяет исключить возможность появления двух различных товаров с одинаковыми кодами. Приказом Госстандарта России №92 от 30.04.93 на базе ЮНИСКАН/ EAN РОССИЯ образован технический комитет по стандартизации ГОСТ Р/ТК 355 – Автоматическая идентификация, одним из направлений деятельности которого является разработка, рассмотрение, согласование и подготовка к утверждению государственных стандартов Российской Федерации в области штрихового кодирования.

Техническим комитетом ГОСТ Р/ТК 355 разработаны государственные (ГОСТ Р) и межгосударственные (ГОСТ) стандарты, определяющие требования для следующих символик штриховых кодов:

- ГОСТ ИСО/МЭК 15420-2001 «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики EAN/UPC (EAN/ЮПиСи)»;
- ГОСТ Р 51001-96 «Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Требования к символике «2 из 5 чередующийся»» (EN801);
- ГОСТ Р 51294.6-2000 (ИСО/МЭК 16023-2000) «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики MaxiCode (Максикод)»;
- ГОСТ Р 51294.9-2002 (ИСО/МЭК 15438-2001) «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификации символики PDF417 (ПДФ417)»;
- ГОСТ 30742-2001 (ИСО/МЭК 16388-99) «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики Code39 (Код39)»;
- ГОСТ 30743-2001 (ИСО/МЭК 15417-2000) «Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики Code128 (Код 128)».

Существуют различные способы кодирования информации, называемые штрих-кодowymi кодировками или символикаmi. Различают *линейные и двухмерные* символикаи штрих-кодов.

*Линейными (обычными)* в отличие от двухмерных называются штрих-коды, читаемые в одном направлении (по горизонтали). Линейные символика позволяют кодировать небольшой объем информации (до 20-30 символов – обычно цифр) с помощью несложных штрих-кодов, читаемых недорогими сканерами.

Наиболее распространенные линейные символика: EAN (код может включать 13 цифр) (рисунок 28), UPC(код может включать 12 цифр), Code39 (предназначен для кодирования цифр, заглавных букв латинского алфавита и некоторых других символов), Code128 (позволяет хранить первые 128 символов ASCII), Codabar (имеет изменяющуюся длину, набор символов состоит из чисел от 0 до 9 плюс шесть специальных символов: / . + - \$ ), Interleaved 2 of 5. (служит для представления числовых последовательностей). Согласно той или иной системе, каждому виду изделия присваивается свой номер.

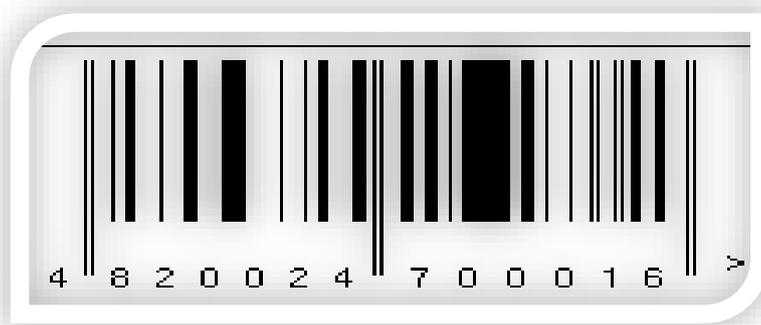


Рисунок 28 – Пример кода линейной символика EAN-13

*Двухмерными* называются символика, разработанные для кодирования большого объема информации (до нескольких страниц текста). Двухмерный код считывается при помощи специального сканера двухмерных кодов и позволяет быстро и безошибочно вводить большой объем информации. Расшифровка такого кода проводится в двух измерениях (по горизонтали и по вертикали).

Примеры двухмерных кодов показаны на рисунке 29.



а) Datamatrix



б) Data Glyph



в) Aztec

Рисунок 29 – Примеры двухмерных символик

Штриховой код можно наносить при производстве упаковки (типографским способом) или использовать самоклеящиеся этикетки, которые печатаются с использованием специальных принтеров.

Для считывания штрих-кодов используются специальные приборы, называемые сканерами штриховых кодов. Сканер засвечивает штрих-код своим осветителем и считывает полученную картинку. После этого он определяет наличие на картинке черных полос штрих-кода. Если в сканере нет встроенного декодера (блок расшифровки штрих-кода), то сканер передает в приемное устройство серию сигналов, соответствующих ширине черных и белых полос. Расшифровка должна выполняться приемным устройством или внешним декодером. Если сканер оснащен внутренним декодером, то этот декодер расшифровывает штрих-код и передает информацию в приемное устройство (компьютер, кассовый аппарат и т.д.) в соответствии с сигналами интерфейса, определяемого моделью сканера. Ин-

формация, содержащаяся в коде, может быть напечатана в читаемом виде под кодом (расшифровка).

Например, цифровой код: 4820024700016 (символика EAN-13) (рисунок 30):

- первые две-три цифры (482) означают страну происхождения (изготовителя или продавца) продукта;
- следующие 4 или 5 в зависимости от длины кода страны (0024) - предприятие-изготовитель;
- еще пять (70001) – наименование товара, его потребительские свойства, размеры, массу, цвет (простому потребителю эти цифры ничего не говорят);
- последняя цифра (6) контрольная, используемая для проверки правильности считывания штрихов сканером.



Рисунок 30 – Пример расшифровки штрих-кода EAN-13

Пример вычисления контрольной цифры для определения подлинности товара:

1. Сложить цифры, стоящие на четных местах:  $8+0+2+7+0+1=18$
2. Полученную сумму умножить на 3:  $18 \times 3 = 54$
3. Сложить цифры, стоящие на нечетных местах, без контрольной цифры:  $4+2+0+4+0+0=10$

4. Сложить числа, указанные в пунктах 2 и 3:  $54+10=64$

5. Отбросить десятки: получим 4

6. Из 10 вычесть полученное в пункте 5:  $10-4=6$

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

Для кода страны-изготовителя отводится два или три знака, а для кода предприятия - четыре или пять. Товары, имеющие небольшие размеры, могут иметь короткий код, состоящий из восьми цифр - EAN-8 (рисунок 31).



Рисунок 31 - Пример кода линейной символики EAN-8

Код EAN-13 занимает на упаковке площадь 37 на 26 мм, что практически неприемлемо для товаров с малоразмерной упаковкой.

Для этих случаев используется код EAN-8:

- первые 3 цифры, как и в EAN-13 - это префикс, обозначающий национальную организацию EAN,
- следующие 4 цифры - номер товара в национальной организации EAN,
- последняя цифра - контрольная цифра (контрольный разряд). Считается он так же как и в EAN-13:

1. Считая справа налево, складываем величины четных разрядов:  
 $5+3+1+9=18$

2. То, что получилось, умножаем на 3 и получаем число А.  
 $A=18 \times 3=54$

3. Суммируем оставшиеся разряды (без контрольного) и получаем число Б:  $B=0+2+4=6$

4. Складываем А и Б и смотрим только на последнюю цифру:  
 $A+B=54+6=60$

5. Контрольный разряд должен равняться 10 - эта цифра (или нулю, если цифра равна нулю):  $10-0=0$

Как видно из описания EAN-8, товаров, которые можно зашифровать с его помощью всего 9999 на каждый 3-значный код региона. Так что выдается он самим национальным отделением. Особенностью этого кода является то, что за счет использования только 8 цифр пропадает поле "предприятия". Т.е. все товары, которым по решению EAN выделен 8-значный код, идут подряд, не различаясь между предприятиями.

Структуры различных штрих-кодов представлены в таблицах 8-12.

Таблица 8 – Структура штрихкода EAN-8

Код страны	Код изготовителя	Код товара	Контрольный разряд
Три цифры	Две цифры	Две цифры	Одна цифра

Таблица 9 – Структура штрихкода EAN-13

Код страны	Код изготовителя	Код товара	Контрольный разряд
Три цифры	Шесть цифр	Три цифры	Одна цифра

Таблица 10 – Структура штрихкода - UPC-10

Код страны	Код изготовителя	Код товара	Контрольный разряд
Три цифры	Три цифры	Три цифры	Одна цифра

Таблица 11 – Структура штрихкода - UPC-12

Код страны	Код изготовителя	Код товара	Контрольный разряд
Три цифры	Пять цифр	Три цифры	Одна цифра

Таблица 12 – Структура штрихкода - UPC-14

Код страны	Код изготовителя	Код товара	Контрольный разряд
Три цифры	Семь цифр	Три цифры	Одна цифра

Как правило, код страны (таблица 13, дополнительно можно посмотреть по ссылке <https://katalog.gomap.az/ru/useful/barcode>) присваивается Международной ассоциацией EAN. При этом ряду стран выделены диапазоны кодов, например Франции - 30-37. Некоторым странам представлена возможность детализировать двухразрядный код страны на третьем разряде, например, код России может быть детализирован на третьем разряде в диапазоне 460-469. При этом соответственно для кодирования предприятия-изготовителя можно использовать только четыре разряда вместо пяти.

Таблица 13 – Коды некоторых стран EAN

Код	Страна	Код	Страна	Код	Страна
00-09	США и Канада	64	Финляндия	560	Португалия
30-37	Франция	690	КНР	569	Исландия
380	Болгария	70	Норвегия	57	Дания
383	Словения	729	Израиль	590	Польша
385	Хорватия	73	Швеция	599	Венгрия
400-440	Германия	750	Мексика	600-601	ЮАР
460-469	Россия и СНГ	759	Венесуэла	611	Марокко
471	Тайвань	76	Швейцария	613	Алжир
474	Эстония	770	Колумбия	619	Тунис
475	Латвия	773	Уругвай	94	Новая Зеландия
477	Литва	775	Перу	869	Турция
482	Украина	779	Аргентина	87	Нидерланды
484	Молдова	780	Чили	880	Южная Корея
489	Гонконг	786	Эквадор	885	Таиланд
45 и 49	Япония	789	Бразилия	888	Сингапур
50	Великобритания	80-83	Италия	890	Индия
520	Греция	84	Испания	893	Вьетнам
529	Кипр	850	Куба	90-91	Австрия
535	Мальта	858	Словакия	93	Австралия
539	Ирландия	859	Чехия	955	Малайзия
54	Бельгия и Люксембург	860	Югославия		

Обратите внимание на то, что код страны никогда не состоит из одной цифры. Иногда код, нанесенный на этикетку, не соответствует стране-изготовителю, заявленной на упаковке, тут причин может быть несколько:

– первая - фирма была зарегистрирована и получила код не в своей стране, а в 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.

**ЗАДАНИЕ. Пользуясь таблицей 14 расшифровать представленные цифровые коды товаров. Просчитать контрольную цифру и сверить с контрольным разрядом. Задание взять из таблицы 2 в соответствии со своим вариантом.**

Таблица 14 – Варианты штрих-кодов

Вариант	Штрих-код		
1			
2			
3			
4			

### Контрольные вопросы и задания

1. Какая организация в России занимается вопросами штрихового кодирования?

2. В какой торговле актуально штриховое кодирование: внутренней или международной?
3. Какая организация составляет код товара?
4. Что может определить потребитель по цифровому ряду кода?
5. Каково назначение товарного штрих-кода?
6. Какая информация содержится в товарном штрих-коде?
7. Назовите известные виды товарных штрих-кодов.
8. Сколько рядов содержит товарный штрих-код EAN-13?
9. Какой ряд в товарном штрих-коде предназначен для сканера?
10. Что в штрих-кодах стандартизировано?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метрология – наука об измерениях, а измерения – один из важнейших путей познания. Они играют огромную роль в современном обществе. Наука, промышленность, экономика и коммуникации не могут существовать без измерений. Каждую секунду в мире производятся миллиарды измерительных операций, результаты которых используются для обеспечения качества и технического уровня выпускаемой продукции, безопасной и безаварийной работы транспорта, обоснования медицинских и экологических диагнозов, анализа информационных потоков. Практически нет ни одной сферы деятельности человека, где бы интенсивно не использовались результаты измерений, испытаний и контроля. Для их получения вовлечены миллионы людей и большие финансовые средства. Примерно 15% затрат общественного труда расходуется на проведение измерений. По оценкам экспертов, от 3 до 9 % валового национального продукта передовых индустриальных стран приходится на измерения и связанные с ними операции.

На современном этапе развития мирового сообщества, характеризующегося высокими темпами интенсификации производства, применением взаимосвязанных систем машин и приборов, использованием широкой номенклатуры веществ и материалов, значительно возросли требования к специалистам в области стандартизации. В этих условиях роль стандартизации как важнейшего звена в системе управления техническим уровнем и качеством продукции и услуг на всех этапах научных разработок, проектирования, производства, эксплуатации и утилизации имеет первостепенное значение.

Стандартизация изучает вопросы разработки и применения таких правил и норм, которые отражают действие объективных технико-экономических законов, играют большую роль в развитии промышленного производства, вносят значительный вклад в рост общественного богатства; способствуют улучшению использования основных фондов, природных богатств. Стандартизация имеет непосредственное отношение к совершенство-

ванию управления производством, повышению качества всех видов товаров и услуг.

Большое значение для регулирования механизмов рыночной экономики приобрела сертификация. Для многих видов продукции и процессов она стала обязательной. Сертификация является официальным подтверждением соответствия стандартам и во многом определяет конкурентоспособность продукции. Суть подтверждения соответствия состоит не столько в гармонизации терминологии в области сертификации, сколько в переходе на более гибкие формы оценки соответствия, в переходе от сертификации как единственной формы оценки соответствия к разнообразным формам, включая подтверждение соответствия через декларирование соответствия.

Одна из особенностей учебного материала по метрологии, стандартизации и сертификации состоит в постоянном изменении нормативной базы (терминологии, структуры, функциональных обязанностей и пр.).

Материалы, представленные в данном учебном пособии, предназначены для расширения получаемых теоретических знаний и приобретения практических навыков работы с нормативной документацией, расчетов и оценки уровня качества измерений, метрологических характеристик, степени соответствия заявленным требованиям и т.д. Учебное пособие содержит теоретические сведения и задания для практических занятий в рамках дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация». Успешное выполнение заданий способствует более полному освоению дисциплины.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия. Учебник и практикум / И.М. Лифиц. – Изд. 15-е, пер. и доп. – М.: Юрайт, 2024. – 462 с.
2. Метрология и стандартизация: теория вероятностей / К.А. Соловейчик, Е.Л. Богданова, С.С. Дымный [и др.]. – СПб: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – 114 с.
3. Метрология, сертификация и технические измерения: лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» (квалификация – бакалавр) / П.Н. Покоев, Л.А. Пантелеева, Д.А. Васильев, Д.А. Русских. – Ижевск: Удмуртский государственный аграрный университет, 2024. – 72 с.
4. Муслина, Г.Р. Метрология, стандартизация и сертификация / Г.Р. Муслина, Ю.М. Правиков. – М.: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус»», 2023. – 400 с.
5. Смагин, А.С. Метрология, стандартизация, сертификация и нормирование точности в машиностроении: практикум / А.С. Смагин, И.В. Коновалова. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2021. – 182 с.
6. Угольников, А.В. Метрология, электрические измерения: практикум [Электронный ресурс]. – Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. – 140 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/36>.
7. Шаламов, А.Н. Метрология: практикум. – М.: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2023. – 320 с.
8. Электротехника и метрология / Т. В. Ковалева, А. А. Комяков, О. О. Комякова, Н. В. Пашкова. – Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2022. – 78 с.

**Таблица значений функции Лапласа**

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^1 e^{-\frac{t^2}{z}} dt$$

t	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990
3,1	0,4990	0,4991	0,4991	0,4991	0,4992	0,4992	0,4992	0,4992	0,4993	0,4993
3,2	0,4993	0,4993	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4995	0,4995	0,4995
3,3	0,4995	0,4995	0,4995	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4997
3,4	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4998
3,5	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998
3,6	0,4998	0,4998	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,7	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,8	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,9	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

**Распределение Стьюдента  $P\{t < t_p\} = 2 \int_0^{t_p} S(t; k)dt$   
 Значение коэффициента  $t_p$  для случайной величины, имеющей рас-  
 пределение  
 Стьюдента с  $k=n-1$  степенью свободы**

k	P											
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,088	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,707
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,699	2,042	2,457	2,750
∞	0,12566	0,25335	0,38532	0,5244	0,67449	0,84162	1,03643	1,28155	1,64485	1,95996	2,32634	2,57582

**Распределение Стьюдента**  
**Значение  $P\{t| < t_p\} = 2 \int_0^{t_p} S(t; k)dt$  для различных  $t_p$**

k	$t_p$				k	$t_p$			
	2,0	2,5	3,0	3,5		2,0	2,5	3,0	3,5
1	0,7048	0,7578	0,7952	0,8228	12	0,9314	0,9720	0,9890	0,9956
2	0,8164	0,8764	0,9046	0,9276	13	0,9392	0,9737	0,9898	0,9960
3	0,8606	0,9122	0,9424	0,9606	14	0,9348	0,9740	0,9904	0,9964
4	0,8838	0,9332	0,9600	0,9752	15	0,9360	0,9754	0,9910	0,9968
5	0,8980	0,9454	0,9700	0,9828	16	0,9372	0,9764	0,9916	0,9970
6	0,9076	0,9534	0,9760	0,9872	17	0,9382	0,9770	0,9920	0,9972
7	0,9144	0,9590	0,9800	0,9900	18	0,9392	0,9776	0,9924	0,9974
8	0,9194	0,9630	0,9830	0,9920	19	0,9400	0,9782	0,9926	0,9976
9	0,9234	0,9662	0,9850	0,9932	20	0,9408	0,9788	0,9930	0,9978
10	0,9266	0,9686	0,9866	0,9942	$\infty$	0,9545	0,9876	0,9973	0,9995
11	0,9292	0,9704	0,9880	0,9950					

**Интегральная функция  $\chi^2$  – распределения Пирсона**  
**Значения  $\chi^2_{k;P}$  для различных  $k$  и  $P$**

k	P												
	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50	0,70	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
1	0,000157	0,000628	0,00393	0,0158	0,0642	0,148	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635
2	0,0201	0,0404	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,345
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086
6	0,872	1,134	1,635	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812
7	1,239	1,564	2,167	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	16,622	18,475
8	1,646	2,032	2,733	3,490	4,594	5,527	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090
9	2,088	2,532	3,325	4,168	5,380	6,393	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666
10	2,558	3,059	3,940	4,865	6,179	7,267	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209
11	3,053	3,609	4,575	5,578	6,989	8,148	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725
12	3,571	4,178	5,226	6,304	7,807	9,034	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217
13	4,107	4,765	5,892	7,042	8,634	9,926	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	25,472	27,688
14	4,660	5,368	6,571	7,790	9,467	10,821	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	26,873	29,141

**Критерий Романовского (P — вероятность; n — число измерений)**

P	n						
	4	6	8	10	12	15	20
0,99	1,73	2,16	2,43	2,62	2,75	2,9	3,08
0,98	1,72	2,13	2,37	2,54	2,66	2,8	2,96
0,95	1,71	2,1	2,27	2,41	2,52	2,64	2,78
0,9	1,69	2,0	2,17	2,29	2,39	2,49	2,62

**Скрипко Ольга Валерьевна**

*доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники ФГБОУ ВО «АмГУ»*

**Бодруг Наталья Сергеевна**

*кандидат педагогических наук, доцент кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники ФГБОУ ВО «АмГУ»*

**Миронова Анастасия Дмитриевна**

*ассистент кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники ФГБОУ ВО «АмГУ»*

**Метрология, стандартизация и сертификация**

Учебное пособие

---

Изд-во АмГУ. Подписано к печати 10.03.2025. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 5,81. Тираж 100 экз. Заказ 292.